بسم الله الرحمن الرحیم

تکمیل کاری قطعات فلزی

رشته متالورژی

گروه فراوری و مواد

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ یازدهم دورهٔ دوم متوسطه

۱۳۹۶

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: تکمیل‌کاری قطعات فلزی ـ 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 خلج، حسن عبداله‌زاده (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
امیر ریاحی، علیرضا آزمند، محمدتقی محمدی مهدی‌آباد (اعضای گروه تألیف)

مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی: مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) ـ ایمان اوجیان (طراح یونیفورم) ـ مریم کیوان (طراح جلد) ـ حسین وهابی، افشین یوبه‌منش، آرزو یوبه‌منش (صفحه‌آرا) ـ سعید آقایی (رسام)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، **دورنگار:** ۸۸۳۰۹۲۶۶، **کد پستی:** ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب سایت: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir

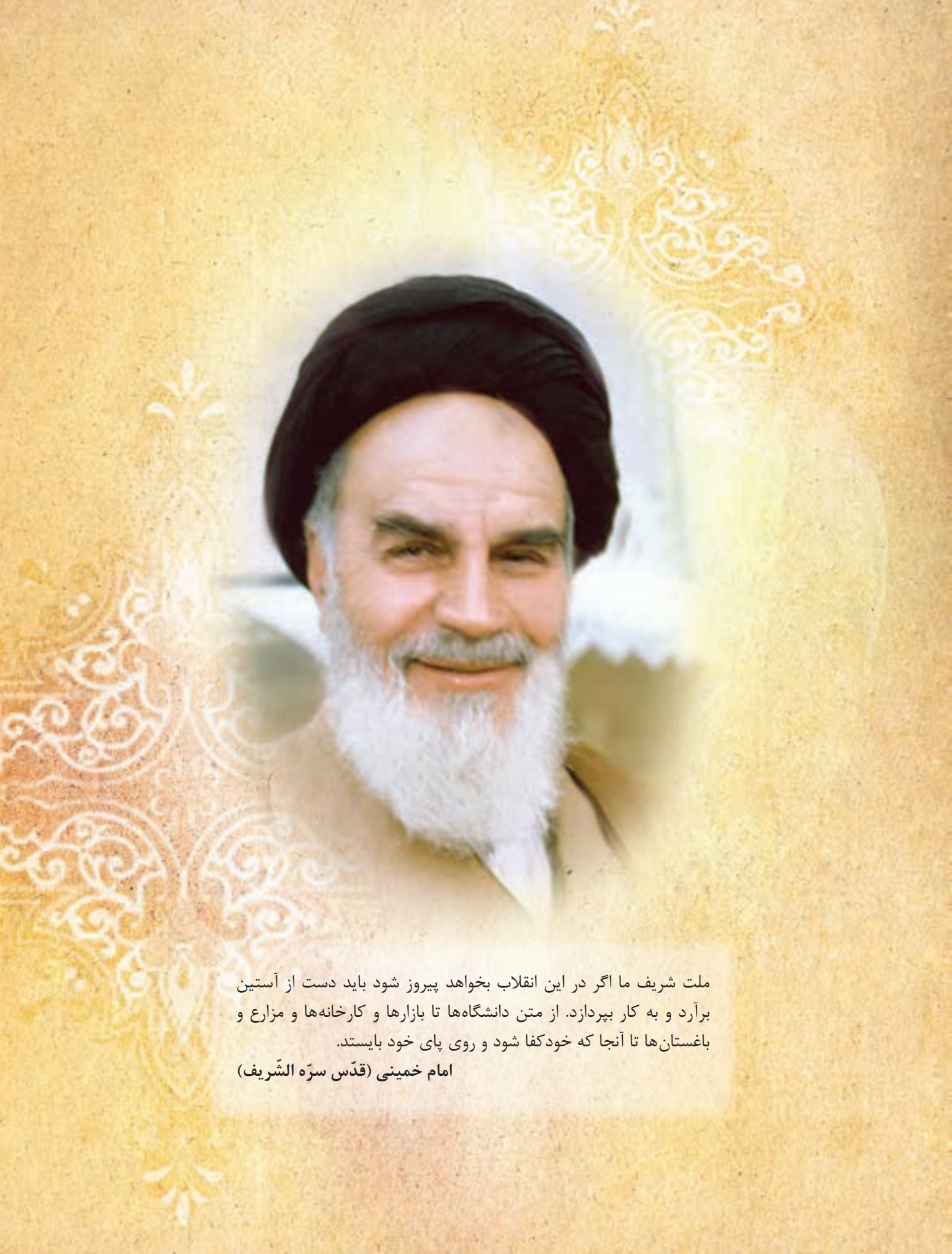
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
تلفن: ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، **دورنگار:** ۴۴۹۸۵۱۶۰، **صندوق پستی:** ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵

چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اوّل ۱۳۹۶

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 به‌صورت 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 ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۲- ۲۸۲۴ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 - 964 - 05 - 2824-2**



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

فهرست

پودمان ۱: مدل‌سازی چوبی ۱

- تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل‌سازی ۳
- اضافه تراش و یا تراش مجاز ۵
- شیب مجاز ۶
- نحوه رسم نقشه ساختمان، جعبه ماهیچه و قالب‌گیری ۹
- اضافه انقباضی یا اضافه مجاز ۱۵
- اضافه تراش ۲۰
- شیب مجاز ۲۶
- ارزشیابی ۵۶
- ساخت مدل چوبی ۵۸
- خط‌کشی مدل (انتقال نقشه روی چوب) ۶۵
- برش‌کاری و پرداخت‌کاری نهایی مدل ۶۷
- ساخت جعبه ماهیچه توسط مته‌کاری ۷۹
- مونتاژکردن مدل ۸۰
- قوس‌دار کردن (فیلت‌گذاری) ۸۶
- کنترل کیفیت ابعاد و سطح ۸۹
- ارزشیابی ۹۴

پودمان ۲: ساخت مدل فومی ۹۵

- مدل‌سازی فومی ۹۷
- پلاستوفوم (یونولیت) ۹۸
- ارزشیابی ۱۱۶

پودمان ۳: ساخت مدل فلزی ۱۱۷
- ساخت مدل فلزی ۱۱۹
- مدل صفحه‌ای ۱۲۹
- ارزشیابی ۱۴۲

پودمان ۴: تکمیل‌کاری قطعه ریختگی ۱۴۳
- تخلیه قالب ۱۴۵
- سنباده‌کاری ۱۶۱
- پلیسه‌گیری قطعه ۱۶۳
- ماسه‌زنی (ماسه‌پاشی یا سندبلاست) ۱۶۵
- ساچمه‌زنی (ساچمه‌پاشی یا شات‌بلاست) ۱۶۹
- رنگ‌آمیزی ۱۷۲
- ارزشیابی ۱۷۸

پودمان ۵: تعمیر قطعات معیوب ریختگی ۱۷۹
- جوشکاری ۱۸۱
- جوشکاری با شعله گاز ۱۹۲
- عملیات حرارتی در جوش ۲۰۲
- ارزشیابی ۲۰۴
- تعمیر قطعات ریختگی ۲۰۶
- جوشکاری ۲۱۷
- سنگ‌زنی ۲۲۰
- ارزشیابی ۲۲۲
- منابع ۲۲۳

سخنی با هنرجویان عزیز

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 بطور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی – حرفه ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱. شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی تراشکاری قطعات بلند،

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 مادام‌العمر 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 ماشین ابزار در پایه ۱۱ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده دراین کتاب را کسب و در فرآیند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی تولید قطعات به روش تراشکاری 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 می‌نمایید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از 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 دریکی 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 اجزاء 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 مادام العمر 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 محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها را 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 شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامـه درسی رشته متالورژی طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتابهای کارگاهی می‌باشد 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 می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بستهٔ آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی 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، می‌بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی براساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. 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: مدل‌سازی چوبی

پودمان دوم: ساخت مدل فومی

پودمان سوم: ساخت مدل فلزی

پودمان چهارم: تکمیل‌کاری قطعات ریختگی

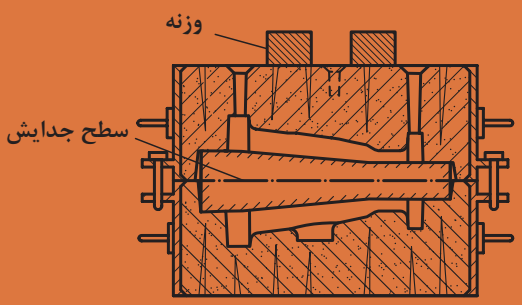
پودمان پنجم: تعمیر قطعات ریختگی

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

پودمان ۱

مدل‌سازی چوبی



واحد یادگیری ۱

تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل‌سازی

مقدمه

اولین مرحله در ساخت مدل قطعه ریختگی تبدیل نقشه مکانیکی به مدل‌سازی است. که علت آن بزرگ‌تر بودن ابعاد مدل نسبت به قطعه نهایی به دلیل وجود انقباض مذاب و جامد و در نظر گرفتن اضافه تراش در قطعه ریختگی است.
در این واحد یادگیری، نحوه رسم مدل، ساختمان مدل، جعبه ماهیچه و قالب‌گیری و علائم مربوط به آنها، انواع اضافات و نحوه محاسبه آنها شامل اضافات انقباضی، شیب مجاز، اضافه تراش و عوامل مؤثر در آنها و... توضیح داده می‌شود.

استاندارد عملکرد

با استفاده از نقشه مکانیکی و لوازم رسامی، نقشه مدل‌سازی براساس استانداردهای مرتبط تهیه می‌شود.

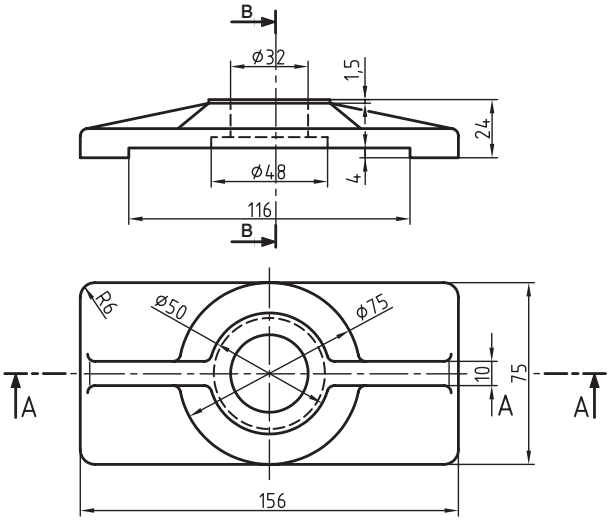
پیش‌نیاز

نقشه‌کشی فنی رایانه‌ای

تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل‌سازی

در اختیار داشتن نقشه مکانیکی و یا قطعه ریختگی شرط اول شروع رسم نقشه مدل‌سازی است. در این مرحله مشخصات فنی قطعه شامل جنس، وزن، تعداد، کاربرد، کیفیت سطحی، ساده یا پیچیده بودن، فرایندهای مدل‌سازی، قالب‌گیری، ریخته‌گری و... مورد بررسی قرار می‌گیرد.

رسم فنی (نقشه مکانیکی)، رسم مدل، رسم ساختمان مدل، رسم ماهیچه، رسم ساختمان جعبه ماهیچه و رسم قالب‌گیری، قبل از اجرای نقشه‌های مدل‌سازی و قالب‌گیری، فراگیری و کسب اطلاعات درباره انواع رسم و علایم اختصاری آن‌که براساس دین ۱۵۱۱ آلمان در این درس اختصاص یافته ضروری است.



شکل ۱

رسم فنی یا نقشه مکانیکی

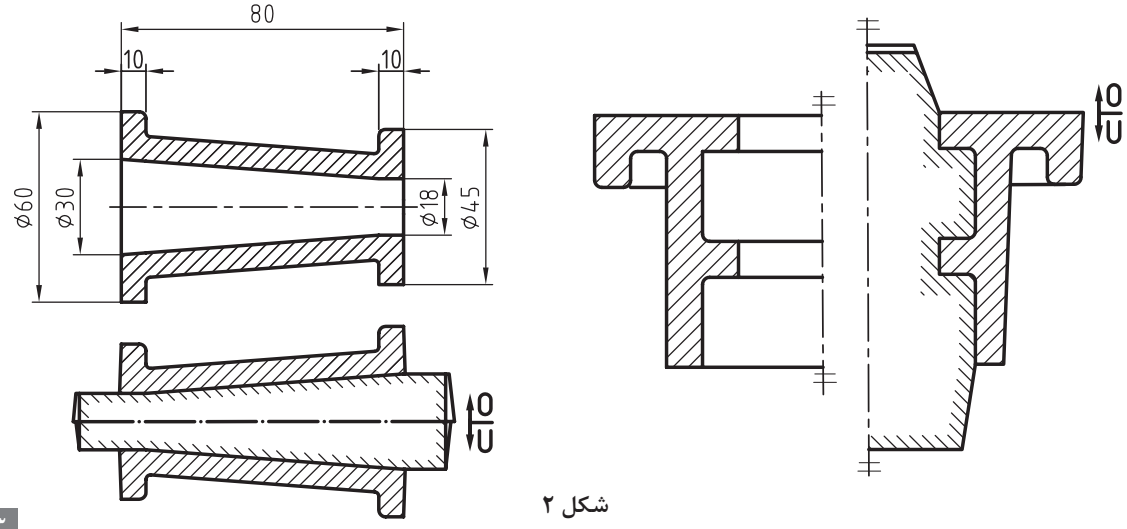
رسم فنی، شکل و اندازه واقعی قطعه مکانیکی و نماهای مختلف آن را نمایش می‌دهد. رسم فنی با رعایت اصول نقشه‌کشی و استانداردهای جهانی انجام می‌شود. شکل ۱ دو نما از نقشهٔ مکانیکی را نشان می‌دهد.

رسم مدل

رسم مدل، شکل و اندازه مدل قطعه ریختگی را جهت ساخت نمایش می‌دهد. رسم مدل با استفاده از نقشه مکانیکی و یا نمونه قطعه ریختگی تهیه می‌شود. این رسم اندازه واقعی قطعه به علاوه اضافات مجاز شامل انقباض، اضافه تراش، شیب، و همچنین ماهیچه، تکیه‌گاه‌های ماهیچه، سطح جدایش و... را نشان می‌دهد.

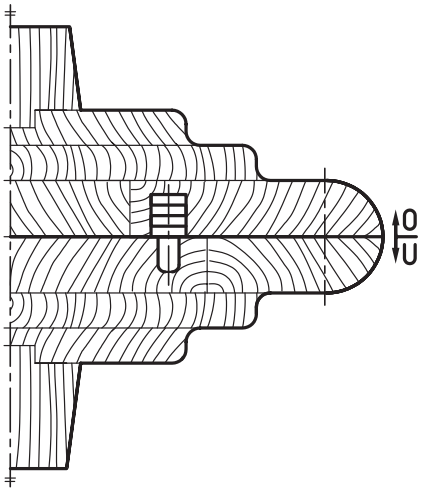
رسم مدل معمولاً براساس استاندارد دین ۱۵۱۱ آلمان به مقیاس ۱:۱ انجام می‌شود. اما رسم قطعات بزرگ ریختگی در مقیاس‌های ۱:۲/۵، ۱:۵، ۱:۱۰ نیز مجاز و قابل اجرا است.

در شکل ۲ دو نمونه از نقشه مکانیکی و مدل‌سازی نشان داده شده است.



شکل ۲

رسم ساختمان مدل: در این نقشه سطح جدایش مدل، تعداد قطعات چوب، جهت الیاف چوب و... به مقیاس استاندارد رسم می‌شود.



شکل ۳

الف) سطح جدایش قالب

سطحی که دو لنگه قالب از روی هم جدا می‌شوند سطح جدایش قالب است. معمولاً سطح جدایش دو نیمه قالب افقی است. اما می‌تواند یکنواخت و یا غیریکنواخت باشد. در حالت یکنواخت کیفیت قالب بهتر و ساخت آن راحت‌تر است.

ب) سطح جدایش مدل

سطحی که تکه‌های مدل از هم جدا می‌شوند و یا سطحی که شیب مدل براساس آن اعمال می‌شود را سطح جدایش مدل می‌نامند. اغلب مدل‌ها دارای سطح جدایش افقی هستند. همچنین به‌منظور سهولت و کیفیت بهتر قالب‌گیری، سطح جدایش مدل بهتر است یکنواخت باشد. مدل باید طوری طراحی شود که به‌راحتی از محفظه قالب خارج شود. به همین دلیل مدل‌ها یک تکه و یا چند تکه ساخته شده و دیواره‌های قائم آن را شیب می‌دهند. سطح جدایش بیانگر نحوه ساخت مدل، نحوه قالب‌گیری و مونتاژ ماهیچه، نوع ماهیچه و غیره می‌باشد.

پارامترهای مؤثر برای تعیین سطح جدایش:

سطح جدایش باید محلی باشد که:

- قطعه با بیشترین کیفیت تولید شود.
- مدل به‌راحتی ساخته شود.
- قالب‌گیری و مونتاژ ماهیچه به سهولت انجام شود.
- کمترین احتیاج به عملیات ماشین‌کاری در قطعه باشد.
- کمترین تغییر شکل، تغییر ابعاد و اشتباه مجاز در مدل نسبت به قطعه ایجاد شود.

به‌منظور رعایت موارد فوق همواره سعی شود:

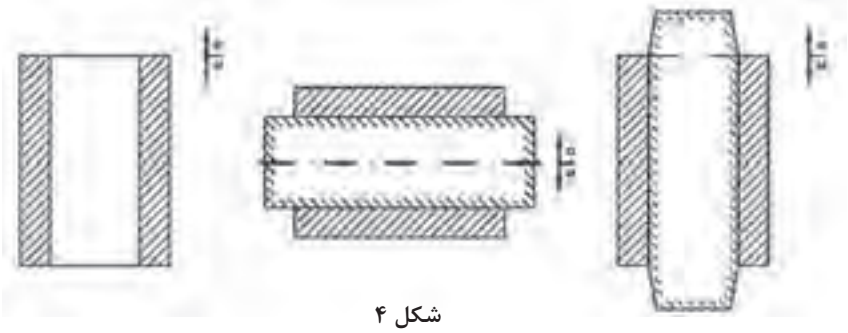
- مدل یک تکه باشد.
- سطح جدایش یکنواخت باشد.
- بیشترین قسمت‌های مدل در درجه زیری قرار گیرد.
- قسمت‌های حساس و ظریف و پیچیده در کف درجه زیری باشد.

نکته

۱ بوش‌ها، فلنچ‌ها، غلتک‌ها، استوانه‌ها و قطعات مشابه برای ایجاد بهترین کیفیت باید عمودی قالب‌گیری شود.
۲ قطعات مسطح با ضخامت کم و سطح وسیع بهتر است به‌منظور جلوگیری از ایجاد شکم در قطعه و یا مشکل نرسیدن مذاب به دلیل کاهش دما و سیالیت مذاب به ضرورت عمودی قالب‌گیری شود.
* پره‌ها، قیدها و قسمت‌های ضعیف و حساس باید در درجه زیری باشد.

نمایش سطح جدایش

نمایش سطح جدایش با خط و نقطه ضخیم خطوط اصلی است (طول پاره‌خط‌ها برحسب ابعاد نقشه بین ۳ تا ۱۵ میلی‌متر باشد) و هرگاه خط سطح جدایش با خط اصلی نقشه منطبق شد ترجیحاً خط اصلی رسم شود. پس از ترسیم سطح جدایش علامت سطح جدایش ترسیم می‌شود. این علامت مطابق شکل زیر می‌باشد و معمولاً در تصویر اصلی سمت راست به فاصله تقریبی ۱۰ میلی‌متر از نمای اصلی قطعه ترسیم می‌گردد. طول پاره‌خط افقی ۵ میلی‌متر و طول پیکان‌ها هرکدام ۵ میلی‌متر است.



شکل ۴

استانداردهای ترسیم

- فلزات سبک در برش هاشور ۴۵ درجه با فاصله ۲/۵ تا ۳
- فلزات سنگین در برش هاشور ۴۵ درجه با فاصله ۱/۵ تا ۲
- ماهیچه در برش هاشور ۴۵ درجه کوتاه به طول ۳ تا ۵ میلی‌متر با فاصله ۲ تا ۴ میلی‌متر
- ماهیچه در نما با رنگ طوسی و نقاط بی‌شمار

شکل ۵

اضافه تراش و یا تراش مجاز

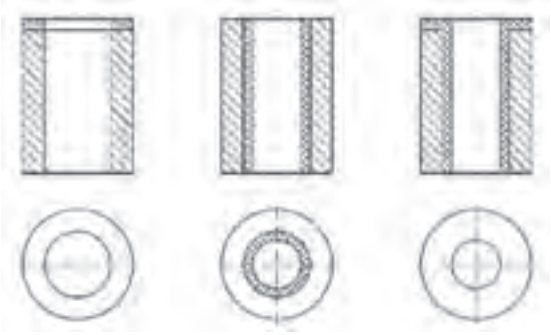
دقت ابعادی و کیفیت سطحی اغلب قطعات ریخته‌گری پایین است. بنابراین نیازمند عملیات تکمیلی مانند ماشین‌کاری هستند و همچنین به‌منظور حذف مک‌ها، حفره‌ها و ناخالصی‌های سطحی باید اغلب قطعات ریخته‌گری را براده‌برداری کرد، به‌همین منظور در محل‌هایی که احتیاج به براده‌برداری است. متناسب با روش براده‌برداری باید اندازه اضافی در نظر گرفت که به آن اضافه ماشین‌کاری یا تراش مجاز گویند.

نمایش اضافه تراش

هرگاه محدوده اضافه تراش قابل رؤیت باشد محدوده اضافه تراش با خط پر و ضخیم به ضخامت خطوط اصلی ترسیم می‌شود. اگر محدوده تراش در نما باشد با رنگ زرد مشخص می‌شود. و اگر محدوده تراش در برش باشد سمت‌هایی که در تماس با صفحه برش است رنگ زرد و هاشور ۴۵ درجه ضربدر می‌خورند و قسمت‌هایی که در تماس با صفحه برش نیست فقط رنگ زرد خواهد خورد.

محدوده تراش اگر قابل رؤیت نباشد رسم نمی‌شود، مانند شکل‌های روبه‌رو:

در نما ـ سطح داخلی ـ سطح رویی در برش ـ سطح رویی و داخلی در برش



شکل ۶

نکته

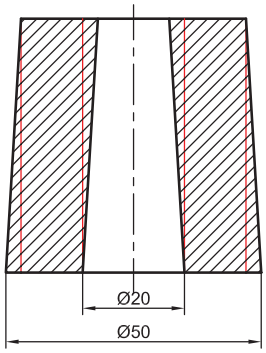
رنگ زرد استاندارد نمی‌باشد و فقط در مراکز آموزشی برای فهم راحت‌تر نقشه استفاده می‌گردد.

شیب مجاز

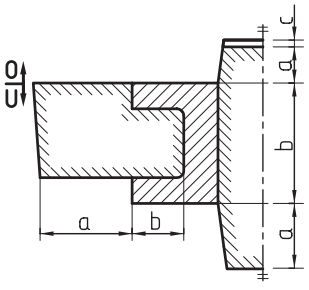
طراحی مدل باید طوری باشد که مدل به‌سهولت از قالب خارج شود، بنابراین دیواره‌های عمودی آن را شیب می‌دهیم.

نمایش شیب

شیب هیچ‌گاه به‌طور مستقل رسم نمی‌شود اگر شیب به قطعه اضافه شود همانند قطعه و اگر به اضافه تراش اضافه شود مانند اضافه تراش ترسیم می‌شود.



رسم ماهیچه در نقشه مدل‌سازی: ماهیچه از دو قسمت جان ماهیچه و ریشه (تکیه‌گاه) ماهیچه تشکیل می‌شود. جان ماهیچه قسمت‌های داخلی و یا خارجی قطعه را می‌پوشاند و ریشه ماهیچه نگه‌داری و تعادل ماهیچه در قالب را تضمین می‌کند. (شکل۷)

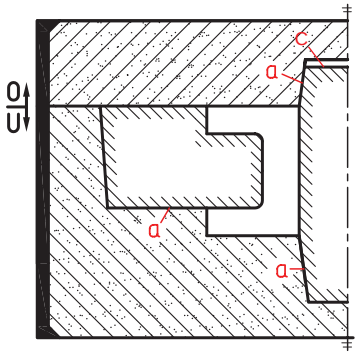


شکل ۷

a = ریشه ماهیچه
b = جان ماهیچه
c = فضای خالی پشت ماهیچه

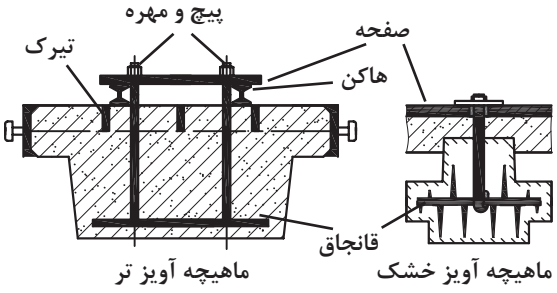
رسم ماهیچه در نقشه قالب‌گیری: جان ماهیچه فضای خالی قالب را پر می‌کند و ریشه ماهیچه در داخل قالب به شکل بسته (محصور) قرار می‌گیرد. (شکل ۸)

قسمت‌های a ریشه ماهیچه است که به‌وسیله ماسه قالب‌گیری محصور شده است.



شکل ۸

رسم تقویت‌کننده‌ها: برای تقویت ماهیچه‌های بزرگ به‌ویژه ماهیچه‌های آویز و ماهیچه‌های پایه که ماهیچه‌های دیگر روی آن سوار و مونتاژ می‌شوند از وسایل تقویت‌کننده به نام‌های هاکن، قانجاق، صفحه، پیچ و مهره و غیره استفاده می‌شود. (شکل۹)

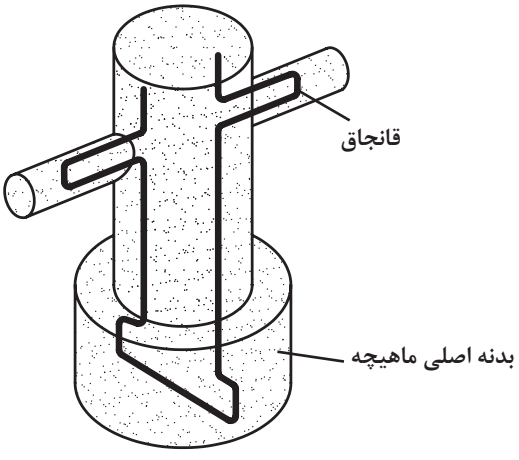


شکل ۹

همچنین برای تقویت قسمت‌های ضعیف ماهیچه (تضمین اتصال قسمت‌های نازک به بدنه اصلی ماهیچه) نیز از قانجاق استفاده می‌شود.

توجه

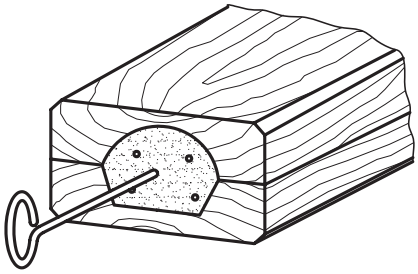
تیرک‌های درجه، هاکن‌ها، قانجاق‌ها و... در رسم مدل، رسم قالب و رسم ماهیچه با رنگ سیاه مشخص می‌شوند. (شکل ۱۰)



شکل ۱۰

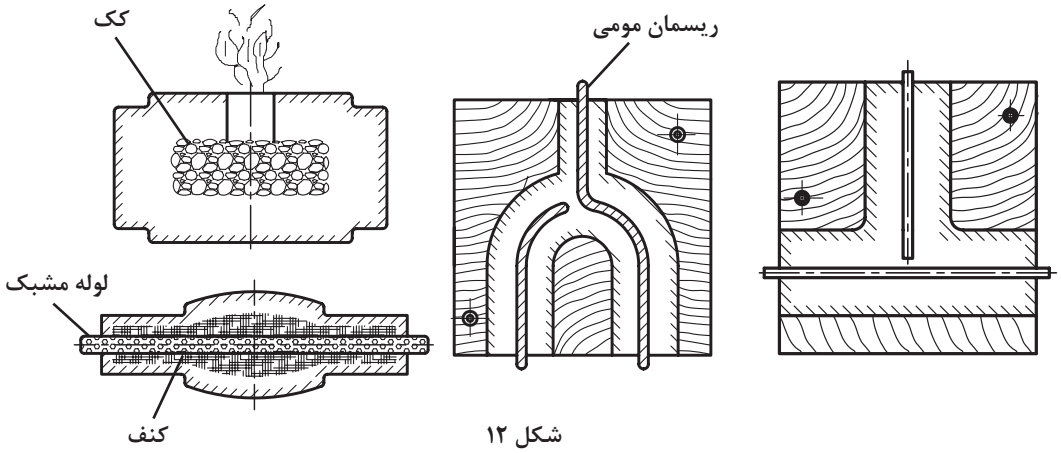
رسم کانال خروج هوا: برای خروج بهتر گاز و هوای داخل ماهیچه باید کانال خروج هوا در ماهیچه ایجاد کرد. کانال خروج هوا به‌وسیلهٔ وسایلی مانند سیخ، لوله، ریسمان، کنف و... در قسمت‌های مرکزی ماهیچه ایجاد می‌شود.

ماهیچه‌هایی که حجم کمتری دارند گاز کمتری تولید می‌کنند لذا برای نشان‌دادن کانال خروج هوا کافی است که سیخ هوا فرو رفته در ماهیچه را رسم کنند. (شکل۱۱)



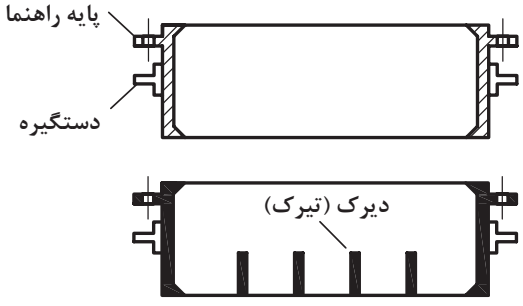
شکل ۱۱

ماهیچه‌هایی که حجم بزرگ‌تری دارند گاز بیشتری تولید می‌کنند لذا برای ایجاد کانال بزرگ‌تر از لوله، ریسمان مومی، کنف و زغال کک در مرکز ماهیچه برای خروج گاز استفاده می‌شود. (شکل۱۲)



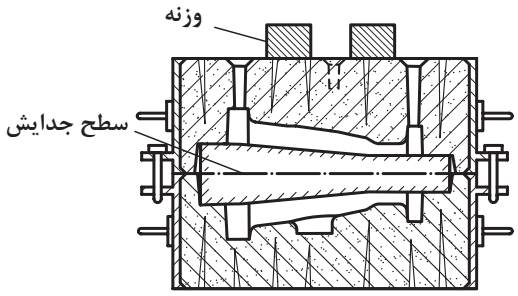
شکل ۱۲

رسم درجه قالب‌گیری: درجه‌های فلزی متناسب با فرم و ابعاد مدل ساخته می‌شود که به شکل‌های مختلف مربع، مستطیل، مدور، چند ضلعی و... مورد استفاده قرار می‌گیرند. در قسمت جانبی درجه، پایه و دسته درجه وجود دارد که در داخل پایه سوراخ راهنما برای قرار دادن میل راهنما (پین) ایجاد شده است، درجه‌های فلزی در برش با هاشور ۴۵ درجه نشان داده می‌شوند که امروزه ضخامت آن را به رنگ سیاه رسم و مشخص می‌کنند. شکل۱۳ درجه بدون ماسه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳

شکل۱۴ درجه با ماسه و ماهیچه و قطعه ریخته‌شده را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴

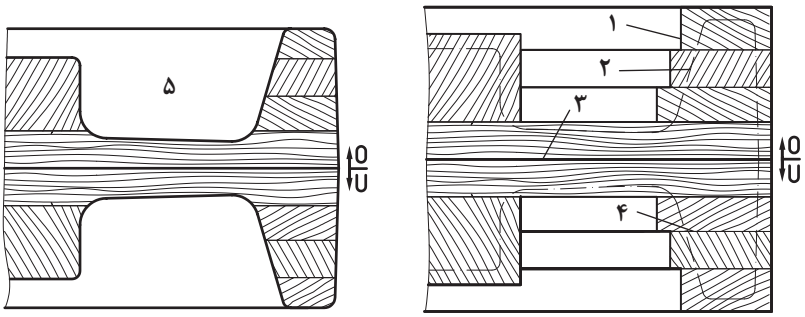
نحوه رسم نقشه ساختمان مدل، جعبه ماهیچه و قالب‌گیری

نحوه رسم ساختمان مدل و جعبه ماهیچه

بعد از رسم نقشه مدل‌سازی رسم ساختمان مدل چوبی انجام می‌شود. در این نقشه سطح جدایش مدل و قالب‌گیری، تعداد قطعات چوب، جهت الیاف چوب، نوع اتصال، ابزار و یراق مخصوص خارج کردن مدل از قالب، جای مبردها، جای پین‌ها و... به مقیاس استاندارد رسم می‌شود.

در مواردی که مدل و جعبه ماهیچه به وسیله ماشین تراش و یا ماشین فرز به اتمام می‌رسد، ابتدا رسم خام و سپس نقشه پایانی رسم می‌شود. در رسم خام تعداد قطعات چوب، محل درز چسب، مرز خام، مرز تمام‌شده، سطح جدایش و... و در رسم پایانی علاوه بر موارد فوق اندازه مدل، شیب مدل، جهت قالب‌گیری، متعلقات مدل و... تعیین و رسم می‌شود.

الف) علاوه بر نکات فوق در رسم خام، مرز چوب چسبانی (مرز اولیه) با خط اصلی و مرز ثانویه (مرز مدل) با خط و نقطه نازک رسم می‌شود. (شکل۱۵)

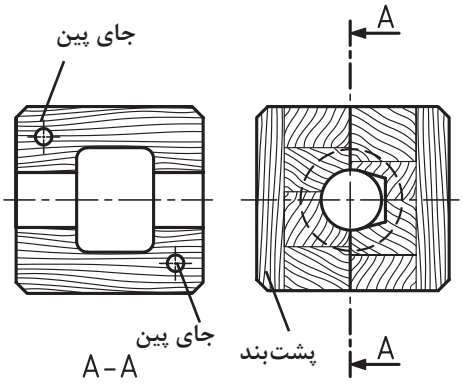


۱ـ مرز خام(اولیه) ۲ـ مرز اصلی ۳ـ سطح جدایش ۴ـ درز چسب ۵ـ نیمه رویی و زیری مدل در برش

شکل ۱۵

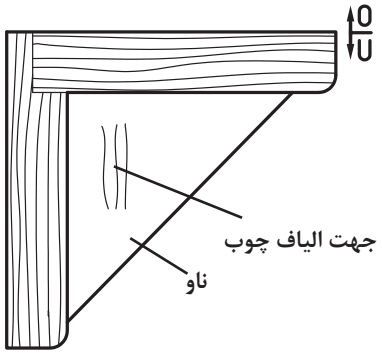
۱ مرز خام (اولیه)
۲ مرز اصلی
۳ سطح جدایش
۴ درز چسب
۵ نیمه رویی و زیری مدل در برش

ب) در نقشه ساختمان جعبه ماهیچه علاوه بر موارد گفته‌شده، جای پین‌ها و پشت‌بندها نیز تعیین و رسم می‌شود. (شکل ۱۶)



شکل ۱۶

ج) در نقشه ساختمان مدل و جعبه ماهیچه تیغه‌های تقویت‌کننده (ناو) بدون هاشور (سفید) رسم می‌شود و فقط جهت الیاف چوب در ناو با چند هاشور کوتاه مشخص می‌شود. (شکل ۱۷)

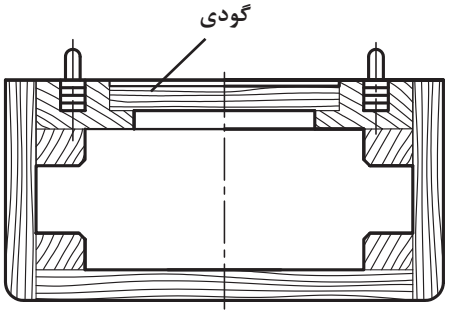


شکل ۱۷

تذکر

قسمت‌های توخالی مدل و جعبه ماهیچه در برش در تصویر مجسم (پرسپکتیو) بدون هاشور (سفید) رسم می‌شود.

د) در نقشه ساختمان مدل و جعبه ماهیچه، مرز مشترک چوب‌های به هم چسبانده شده (درز چسب) با خط فرعی (نازک) و سایر قسمت‌های آن با خط اصلی (پر) رسم می‌شود. همچنین جهت الیاف چوب با خط طولی نازک (موجی‌شکل) و یا شعله‌ای و سرچوب ۴۵ درجه نازک، با دست آزاد رسم می‌شود. (شکل‌های ۱۶، ۱۷، ۱۸)



شکل ۱۸

۱ استاندارد چوب‌های مدل‌سازی: برابر دین ۱۵۱۱ آلمان چوب‌های مدل‌سازی با علائم زیر دسته‌بندی شده‌اند. (جدول ۱)

جدول ۱ ـ استاندارد چوب‌ها

علایم اختصاری	گونه و جنس چوب
H_{1a}	چوب فشرده و سخت
H_1	افرا، گلابی، گردو، گیلاس و ...
H_2	توسکا، نمدار، کاج، سرو و ...
H_3	کاج سفید، کاج مخملی و ...

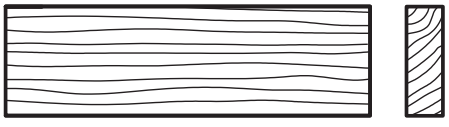
H_{1a}: به معنی چوب فشرده و سخت، کاربرد آن در مدل‌های ماشینی است. (مدل‌هایی که با ماشین فرز کپی یا CNC ساخته می‌شوند).

H_1: به معنی چوب سخت، کاربرد آن در مدل‌های کوچک است.

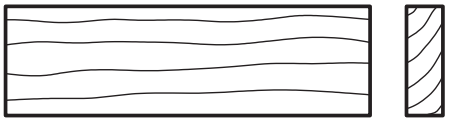
H_2: به معنی چوب نیمه سخت، کاربرد آن در مدل‌های متوسط است.

H_3: به معنی چوب نرم، کاربرد آن در مدل‌های بزرگ توخالی است.

شکل۱۹ـ الف ـ هاشور سر چوب و راه چوب در چوب‌های فشرده و سخت و شکل ۱۹ـ ب هاشور سر چوب و راه چوب در چوب‌های نرم با الیاف باز را نشان می‌دهد.

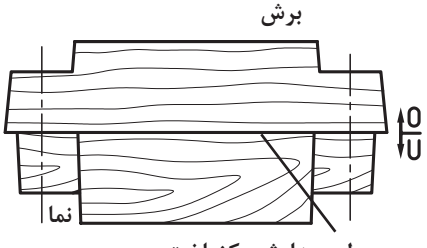


شکل ۱۹ـ الف

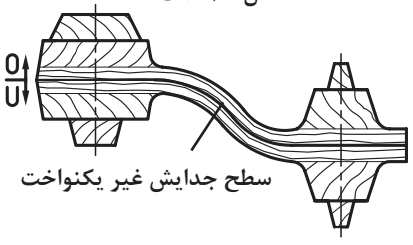


شکل ۱۹ـ ب

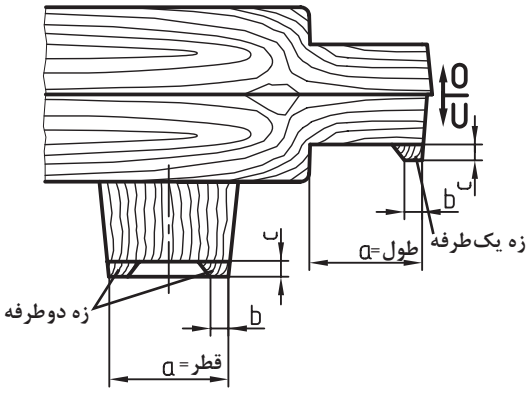
۲ رسم سطح جدایش در ساختمان مدل و جعبه ماهیچه: این رسم هم در نما و هم در برش با خط اصلی(پُر) انجام می‌شود. سطح جدایش مدل و جعبه ماهیچه معمولاً به دو شکل یکنواخت (مستقیم) (شکل ۲۰ـ الف) و غیریکنواخت (شکسته) رسم می‌شود. (شکل ۲۰ـ ب)



شکل ۲۰ـ الف

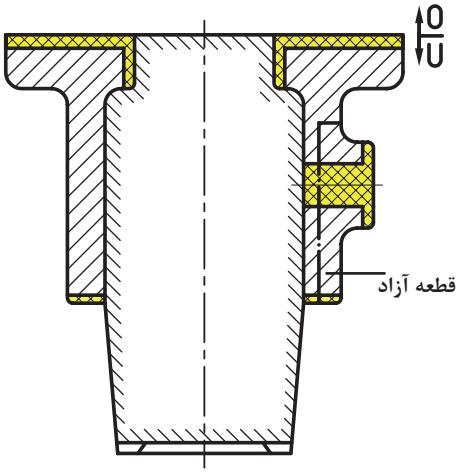


شکل ۲۰ـ ب



شکل ۲۱

۳ رسم زه ریزش ماسه در ساختمان مدل: مقدار آن از جدول ۹ تعیین می‌شود و سپس به نقشه ساختمان مدل منتقل و رسم می‌شود. این رسم با خط اصلی (پُر) در کف تکیه‌گاه مدل به شکل یک‌طرفه و دوطرفه انجام می‌شود. ارتفاع زه (c) پهنای آن (b)، با استفاده از قطر یا طول تکیه‌گاه (a) به‌دست می‌آید. مقطع زه ریزش ماسه در ساختمان مدل چوبی با هاشور ۴۵ درجه (سر چوب) رسم می‌شود. (شکل ۲۱)

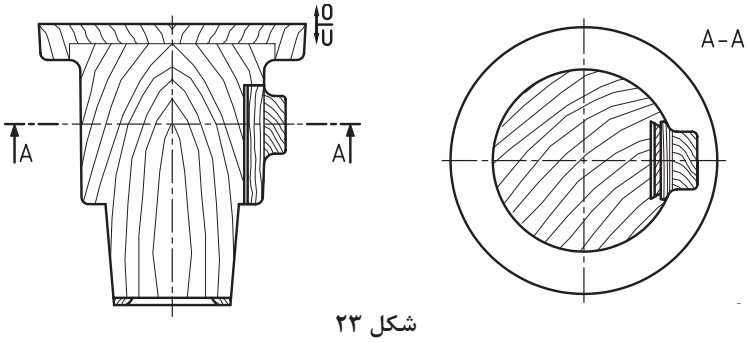


شکل ۲۲

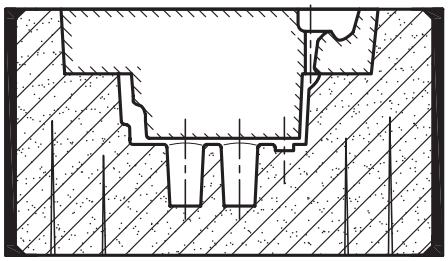
۴ رسم قطعه آزاد مدل: در مواردی که تعداد کمی قطعه ریختگی مورد نیاز باشد جهت حذف ماهیچه‌های جانبی، زائده‌های جانبی موجود در قطعه را به شکل قطعه آزاد می‌سازند. علایم رسم قطعه آزاد در نقشه‌های مدل‌سازی و ساختمان مدل به قرار زیر است:

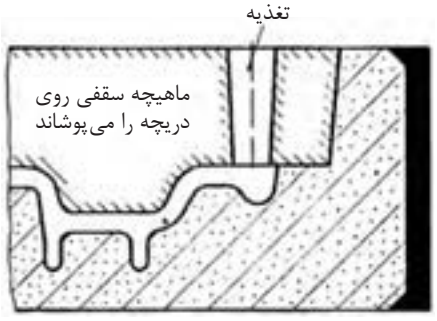
الف) رسم قطعه آزاد در نقشه مدل‌سازی: مرز مشترک بین قطعه آزاد و مدل (سطح جدایش قطعه آزاد با مدل) با خط بریده ضخیم و نقطه رسم می‌شود. هاشور قطعه آزاد و مدل مانند هاشور قطعه، به شکل ۴۵ درجه و هم‌جهت با آن رسم می‌شود. (شکل ۲۲)

ب) رسم قطعه آزاد مدل، در نقشه ساختمان مدل: مرز مشترک بین قطعه آزاد و مدل (سطح جدایش) با خط اصلی (پُر) رسم می‌شود. هاشور قطعه آزاد بسته به جهت قرار گرفتن الیاف چوب به شکل‌های ۴۵ درجه موجی و یا موازی موجی رسم می‌شود (شکل ۲۳). ضمناً در ساختمان مدل‌های فلزی هاشور قطعه آزاد عکس هاشور بدنه اصلی مدل است.



شکل ۲۳





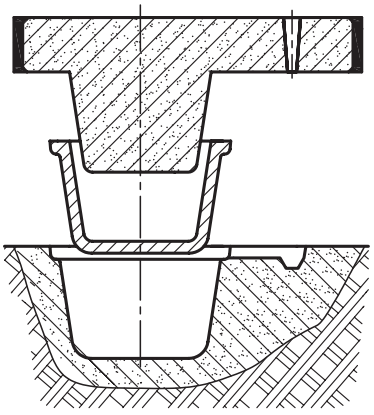
شکل ۲۴

رسم قالب‌گیری (نقشه قالب‌گیری)

در نقشه قالب‌گیری محفظه قالب، سیستم‌های راهگاهی و تغذیه، کانال‌های خروجی هوا، مبرد، قانجاق، چپلت، ماهیچه و... در قالب‌های ماسه‌ای رسم می‌شود. رسم قالب‌گیری به دو صورت رسم قالب‌گیری در برش و رسم قالب‌گیری در نما می‌باشد.

۱ **رسم قالب‌گیری در برش:** در این نقشه سطح جدایش قالب‌گیری، محفظه قالب، راهگاه، تغذیه و... با خط پر و ضخیم رسم می‌شود.

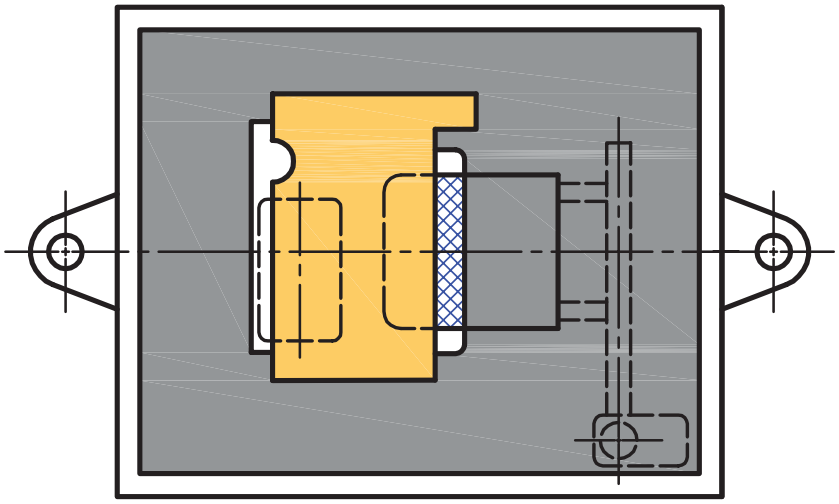
- هاشورهای قالب رویی در جهت عکس هاشورهای قالب زیری به‌طور ۴۵ درجه و با خط پر نازک رسم می‌شوند. فضای خالی بین هاشورها با نقطه‌های سیاه بی‌شمار پر می‌گردد. ضخامت درجه و پایه‌های آن و مبرد به رنگ سیاه رسم می‌شود.
- چپلت‌های داخل قالب ابتدا با خط پر و ضخیم رسم می‌شود و سپس داخل آنها با نقطه‌های کم رنگ (طوسی رنگ) پر می‌گردد.
- صفحات داخل ماهیچه و قانجاق‌ها به‌ترتیب با هاشور ۴۵ درجه و با رنگ سیاه رسم می‌شوند.
- ماهیچه‌های پوششی روباز و روبسته در داخل قالب‌های یک درجه‌ای و دو درجه‌ای باهاشور ۴۵ درجه کوتاه رسم می‌شوند.
- خط جدایش: قبل از محفظه قالب به‌صورت خط اصلی، در داخل ماهیچه‌ها به‌صورت خط و نقطه ضخیم و در محفظه قالب به‌صورت خط اصلی رسم می‌شوند. (شکل ۲۴)
- مراحل قالب‌گیری زمینی رو بسته همراه با مدل و قطعه ماهیچه مانند شکل ۲۵ رسم می‌شود.



شکل ۲۵

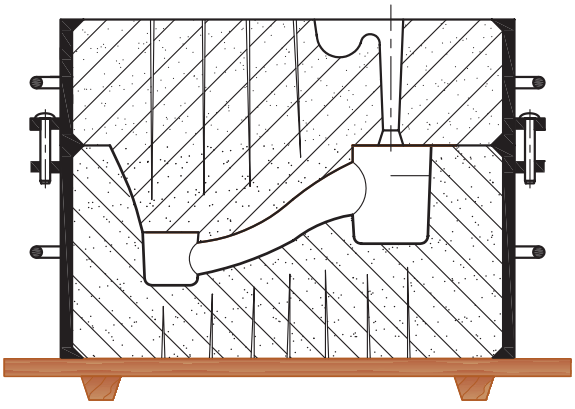
۲ **رسم قالب‌گیری در نما:** در این نقشه محفظه قالب، چپلت، مبرد، قانجاق، سیستم‌های راهگاهی، ماهیچه و سایر اجزای تشکیل‌دهنده قالب در صورت دید با خط پر ضخیم و در صورت ندید با خط بریده ضخیم، پاره‌خط رسم می‌شود:

- سطح قالب: دانه‌های ماسه با نقطه سیاه بی‌شمار پوشیده می‌شود.
- سطح ماهیچه: با نقطه‌های کم‌رنگ بی‌شمار پوشانیده می‌شود.
- محل حوضچه و کانال‌های اصلی و فرعی در روی سطح قالب زیری با خط بریده و ضخیم رسم می‌شود.
- سطح مبرد با هاشور ۴۵ درجه دوطرفه و با خط نازک پوشانیده می‌شود.
- لبه‌های داخلی و خارجی درجه همراه با پایه‌های آن با خط پر و ضخیم رسم می‌شوند. (شکل ۲۶)



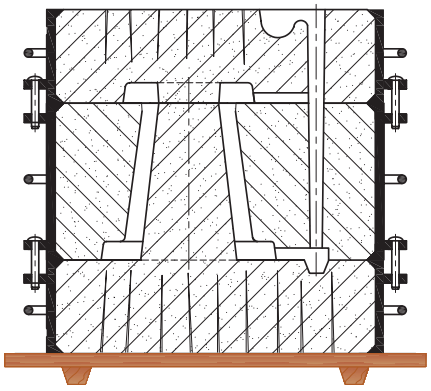
شکل ۲۶

۳ **رسم قالب‌گیری دو درجه‌ای با سطح جدایش غیریکنواخت:** در این نقشه سطح جدایش قالب با خط پر ضخیم و سطح جدایش مدل با پاره‌خط و نقطه ضخیم رسم می‌شود. (شکل ۲۷)



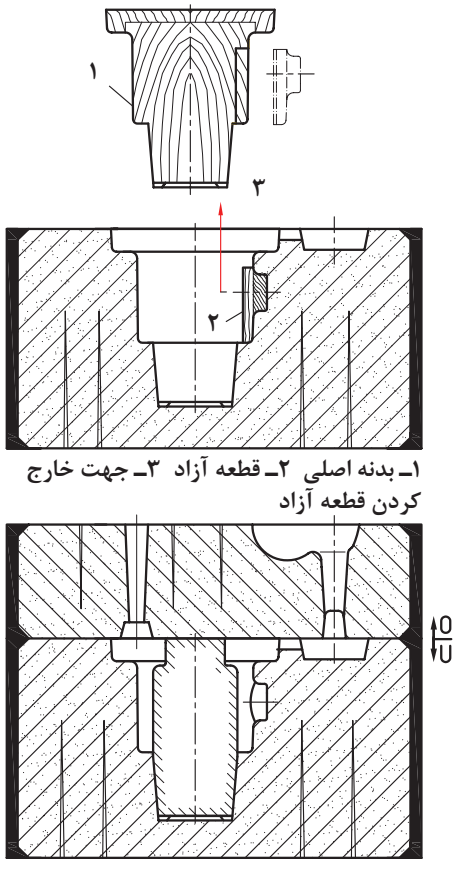
شکل ۲۷

۴ رسم قالب‌گیری سه درجه‌ای: در این نقشه سطح جدایش قالب‌ها با خط پر و ضخیم و سطح جدایش مدل با پاره خط و نقطه ضخیم رسم می‌شود. (شکل ۲۸)



شکل ۲۸

۵ رسم قالب‌گیری با قطعه آزاد: در این نقشه سطح جدایش قطعه آزاد با خط پر و ضخیم نشان داده می‌شود و جهت خارج‌شدن آن از قالب با پیکان نشان داده می‌شود. (شکل ۲۹)



۱ـ بدنه اصلی ۲ـ قطعه آزاد ۳ـ جهت خارج کردن قطعه آزاد

شکل ۲۹

اضافه انقباضی یا اضافه مجاز

اغلب فلزات و آلیاژها در اثر افزایش دما دچار انبساط و افزایش حجم می‌شوند و با کاهش دما دچار انقباض و کاهش حجم می‌شوند، این پدیده برای مذابی که قرار است از دمای فوق ذوب تا دمای محیط سرد شود نیز رخ می‌دهد.

مراحل سرد شدن مذاب را می‌توان به‌صورت زیر تقسیم کرد:

۱ کاهش دما از فوق ذوب تا نقطه ذوب

این مرحله در فاز مایع است، کاهش حجم مذاب یا انقباض مذاب از فوق ذوب تا نقطه ذوب بایستی در حین مذاب‌ریزی جبران شود.

۲ کاهش حجم مذاب از نقطه ذوب تا نقطه انجماد

این حالت در فاز مایع + جامد است، با گذشت زمان انقباض ایجاد می‌شود. جبران انقباض و کاهش حجم این مرحله توسط سیستم تغذیه‌گذاری و سیستم راهگاهی می‌باشد.

۳ کاهش دما و حجم از نقطه انجماد تا دمای محیط

این حالت در فاز جامد است. کاهش حجم این مرحله به‌صورت خطی در تمام جهات یکنواخت است. چون قطعه جامد شده با کاهش دما منقبض می‌شود پس مدل را بایستی به‌اندازه این انقباض که انقباض در فاز جامد نامیده می‌شود بزرگ‌تر از قطعه ساخت. جبران این مرحله توسط مدل‌ساز صورت می‌گیرد یعنی مدل باید به‌اندازه انقباض فاز جامد بزرگ‌تر از قطعه باشد.

عوامل مؤثر در مقدار انقباض

۱ جنس قطعه

۲ شرایط محیط (فشار ـ رطوبت و...)

۳ جنس قالب

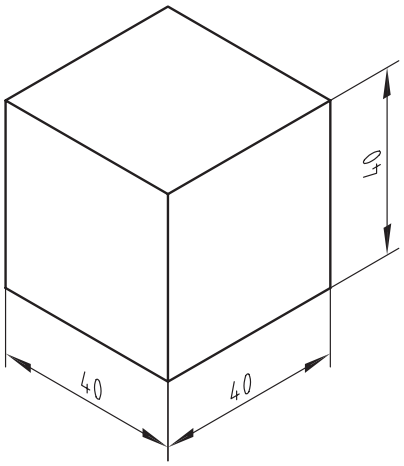
۴ ابعاد قطعه

و...

با توجه به عوامل فوق مقدار انقباض استانداردشده و عدد آن از روی جدول۲ تعیین می‌شود.

جدول ۲ــ درصد انقباض تئوری و عملی فلزات در قالب‌های موقت

جنس فلز	درصد انقباض تئوری	درصد انقباض عملی
چدن خاکستری	۱	۰/۵ ..... ۱/۳
چدن با گرافیت کروی بدون عملیات حرارتی	۱/۲	۰/۸ ..... ۲
چدن با گرافیت کروی با عملیات حرارتی	۰/۵	۰ ..... ۰/۸
چدن تمپر سفید (GTW)	۱/۶	۱ ..... ۲
چدن تمپر سیاه (GTS)	۰/۵	۰ ..... ۱/۵
فولاد ریختگی	۲	۱/۵ ..... ۲/۵
فولاد منگنز	۲/۳	۲/۳ ..... ۲/۸
آلیاژهای آلومینیوم	۱/۲	۰/۸ ..... ۱/۵
آلیاژهای منیزیم	۱/۲	۱ ..... ۱/۵
مس الکترولیت	۱/۹	۱/۵ ..... ۲/۱
آلیاژ مس و قلع (برنز)	۱/۵	۰/۸ ..... ۲
آلیاژ مس و قلع و روی (برنج قرمز)	۱/۳	۰/۸ ..... ۱/۶
آلیاژ مس و روی (برنج)	۱/۲	۰/۸ ..... ۱/۸
آلیاژ مس مخصوص[Cu-Zn-Mn (Fe-A۱)	۲	۱/۸ ..... ۲/۳
آلیاژهای آلومینیوم برنز	۲/۱	۱/۹ ..... ۲/۳
آلیاژ روی	۱/۳	۱/۱ ..... ۱/۵
فلزات سفید (آلیاژهای سرب و قلع)	۰/۵	۰/۴ ..... ۰/۶



شکل ۳۰

پس از تعیین مقدار انقباض، ابعاد مدل از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

رابطه ۱ $LM=(LG\times ۱۰۰)/(۱۰۰-S)$

LM: اندازه مدل

LG: اندازه قطعه

S: درصد انقباض

رابطه ۱ دقیق است و برای مدل‌های مورد استفاده در قالب‌گیری ماشینی به‌کار می‌رود.

رابطه ۲ $LM=(LG\times S)/۱۰۰+LG$

تقریبی است و برای مدل‌های چوبی مورد استفاده در قالب‌گیری دستی مناسب است.

مثال: اگر مقدار انقباض قطعه مکعبی (شکل ۳۰) به ضلع ۴۰ میلی‌متر برابر ۱/۲۵ درصد باشد، اندازه‌های اولیه مدل برای قالب‌گیری دستی چقدر است؟ سپس قطعه را با ابعاد جدید با در نظر گرفتن انقباض آن مجدد ترسیم نمایید.

حل: برای حل مسئله ابتدا رابطه مربوط به انقباض تقریبی را می‌نویسیم.

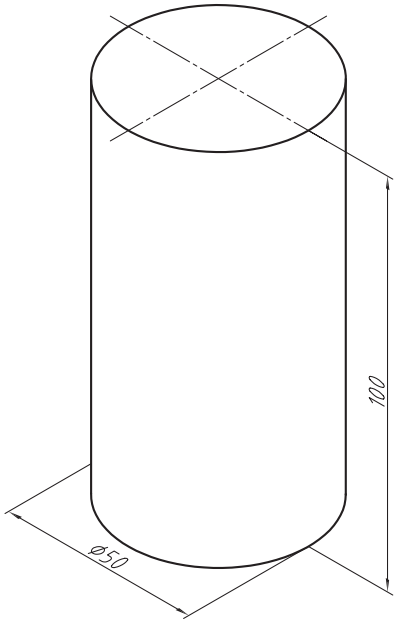
$LM=(LG\times S)/۱۰۰+LG$

سپس اندازه مدل را محاسبه می‌کنیم.

$S=۱/۲۵$ درصد انقباض

$Lm = LG + LG \times S/۱۰۰$

$$LG = ۴۰mm \rightarrow LM = \frac{LG\times S}{۱۰۰} + LG = \frac{۴۰\times ۱/۲۵}{۱۰۰} + ۴۰ = ۴۰/۵\ mm$$



شکل ۳۱

مثال: اگر مقدار انقباض قطعه استوانه‌ای (شکل۳۱) به قطر ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱۰۰ میلی‌متر برابر ۱/۱ درصد باشد اندازه‌های اولیه مدل برای قالب‌گیری دستی چقدر است؟ سپس قطعه را با ابعاد جدید با در نظر گرفتن انقباض آن مجدد ترسیم نمایید.

حل: برای حل مسئله ابتدا رابطه مربوط به انقباض تقریبی را می‌نویسیم.

$$LM = \frac{LG\times S}{۱۰۰} + LG$$

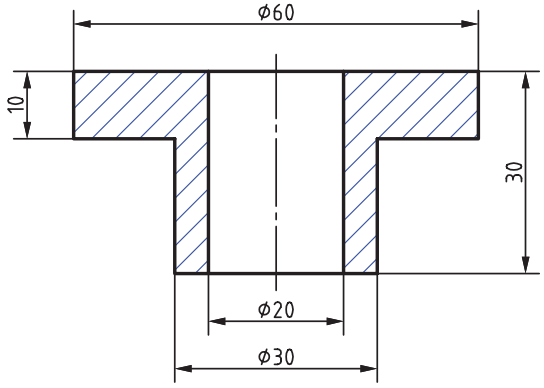
سپس برای محاسبه اندازه مدل از بزرگ‌ترین اندازه قطعه شروع و به‌ترتیب به کوچک‌ترین اندازه آن ختم می‌کنیم.

S=۱/۱ درصد انقباض

$$LG۱=۱۰۰mm \rightarrow LM_{۱}=\frac{LG_{۱}\times S}{۱۰۰}+LG_{۱}=\frac{۱۰۰\times ۱/۱}{۱۰۰}+۱۰۰=۱۰۱/۱\,mm$$

$$LG۲=۵۰mm \rightarrow LM_{۲}=\frac{LG_{۲}\times S}{۱۰۰}+LG_{۲}=\frac{۵۰\times ۱/۱}{۱۰۰}+۵۰=۵۰/۵۵\,mm$$

مثال: اگر مقدار انقباض قطعه (شکل ۳۲) برابر ۱/۲ درصد باشد اندازه‌های اولیه مدل برای قالب‌گیری دستی چقدر است. سپس قطعه را با ابعاد جدید با در نظر گرفتن انقباض آن مجدد ترسیم نمایید.



شکل ۳۲

حل: برای حل مسئله ابتدا رابطه مربوط به انقباض تقریبی را می‌نویسیم.

$$LM=\frac{LG\times S}{۱۰۰}+LG$$

سپس برای محاسبه اندازه مدل از بزرگ‌ترین اندازه قطعه شروع و به‌ترتیب به کوچک‌ترین اندازه آن ختم می‌کنیم.
S=۱/۲ درصد انقباض

$$LG۱=۶۰mm \rightarrow LM_{۱}=\frac{LG_{۱}\times S}{۱۰۰}+LG_{۱}=\frac{۶۰\times ۱/۲}{۱۰۰}+۶۰=۶۰/۷۲\,mm$$

$$LG۲=۳۰mm \rightarrow LM_{۲}=\frac{LG_{۲}\times S}{۱۰۰}+LG_{۲}=\frac{۳۰\times ۱/۲}{۱۰۰}+۳۰=۳۰/۳۶\,mm$$

$$LG۳=۲۰mm \rightarrow LM_{۳}=\frac{LG_{۳}\times S}{۱۰۰}+LG_{۳}=\frac{۲۰\times ۱/۲}{۱۰۰}+۲۰=۲۰/۲۴\,mm$$

$$LG۴=۱۰mm \rightarrow LM_{۴}=\frac{LG_{۴}\times S}{۱۰۰}+LG_{۴}=\frac{۱۰\times ۱/۲}{۱۰۰}+۱۰=۱۰/۱۲\,mm$$

در پایان مجدد قطعه با ابعاد جدید ترسیم می‌شود.

نکته

در مواردی که علاوه بر مدل چوبی، مدل فلزی نیز باید ساخته شود مقدار انقباض ۲ بار محاسبه می‌گردد که آن را انقباض مضاعف گویند. $S=S_{۱}+S_{۲}$ و پس از به‌دست آوردن درصد انقباض کل از روابط قبلی جهت تعیین و محاسبه اندازه دقیق یا تقریبی مدل استفاده می‌کنیم.

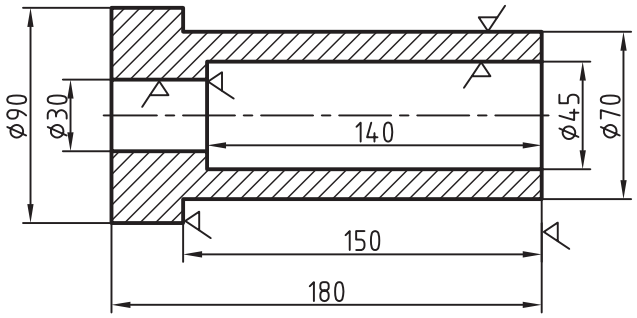
مثال: اگر مدل فلزی از جنس برنج قرمز با انقباض ۱/۳ درصد ساخته شود و قطعه‌ای از چدن با گرافیت کروی با انقباض ۱/۲ درصد ریخته شود درصد انقباض مضاعف برای ساختن مدل چوبی چقدر است؟

$$\left.\begin{matrix} S_1 = ۱/۳ \\ S_2 = ۱/۲ \end{matrix}\right\} \begin{matrix} S = S_1 + S_2 \\ S = ۱/۳ + ۱/۲ = ۲/۵ \end{matrix}$$

فعالیت‌های زیر را به‌صورت گروه‌های دو نفره انجام دهید.

فعالیت کارگاهی

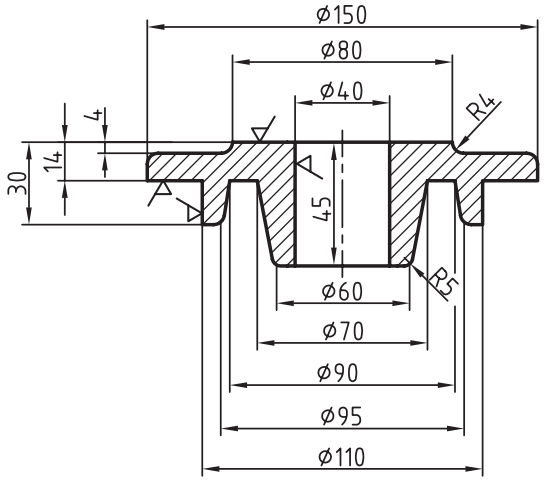
اندازه اولیه مدل قطعه (شکل۳۳) را محاسبه کنید. سپس قطعه را با ابعاد جدید ترسیم نمایید. در صورتی که قطعه از جنس چدن و درصد انقباض آن ۰/۸٪ منظور گردد. (اندازه‌های دقیق و اندازه‌های تقریبی)



شکل ۳۳

فعالیت کارگاهی

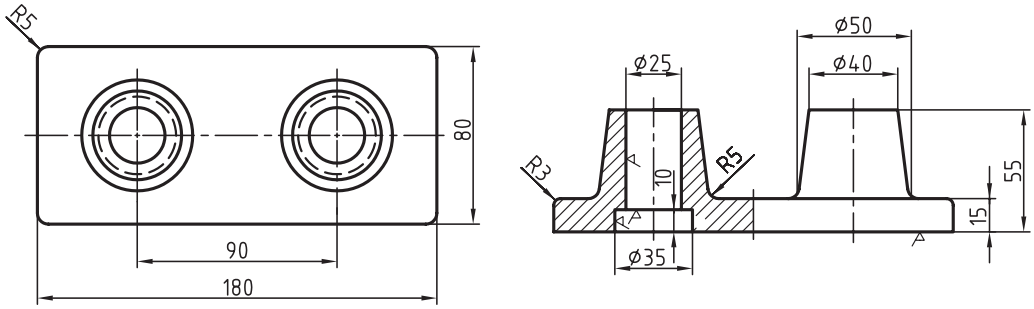
اندازه اولیه مدل، قطعه آلومینیومی (شکل ۳۴) را محاسبه نمایید. سپس قطعه را با ابعاد جدید ترسیم نمایید. در صورتی که مقدار انقباض مجاز قطعه ۱/۲ درصد باشد. (محاسبه به‌صورت تقریبی می‌باشد)



شکل ۳۴

فعالیت کارگاهی

اگر مقدار انقباض قطعه فولادی (شکل۳۵) برابر ۲/۲ درصد باشد، قطعه را با ابعاد جدید ترسیم نمایید. اندازه دقیق اولیه مدل را محاسبه کنید.



شکل ۳۵

فعالیت کارگاهی

چنانچه درصد انقباض مدل فلزی و درصد انقباض خطی قطعه به‌ترتیب ۱/۲ و ۲/۱ درصد باشد. درصد انقباض خطی مدل چوبی چقدر است؟

اضافه تراش

عوامل مؤثر در اضافه تراش مجاز

۱ **جنس قطعه:** هرچه نقطه ذوب بیشتر، چگالی بیشتر، اضافه تراش‌کاری بیشتر

۲ **ابعاد قطعه:** هرچه ابعاد قطعه بزرگ‌تر، اضافه تراش مجاز بیشتر

۳ **جنس قالب:** هرچه جنس قالب مرغوب‌تر اضافه ماشین‌کاری کمتر

۴ **محل ماشین‌کاری:** کمترین احتیاج به عملیات ماشین‌کاری مربوط به سطوح زیرین قطعه می‌باشد و بیشترین میزان اضافه تراش در قسمت‌های فوقانی می‌باشد. سطوح داخلی و جانبی معمولاً متوسط تراش سطوح فوقانی و زیری است. با توجه به عوامل فوق میزان اضافه تراش را استاندارد کرده‌اند و مقدار آن از روی جدول استاندارد قابل قرائت است.

مکان‌هایی که به اضافه تراش احتیاج دارد:

۱ سطوحی که توسط طراح با علامت ▽ مشخص شده.

۲ سوراخ‌های کوچک‌تر از ۲۰ میلی‌متر (این سوراخ‌ها به‌صورت توپر ساخته می‌شوند و سپس توسط ماشین‌کاری و سوراخ‌کاری در قطعه ایجاد می‌شود)

۳ سوراخ‌ها یا فرم‌های داخلی که نسبت ارتفاع به قطر آنها به گونه‌ای است که از طریق قالب‌گیری یا ماهیچه‌گذاری قابلیت تولید ندارند.

۴ محل‌هایی که قرار است پیچ تراشی شود.

محاسبه اضافه مجاز تراش (ماشین‌کاری)

برای تعیین مقدار تراش مجاز از جدول استفاده می‌گردد. به این صورت که بزرگ‌ترین اندازه قطعه در نظر گرفته می‌شود زیرا هرچه ابعاد بزرگ‌تر اضافه تراش بیشتر پس بدین ترتیب ماکزیمم اضافه تراش برای قطعه قرائت می‌شود تا اطمینان حاصل شود هیچ مُک و حفره و ناخالصی درون قطعه باقی نمی‌ماند. با توجه به جنس قطعه (چدن، فولاد، فلزات غیرآهنی) مقدار تراش برای سطوح زیری، سطوح داخلی و جانبی و سطوح رویی مشخص می‌شود. (جدول۳)

نکته

اعدادی که از روی جدول اضافه تراش خوانده می‌شود مربوط به قالب ماسه‌ای تر و قالب‌گیری دستی است (یعنی ماکزیمم اضافه تراش) اگر کیفیت سطح قالب بهتر یا قالب‌گیری ماشینی باشد می‌توان اضافه تراش را کمتر از اعداد جدول گرفت.

جدول ۳ـ استاندارد تراش مجاز در آلیاژهای مختلف بر حسب میلی‌متر

جنس قطعه	اندازه قطعه	سطوح زیری	سطوح داخلی و جانبی	سطوح رویی
چدن	تا ۱۵۰	۲/۵	۳	۵
	تا ۳۰۰	۳	۳/۵	۵/۵
	۳۰۰ ـ ۵۰۰	۴	۵	۶
	۵۰۰ ـ ۹۰۰	۴/۵	۵/۵	۶/۵
	۹۰۰ ـ ۱۵۰۰	۵	۶	۸
فولاد	تا ۱۵۰	۳	۳	۶
	۱۵۰ ـ ۳۰۰	۵	۶	۶
	۳۰۰ ـ ۵۰۰	۶	۶	۸
	۵۰۰ ـ ۹۰۰	۶	۷	۹/۵
	۹۰۰ ـ ۱۵۰۰	۶	۸	۱۲
فلزات غیرآهنی	۱۰ ـ ۷۵	۱/۵	۱/۵	۲
	۷۵ ـ ۲۰۰	۱/۵	۲	۲/۵
	۲۰۰ ـ ۳۰۰	۲	۲/۵	۳
	۳۰۰ ـ ۵۰۰	۲/۵	۳	۳/۵
	۵۰۰ ـ ۹۰۰	۳	۳/۵	۳/۵
	۹۰۰ ـ ۱۵۰۰	۳	۴	۵

تعیین اضافه تراش در سوراخ‌ها: برای مشخص‌کردن اضافه تراش در سوراخ‌ها با استفاده از جدول۴، اندازه قطر سوراخ در ستون قطرها و طول سوراخ در ردیف طول‌ها را پیدا کرده و ستون و ردیف را ادامه می‌دهیم تا یکدیگر را قطع کنند. عدد خانه قطع‌شده مقدار اضافه تراش در شعاع را نشان می‌دهد.

جدول۴ـ استاندارد تراش مجاز در سوراخ‌ها بر حسب میلی‌متر در شعاع

قطر سوراخ بر حسب میلی‌متر		طول سوراخ بر حسب میلی‌متر							
از	تا	۲۰ ۸۰	۸۵ ۱۶۰	۱۶۵ ۲۲۰	۲۲۵ ۳۸۰	۳۸۵ ۵۴۰	۵۴۵ ۷۷۰	۷۷۵ ۱۰۰۰	۱۰۰۰ به بالا
۲۰	۵۰	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۵۵	۱۰۰	۳	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱۰۵	۱۸۰	۴	۴	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱۸۵	۲۲۰	۵	۵	۵	۵	۶	۷	۸	۹
۲۲۵	۵۶۰	۶	۶	۶	۶	۶	۷	۸	۹
۵۶۵	۹۶۰	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۸	۹
۹۶۵	۱۰۰۰	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۹
۱۰۰۰	به بالا	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹

به‌طور مثال برای سوراخی با قطر ۳۰ میلی‌متر و طول ۶۰ میلی‌متر، قطر ۳۰ در ستون قطرها بین ۵۰ـ۲۰ و طول ۶۰ میلی‌متر در ردیف طول‌ها بین ۸۰ـ۲۰ قرار دارد. ستون و ردیف را امتداد داده، محل تقاطع، مقدار تراش در سوراخ را ۲ میلی‌متر نشان می‌دهد.

نکته

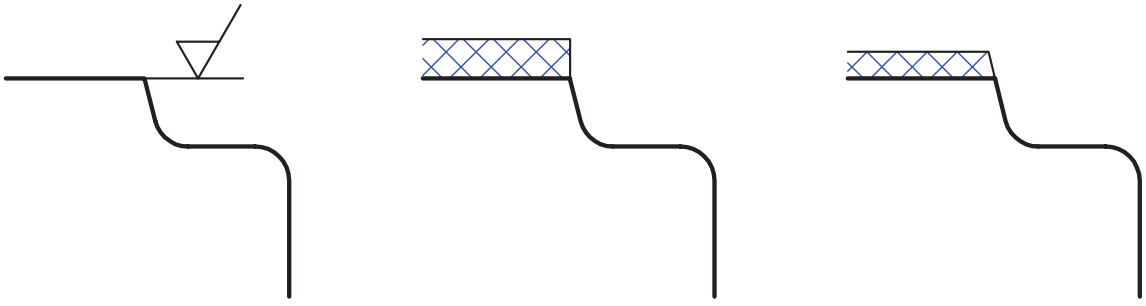
چنانچه سوراخی در قطعه دارای چند قطر باشد برای محاسبه اضافه تراش، قطر متوسط در نظر گرفته می‌شود.

تذکر

- مقدار تراش مجاز برای سطوح پایینی قالب در حد استاندارد و برای سطوح بالایی ۱/۵ تا ۲ برابر استاندارد است.
- مقدار تراش مجاز سطوح جانبی قالب در حد استاندارد است و ممکن است در پاره‌ای از موارد مقدار شیب قالب‌گیری نیز به آن اضافه شود.
- مقدار تراش برای سوراخ‌ها و شکاف‌هایی که با ماهیچه ریخته‌گری می‌شوند بیشتر از حد استاندارد است. سوراخ‌ها و شکاف‌های کوچک در حد امکان توپر ریخته‌گری می‌شوند.
- مقدار تراش‌های مجاز برای قطعاتی که روباز ریخته‌گری می‌شوند و قطعاتی که به روش زمینی و شابلونی قالب‌گیری می‌شوند خیلی بیشتر است.

توجه

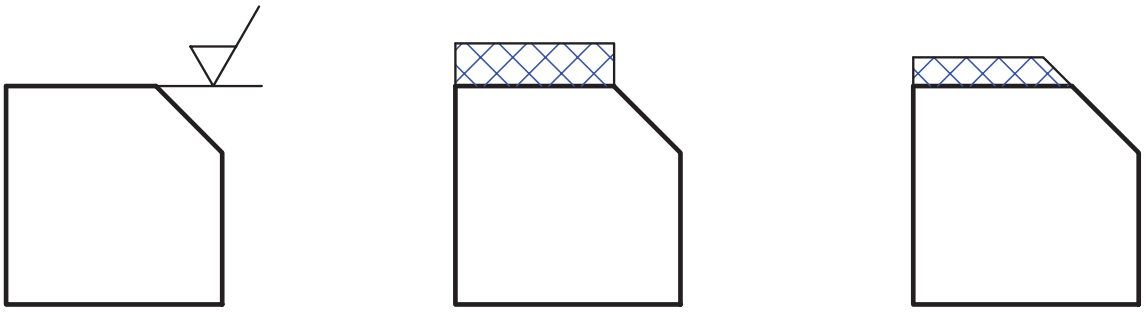
- در مواردی که گوشه‌های قطعه قوسی شکل (گرد) است مقدار برش نباید تا روی قوس امتداد یابد، بلکه باید از ابتدای قوس به بعد طرح و رسم شود. (شکل ۳۶)



رسم مدل غلط | رسم مدل صحیح | نقشه مکانیکی

شکل ۳۶

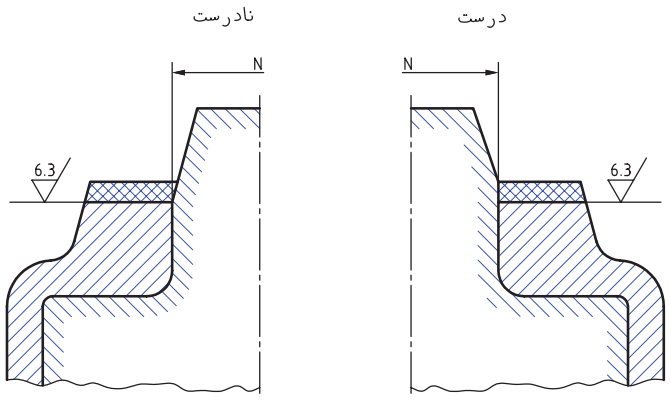
- در مواردی که گوشه قطعه کار پخ دار باشد مرز تراش نباید تا روی پخ امتداد یابد، بلکه باید از انتهای پخ به بعد طراحی و رسم شود. (شکل ۳۷)



نقشه مکانیکی　　رسم مدل صحیح　　رسم مدل غلط

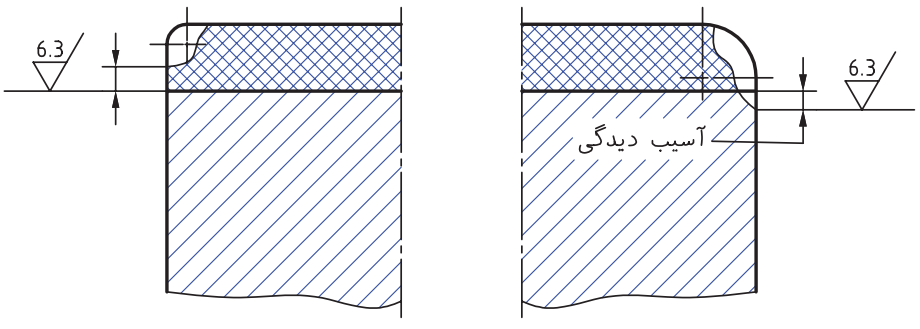
شکل ۳۷

■ در مواردی که سوراخ و یا شکاف داخل قطعه با ماهیچه، ریخته‌گری می‌شود ریشه ماهیچه بعد از اضافه تراش. (شکل۳۸)



شکل ۳۸

■ مدل‌ساز مجاز است گوشه‌های تیز مدل‌هایی که در سطح آنها تراش منظور شده است را قوس دهد و شعاع قوس نباید بیشتر از مقدار تراش باشد. چنانچه شعاع قوس بزرگ‌تر از اندازه تعیین‌شده است بعد از تراش‌کاری مقداری از قوس در قسمت جانبی قطعه باقی می‌ماند که باعث خراب‌شدن آن می‌شود. (شکل۳۹).



شکل ۳۹

برای تعیین مقدار تراش مجاز باید از جدول ۳ مربوط به اندازه قطعه و جدول۴ مربوط به طول سوراخ‌های قطعه برای مثال‌های صفحهٔ بعد استفاده نمود.

مثال: اگر بزرگ‌ترین اندازه قطعه‌ای از آلیاژ برنز ۱۸۰ میلی‌متر باشد، مقدار تراش مجاز برای سطوح مختلف را به‌دست آورید.

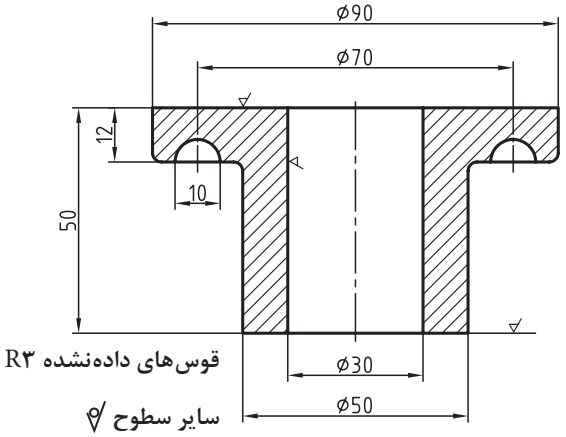
حل: برای حل این مسئله با مراجعه به جدول۳ و با توجه به اینکه در گروه فلزات غیرآهنی قرار دارد و اندازه قطعه (۱۸۰ میلی‌متر) بین ۲۰۰ـ۷۵ میلی‌متر قرار دارد، پس مقدار تراش مجاز طبق جدول به قرار زیر است.

سطوح زیری	سطوح داخلی و جانبی	سطوح رویی
۱/۵	۲	۲/۵

مثال: اگر طول سوراخ قطعه ۱۲۰ میلی‌متر و قطر یا قطر متوسط آن ۴۰ میلی‌متر باشد، مقدار اضافه تراش آن در شعاع چقدر است؟

حل: عدد قطر سوراخ (۴۰ میلی‌متر) در جدول۴ بین قطر ۵۰ـ۲۰ قرار دارد و طول آن (۱۲۰ میلی‌متر) بین ۱۶۰ـ۸۵ قرار دارد. اگر ردیف و ستون موردنظر امتداد داده شود همدیگر را در عدد ۳ قطع می‌کنند. یعنی مقدار تراش در شعاع برابر ۳ میلی‌متر است.

مثال: میزان اضافه تراش مجاز برای سطوح مختلف قطعه (شکل۴۰) را تعیین نمایید و آن را روی شکل رسم کنید. در صورتی که قطعه از جنس فولاد باشد.

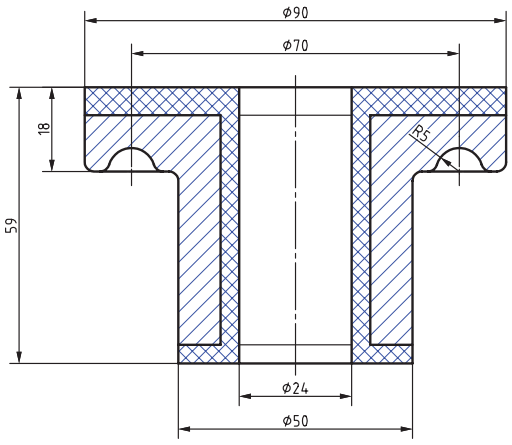


شکل ۴۰ـ نقشه فنی قطعه

حل: بزرگ‌ترین اندازه قطعه ۹۰ میلی‌متر و قطعه از جنس فولاد است. طبق جدول ۳ میزان اضافه مجاز تراش برای سطوح مختلف قطعه به قرار زیر است.

سطوح زیری	سطوح داخلی و جانبی	سطوح رویی
۳	۳	۶

برای محاسبه مقدار تراش سوراخ قطعه فوق از جدول ۴ استفاده می‌کنیم. با توجه به اینکه قطر سوراخ ۳۰ و طول آن ۵۰ میلی‌متر است. محل تقاطع ستون و ردیف در جدول،۲ میلی‌متر است که اضافه تراش سوراخ محسوب می‌شود.

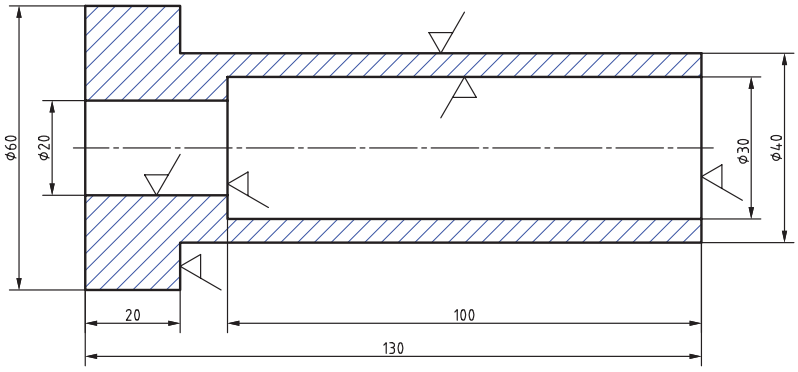


شکل ۴۱ــ همراه با اضافه مجاز تراش

فعالیت‌های زیر را به‌صورت گروه‌های دو نفره انجام دهید.

فعالیت کارگاهی

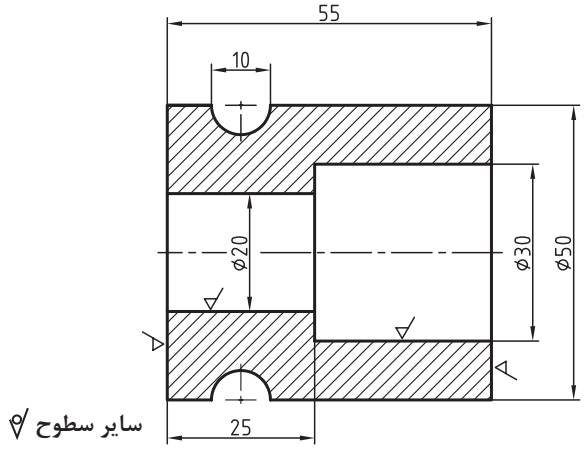
مقدار اضافه تراش مجاز قطعه چدنی مشخص‌شده در (شکل۴۲) را محاسبه و نقشه مدل آن را ترسیم نمایید.



شکل ۴۲

فعالیت کارگاهی

مقدار اضافه تراش مجاز برای کلیه سطوح و سوراخ‌های قطعه آلومینیومی (شکل ۴۳) را تعیین و نقشه مدل آن را ترسیم نمایید.



شکل ۴۳

شیب مجاز

طراحی مدل باید طوری باشد که مدل به سهولت از قالب خارج شود، بنابراین مدل را یک تکه یا چند تکه ساخته و دیواره‌های عمودی آن را شیب می‌دهند.

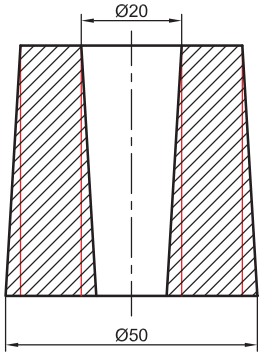
عوامل مؤثر در مقدار شیب

۱ **جنس قالب:** هرچه جنس قالب مرغوب‌تر یعنی قالب صاف و صیقلی‌تر باشد مقدار شیب کمتر است.

۲ **ارتفاع مدل:** هرچه ارتفاع مدل بیشتر، شیب نیز بیشتر است.

۳ **صاف و صیقل‌پذیری مدل:** هرچه مدل صاف و صیقلی‌تر شیب نیز کمتر است.

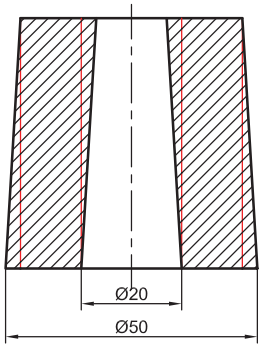
۴ **جنس مدل:** مدل‌های فلزی و پلاستیکی کمترین میزان شیب را دارند، مدل‌های چوبی به شیب بیشتری احتیاج دارند. مدل‌های گچی به دلیل جذب رطوبت از مواد قالب‌گیری به شیب بیشتری نیاز دارند. شیب مدل‌های مومی، فومی یا یونولیتی و سایر مدل‌های از بین رونده بسیار کم است و در اکثر مواقع این مدل‌ها را بدون شیب می‌سازند (چون مدل‌ها نابودشونده هستند).



شکل ۴۴ ـ الف

۵ **نحوه خروج مدل از قالب:** در روش‌های ماشینی مقدار شیب کمتر از روش دستی است. در مواقعی که مدل از قالب خارج می‌شود مقدار شیب بسیار کمتر از زمانی است که قالب از روی مدل جدا می‌شود.

۶ **محل شیب:** کمترین مقدار شیب مربوط به سطوح جانبی مدل در درجه زیری است. این مقدار شیب را شیب استاندارد می‌گویند. قسمت‌های داخلی مدل که در درجه زیر قرار گرفته به شیب بیشتری نسبت به قسمت‌های خارجی احتیاج دارد. مطابق استاندارد شیب داخلی مدل از ضریب عدد ثابت ۱/۵ در شیب استاندارد به‌دست می‌آید. اگر قالب از روی مدل جدا شود یعنی شیب مربوط به درجه بالایی باشد قسمت‌های خارجی مدل از ضرب عدد ۱/۵ در شیب استاندارد به‌دست می‌آید (یعنی شیب خارجی درجه بالایی برابر شیب داخلی درجه زیری است) و شیب داخلی درجه بالایی از ضرب دو بار عدد ۱/۵ در شیب استاندارد به‌دست می‌آید.



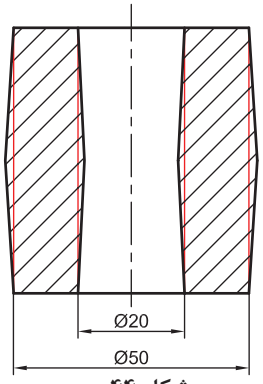
شکل ۴۴ ـ ب

انواع شیب

۱ **شیب اضافه:** در این حالت مقدار شیب به ابعاد مدل اضافه می‌شود.

۲ **شیب نقصانی:** در این حالت مقدار شیب از ابعاد قطعه کم می‌شود.

۳ **شیب میانی:** در این حالت نصف مقدار شیب در سطح جدایش به ابعاد قطعه اضافه شده و نصف مقدار شیب از قطعه کم می‌شود.



شکل ۴۴ ـ ج

کاربرد انواع شیب

۱ برای قسمت‌هایی که اضافه تراش در نظر گرفته شده است کیفیت بالایی احتیاج بوده بنابراین بهتر است برای این قسمت‌ها شیب را اضافه گرفت و با حذف اضافه تراش شیب نیز حذف می‌شود.

۲ جدول اضافه تراش مربوط به بدترین حالت تولید قطعه می‌باشد، یعنی قالب ماسه‌ای تر و روش دستی، این قالب به‌دلیل کیفیت پایین بیشترین میزان اضافه تراش را نیاز دارد.

در قالب‌های ماشینی یا روش‌های بهتر از ماسه‌ای تر مانند سرامیکی CO_2، پوسته‌ای و... می‌توان مقدار اضافه‌تراش را کاهش داد و یا نوع شیب را نقصانی گرفت تا اضافه تراش کم شود.

۳ اگر روی مدلی پره‌های نازک وجود داشته باشد، بهتر است برای افزایش استحکام و عمر مدل شیب پره‌ها را اضافه گرفت اگر نوع شیب باعث تغییر شکل قطعه شود می‌توان نوع شیب را میانی در نظر گرفت و پای پره‌ها را با ماهیچه تولید کرد.

۴ برای درپوش‌ها، کاورها، پوسته‌ها، سرسیلندرها و قطعات مشابه که ابعاد قطعه در سطح جدایش نباید تغییر کند و قسمت‌های جانبی قطعه اهمیت زیادی ندارد، بهتر است نوع شیب نقصانی باشد.

محاسبه انواع شیب

تعیین مقدار شیب به عوامل زیادی بستگی دارد که به‌کارگیری آن دشوار و وقت‌گیر می‌باشد. مناسب‌ترین راه مراجعه به جدول استاندارد شیب‌ها است. (جدول ۵)

جدول ۵ـ استاندارد شیب مدل براساس DIN۱۵۱۱

ارتفاع برحسب میلی‌متر	شیب برحسب درجه	ارتفاع برحسب میلی‌متر	شیب برحسب درجه
تا ۱۰	۳	تا ۲۵۰	۱/۵
۱۰ ـ ۱۸	۲	۲۵۰ ـ ۳۲۰	۲
۱۸ ـ ۳۰	۱ و ۳۰′	۳۲۰ ـ ۵۰۰	۳
۳۰ ـ ۵۰	۱	۵۰۰ ـ ۸۰۰	۴/۵
۵۰ ـ ۸۰	۴۵′	۸۰۰ ـ ۱۲۰۰	۷
۸۰ ـ ۱۸۰	۳۰′	۱۲۰۰ ـ ۲۰۰۰	۱۱
—	—	۲۰۰۰ ـ ۴۰۰۰	۲۱

برای تعیین مقدار شیب، ارتفاع‌های قالب‌گیری را شماره‌گذاری نموده و سپس مقدار شیب را با توجه به ارتفاع‌های مشخص‌شده بر حسب درجه از جدول استاندارد (۵) تعیین می‌کنیم و سپس با استفاده از رابطه ۳ مقدار شیب را بر حسب میلی‌متر حساب می‌کنیم.

$$Fs\,(mm) = \frac{\text{درجه} \times h \times ۱/۷۵}{۱۰۰}$$ رابطه ۳

Fs(mm): شیب بر حسب میلی‌متر

h: ارتفاع بر حسب میلی‌متر

خارج کردن قسمت‌های داخلی، مشکل‌تر از قسمت‌های خارجی آن است و چنانچه مقدار شیب در این قسمت‌ها کم باشد احتمال خراب‌شدن قالب وجود دارد. به همین دلیل برای این قسمت از مدل، مقدار شیب بیشتری منظور می‌کنیم. این مقدار بسته به جنس مدل و فرایندهای قالب‌گیری متفاوت است. ولی آنچه تاکنون مشخص شده است ضرب‌کردن مقدار شیب به‌دست آمده در ضریب ۱/۵ برای شیب داخلی نسبت به شیب خارجی است.

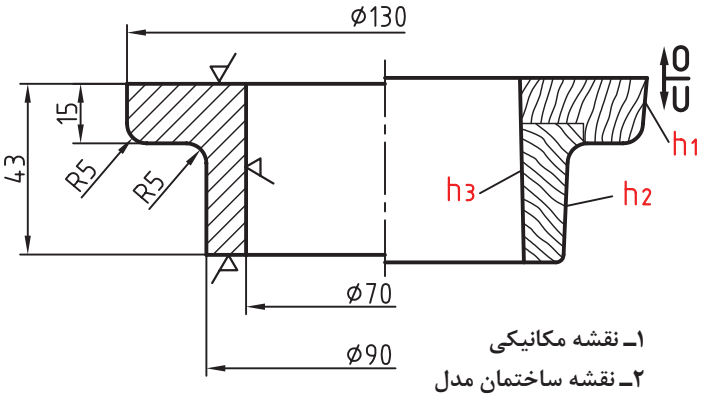
توجه

شیب مدل را بر حسب درصد ارتفاع مدل نیز محاسبه می‌کنند. (جدول۶)

جدول ۶ــ شیب بر حسب درصد

شرح	ارتفاع قالب‌گیری معمولی	ارتفاع قالب‌گیری غیرمعمولی
شیب خارجی	٪۲	٪۳
شیب داخلی	٪۳	٪۵

مثال: یک مدل ساده را مطابق (شکل۴۵) در نظر گرفته و مقدار شیب آن را بر حسب میلی‌متر به‌دست آورید. در صورتی که مقدار تراش مجاز در تمام سطوح که با علامت صافی سطح در نقشه مکانیکی مشخص شده، ۲میلی‌متر در نظر گرفته شود.



۱ــ نقشه مکانیکی
۲ــ نقشه ساختمان مدل

شکل ۴۵

حل: ابتدا ارتفاع‌های مدل را مطابق شکل نام‌گذاری و سپس از جدول ۵ شیب مدل را بر حسب درجه تعیین می‌کنیم.

h_1=۱۵+۲ (اضافه تراش) =۱۷ ← از جدول ۵ ← شیب = ۲°

h_2=۲۸+۲ (اضافه تراش) =۳۰ ← از جدول ۵ ← شیب = ۱/۵°

h_3=۴۳+۲ (اضافه تراش سطح رویی) +۲ (اضافه تراش سطح زیری) =۴۷ ← از جدول ۵ ← شیب = ۱°

در ادامه با استفاده از رابطه ۳ مقدار شیب را بر حسب درجه برای هر یک از ارتفاع‌ها محاسبه می‌کنیم.

$$f_s(mm) = \frac{\text{درجه} \times h \times ۱/۷۵}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow \varphi = ۱۳۰ = ۱۳۰ + ۰/۶ + ۰/۶ = ۱۳۱/۱ \text{ از هر طرف } f_{s_1} = \frac{\text{درجه} \times h \times ۱/۷۵}{۱۰۰} = \frac{۱/۷۵ \times ۱۷ \times ۲}{۱۰۰} =$$

$$۰/۵۹۵mm \approx ۰/۶ \approx ۱۳۱mm$$

$$fs_2 = \frac{\text{درجه} \times h \times ۱/۷۵}{۱۰۰} = \frac{۱/۷۵ \times ۳۰ \times ۱/۵}{۱۰۰} = ۰/۷۸۸mm \approx ۰/۸ \quad \text{از هر طرف} \Rightarrow \varphi =$$

$$۹۰ = ۹۰ + ۰/۸ + ۰/۸ = ۹۱/۶ \approx ۹۲mm$$

$$fs_3 = \frac{\text{درجه} \times h \times ۱/۷۵}{۱۰۰} = \frac{۱/۷۵ \times ۴۷ \times ۱}{۱۰۰} = ۰/۸۲۳mm = ۰/۸۲۳ \times ۱/۵ \approx ۱/۲۵mm$$

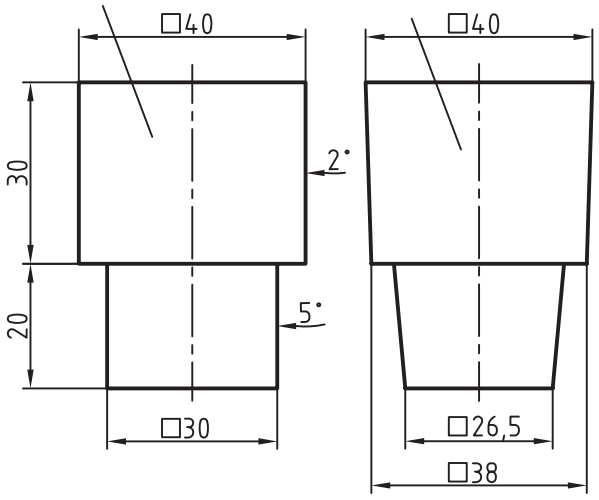
با توجه به اینکه h_3 مربوط به سطح داخلی مدل است. برای محاسبه شیب داخلی ضریب ۱/۵ در نظر گرفته می‌شود.

$$\Rightarrow \varphi\ ۷۰ = ۷۰ - ۱/۲۵ - ۱/۲۵ = ۶۷/۵\ mm$$

ترسیم شیب مدل

شکل ۴۵ با در نظر گرفتن شیب مدل رسم می‌شود.

مثال: شیب نقشه (شکل ۴۶) بر حسب درجه داده شده است. شیب نقصانی آن را برحسب میلی‌متر محاسبه کنید.



شکل ۴۶

حل: با توجه به شکل اندازه شیب ارتفاع‌های داده شده بر حسب درجه را در رابطه ۳ قرار داده تا به میلی‌متر تبدیل گردد و سپس با توجه به شیب نقصانی از رابطهٔ N_2F استفاده می‌کنیم.

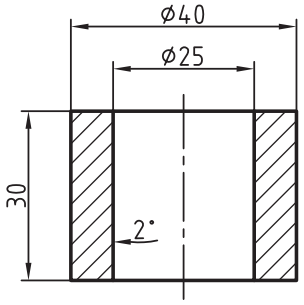
$$f_s(mm) = \frac{\text{درجه} \times h \times ۱/۷۵}{۱۰۰}$$

$$h_۱ = ۳۰ \Rightarrow fs_۱ = \frac{۱/۷۵ \times ۳۰ \times ۲}{۱۰۰} \approx ۱ \quad \text{از هر طرف} \Rightarrow \quad ۴۰ = ۴۰ - ۱ - ۱ = ۳۸mm$$

$$h_۲ = ۲۰ \Rightarrow fs_۲ = \frac{۱/۷۵ \times ۲۰ \times ۵}{۱۰۰} \approx ۱/۷ \quad \text{از هر طرف} \Rightarrow ۳۰ \Rightarrow ۳۰ - ۱/۷۵ - ۱/۷۵ = ۲۶/۵mm$$

فعالیت

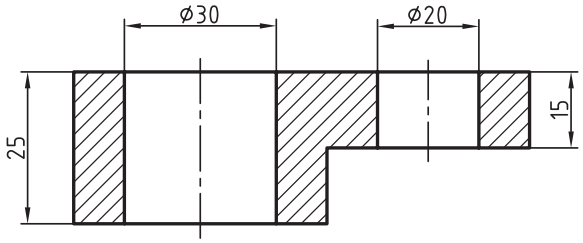
شیب (شکل ۴۷) بر حسب درجه داده شده، شیب آن را بر حسب میلی‌متر محاسبه و ترسیم نمایید.



شکل ۴۷

فعالیت

مقدار شیب داخلی و خارجی (شکل ۴۸) را برحسب درصد مجاز با استفاده از جدول ۵ به‌دست آورید و ترسیم نمایید. در صورتی‌که نوع قالب‌گیری معمولی باشد.



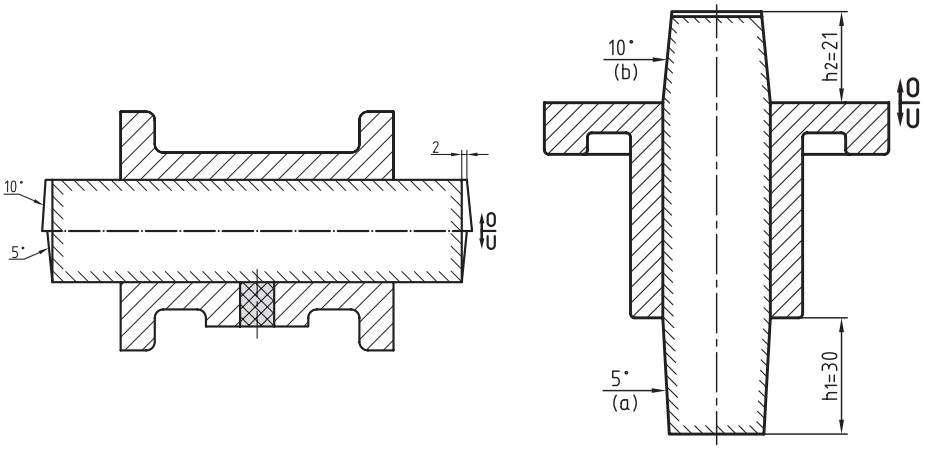
شکل ۴۸

فعالیت

یک پوشش برنجی به قطر خارجی D=۱۲۰mm و قطر داخلی d=۸۰mm و ارتفاع h=۴۰mm با ماهیچه سرخود قالب‌گیری می‌شود. مقدار شیب داخلی و خارجی آن را در دو حالت قالب‌گیری معمولی و غیرمعمولی محاسبه و ترسیم کنید. (از جدول ۶)

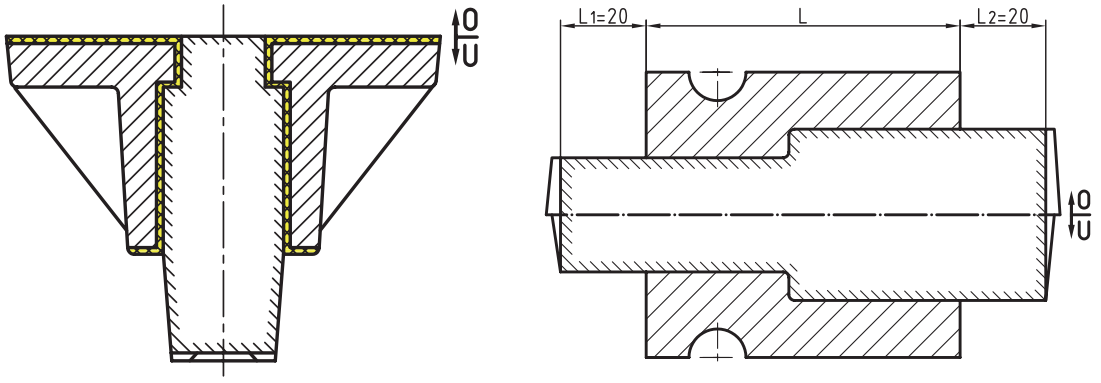
تعیین طول و شیب تکیه‌گاه‌های مدل

برای اینکه ماهیچه به آسانی در داخل قالب قرار گیرد طول تکیه‌گاه و شیب آن باید براساس اصول صحیحی تعیین شود. در این قسمت طول تکیه‌گاه ماهیچه و شیب آن برای ماهیچه‌های عمودی و افقی براساس استاندارد و جدول تعیین می‌شود. شکل۴۹ نمونه‌ای از تکیه‌گاه‌های افقی و عمودی را نشان می‌دهد.



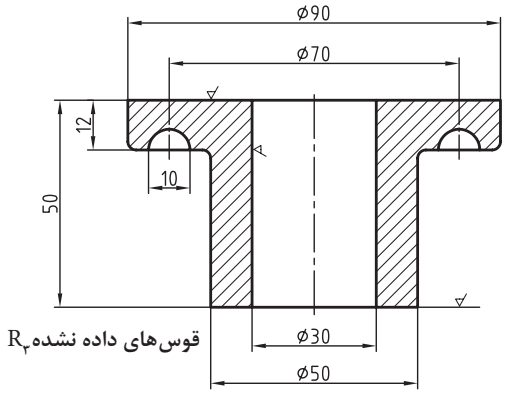
شکل ۴۹

الف) تعیین طول تکیه‌گاه ماهیچه براساس استاندارد دین ۱۵۱۱ آلمان: اندازه آن در ماهیچه عمودی ۱ تا ۱/۵ برابر قطر ماهیچه برای ارتفاع تکیه‌گاه زیری و یک برابر قطر ماهیچه برای ارتفاع تکیه‌گاه رویی است. اندازه آن در ماهیچه افقی ۱ تا ۱/۵ برابر قطر ماهیچه است که در دو طرف آن اعمال می‌شود. (شکل ۵۰)



شکل ۵۰

مثال: ارتفاع تکیه‌گاه زیری و رویی شکل ۵۱ را براساس دین ۱۵۱۱ تعیین کنید.



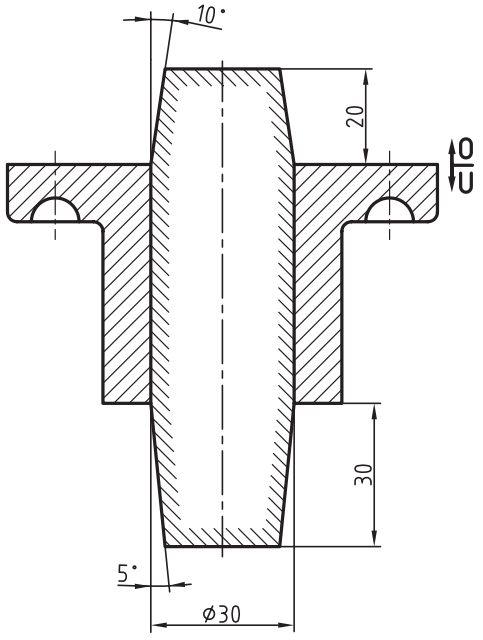
شکل ۵۱ــ نقشه فنی قطعه

حل: ارتفاع تکیه‌گاه زیری تقریباً ۱ تا ۱/۵ برابر قطر ماهیچه تعیین شده است. اما در این قطعه با توجه به شکل ساده آن ۱ برابر قطر ماهیچه کافی به نظر می‌رسد. ارتفاع تکیه‌گاه رویی ۱ برابر قطر ماهیچه تعیین شده که زیاد به نظر می‌رسد و $\frac{۲}{۳}$ قطر ماهیچه کافی است. بنابراین داریم:

ارتفاع تکیه‌گاه زیری ۳۰×۱=۳۰ mm

ارتفاع تکیه‌گاه رویی $۳۰\times\frac{۲}{۳}=۲۰mm$

بنابراین ارتفاع تکیه‌گاه زیری و رویی را به نقشه انتقال می‌دهیم (شکل ۵۲).

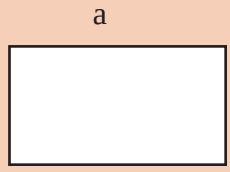


شکل ۵۲ــ نقشه مدل‌سازی قطعه

نکته

در مواقعی که مقطع ماهیچه دایره‌ای‌شکل نیست برای تعیین خط فرضی و استفاده از آن در جدول از نصف محیط مقطع ماهیچه استفاده می‌شود. بنابراین در ماهیچه مکعبی داریم:

$d_f=a+b$

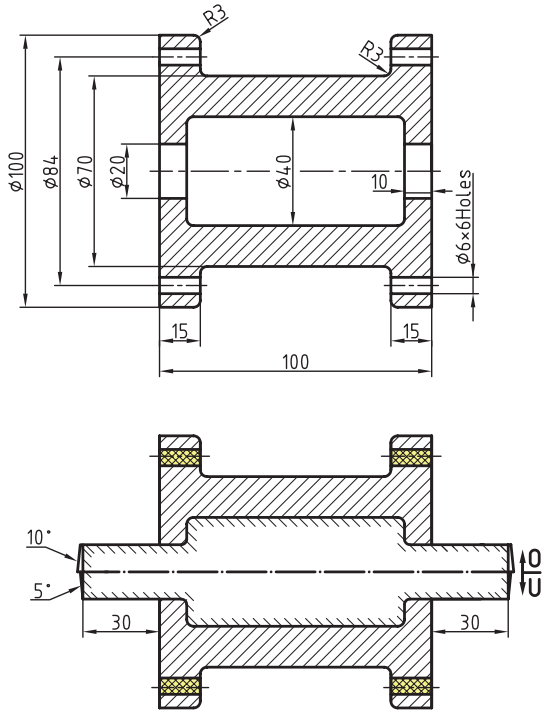


مثال: طول تکیه‌گاه افقی مدل را (شکل۵۳) براساس استاندارد دین ۱۵۱۱ به‌دست آورده و ترسیم نمایید.

حل: در استاندارد دین ۱۵۱۱ طول تکیه‌گاه‌های افقی ۱ تا ۱/۵ برابر قطر ماهیچه تعیین شده است. در این شکل سوراخ داخل قطعه پله‌دار است. بنابراین باید ابتدا قطر متوسط را به‌دست آورد و سپس به کمک آن طول تکیه‌گاه ماهیچه را تعیین کرد.

$$\text{قطر متوسط } d_m=\frac{۴۰+۲۰}{۲}=۳۰mm$$

با توجه به اینکه طول تکیه‌گاه برابر قطر متوسط ماهیچه در نظر گرفته شده، بنابراین طول تکیه‌گاه افقی مدل برای قطر متوسط ماهیچه معین ۳۰mm می‌باشد.



شکل ۵۳ ـ با در نظر گرفتن طول تکیه‌گاه ماهیچه

ب) تعیین ارتفاع و طول تکیه‌گاه ماهیچه با استفاده از جدول: در مواقعی که طول و قطر ماهیچه بزرگ است و استفاده از استاندارد دین ۱۵۱۱ مناسب نیست از جدول‌ها استفاده می‌شود (جدول ۷و ۸).

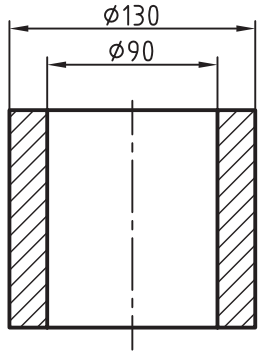
جدول ۷ـ تعیین ارتفاع تکیه گاه زیری در ماهیچه عمودی

قطر ماهیچه = D / ارتفاع ماهیچه = h	ارتفاع تکیه‌گاه زیری برحسب میلی‌متر = h_1									
	تا ۵۰	۵۱ ۱۰۰	۱۰۱ ۱۶۰	۱۶۱ ۲۵۰	۲۵۱ ۴۰۰	۴۰۱ ۶۵۰	۶۵۱ ۱۰۰۰	۱۰۰۱ ۱۶۰۰	۱۶۰۱ ۲۵۰۰	بیش از ۲۵۰۰
تا ۵۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	—	—	—	—	—	—
۱۰۰ ـ ۵۱	۳۰	۴۰	۴۰	۵۰	۵۰	—	—	—	—	—
۲۰۰ ـ ۱۰۱	۴۰	۵۰	۵۰	۶۰	۶۰	۸۰	—	—	—	—
۴۰۰ـ ۲۰۱	۵۰	۶۰	۶۰	۷۰	۷۰	۸۰	۱۰۰	۲۰۰	—	—
۷۰۰ ـ ۴۰۱	۶۰	۷۰	۷۰	۸۰	۸۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۴۰
۱۲۰۰ ـ ۷۰۱	—	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۷۰
۲۰۰۰ ـ ۱۲۰۱	—	—	۱۳۰	۱۴۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۷۰	۱۹۰
۳۰۰۰ ـ ۲۰۰۱	—	—	—	۱۷۰	۱۷۰	۱۸۰	۱۹۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۲۰
۵۰۰۰ ـ ۳۰۰۱	—	—	—	۲۰۰	۲۰۰	۲۱۰	۲۲۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۵۰

نکته

برای محاسبه ارتفاع تکیه‌گاه‌های رویی در ماهیچه عمودی ضریب ۰/۷ نسبت به ارتفاع تکیه زیری ماهیچه عمودی در نظر گرفته می‌شود.

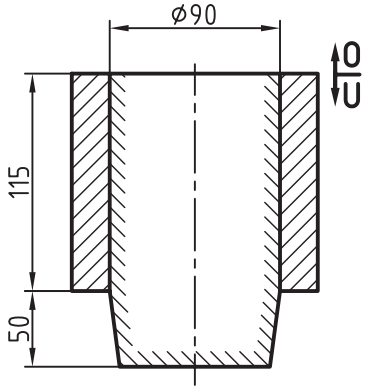
مثال: ارتفاع تکیه‌گاه زیری (شکل ۵۴) را با استفاده از جدول۶ محاسبه کنید.



شکل ۵۴

حل: با توجه به اینکه ارتفاع ماهیچه ۱۱۵ میلی‌متر و قطر ماهیچه ۹۰ میلی‌متر است. با مراجعه به جدول ۶ ابتدا در ستون ارتفاع ماهیچه، ردیف مربوطه به ۱۱۵ میلی‌متر را که از محدوده ۲۰۰ـ۱۰۱ است مشخص کرده سپس در ردیف قطر ماهیچه، قطر مربوط به ۹۰ میلی‌متر را که در محدوده ۱۰۰ـ۵۱ است مشخص کرده سپس سطر و ستون مشخص‌شده را امتداد داده تا یکدیگر را قطع کنند که برای این مثال محل تقاطع عدد ۵۰ است که نشان‌دهنده ارتفاع تکیه‌گاه زیری است.

$$h_1 = ۵۰ \text{ mm}$$



شکل ۵۵ـ با در نظر گرفتن تکیه‌گاه ماهیچه

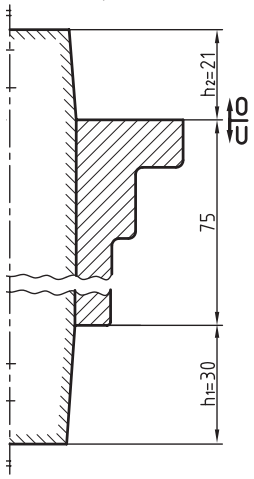
مثال: ارتفاع تکیه‌گاه زیری و رویی شکل۵۶ را با استفاده از جدول ۶ محاسبه کنید.

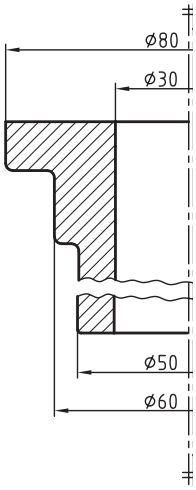
حل: ابتدا مانند مثال قبل با استفاده از جدول ارتفاع تکیه‌گاه زیری را بر حسب میلی‌متر به دست می‌آوریم.

$$h_1 \xrightarrow{\text{از جدول ۷ـ۱}} ۳۰mm$$

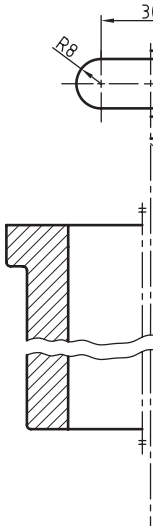
سپس با توجه به رابطه مقابل با احتساب ضریب ۰/۷ ارتفاع تکیه‌گاه رویی ماهیچه (h_2) محاسبه می‌شود.

$$h_2 = \frac{۷}{۱۰} \times h_1 \Rightarrow h_2 = \frac{۷}{۱۰} \times ۳۰ = ۲۱mm$$





شکل ۵۶



شکل ۵۷

مثال: ارتفاع تکیه‌گاه زیری و رویی شکل ۵۶ با در نظر گرفتن طول تکیه‌گاه را با استفاده از جدول ۷ محاسبه کنید.

حل: برای تعیین قطر فرضی و استفاده از آن در جدول کافی است نصف ($\frac{۱}{۲}$) محیط مقطع ماهیچه را حساب کنیم. بنابراین داریم:

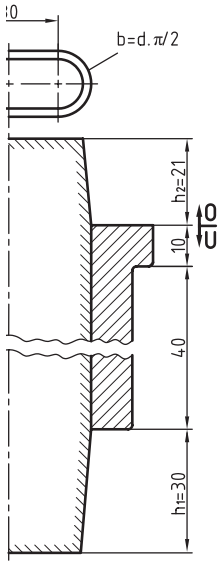
$$d_f = a+b$$

$$b = \frac{d\pi}{۲} = \frac{۱۶ \times ۳/۱۴}{۲} = ۲۵/۱۲$$

قطر فرضی d_f = ۳۰ + ۲۵/۱۲= ۵۵/۱۲ mm (نصف محیط مقطع ماهیچه)

ارتفاع تکیه‌گاه زیری $h_1 \xrightarrow{\text{از جدول ۷}} ۳۰mm$

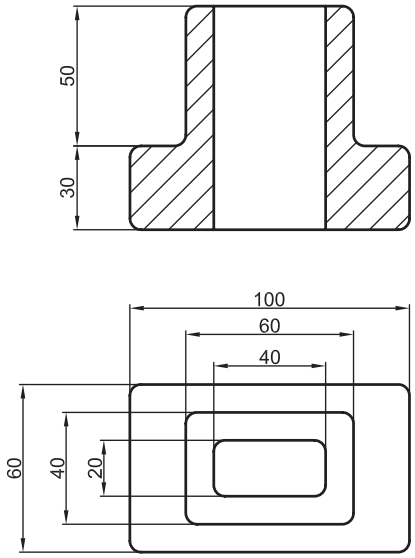
ارتفاع تکیه‌گاه رویی $h_2 = \frac{۷}{۱۰} \times h_1 \Rightarrow h_2 = \frac{۷}{۱۰} \times ۳۰ = ۲۱mm$



شکل ۵۸ـ با در نظر گرفتن تکیه‌گاه‌ها

فعالیت

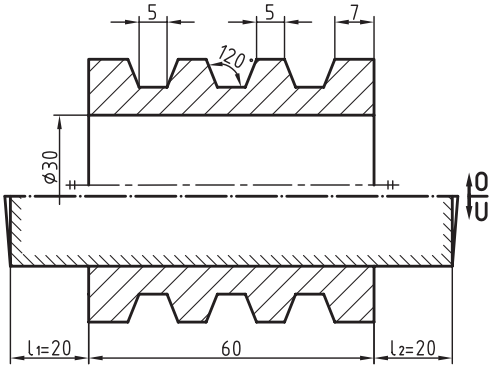
ارتفاع تکیه‌گاه زیری (شکل۵۹) را با استفاده از جدول ۷ محاسبه و ترسیم کنید.



شکل ۵۹

جدول ۸ــ تعیین طول تکیه‌گاه‌های افقی بر حسب میلی‌متر

طول ماهیچه = L / $D=\frac{D+d}{2}$	طول تکیه‌گاه = $l_1 = l_2$										
	تا ۵۰	۵۰ ۱۵۰	۱۵۰ ۳۰۰	۳۰۰ ۵۰۰	۵۰۰ ۷۵۰	۷۵۰ ۱۰۰۰	۱۰۰۰ ۱۵۰۰	۱۵۰۰ ۲۰۰۰	۲۰۰۰ ۲۵۰۰	۲۵۰۰ ۳۰۰۰	بیش از ۳۰۰۰
تا ۵۰	۱۵	۲۰	۳۰	۴۰	—	—	—	—	—	—	—
۵۰ ـ ۱۰۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	—	—	—	—	—
۱۰۰ ـ ۲۰۰	—	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۱۰۰	۱۱۰	—	—	—
۲۰۰ ۳۰۰	—	۵۰	۶۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۱۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰
۳۰۰ ـ ۴۰۰	—	—	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰
۴۰۰ ـ ۵۰۰	—	—	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰
۵۰۰ ـ ۷۰۰	—	—	—	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰
۷۰۰ ـ ۱۰۰۰	—	—	—	—	۱۲۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰	۱۹۰
۱۰۰۰ ـ ۱۲۰۰	—	—	—	—	—	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰	۱۹۰	۲۰۰
۱۲۰۰ ـ ۱۵۰۰	—	—	—	—	—	—	۱۸۰	۱۹۰	۲۰۰	۲۱۰	۲۲۰
۱۵۰۰ ـ ۲۰۰۰	—	—	—	—	—	—	۲۰۰	۲۱۰	۲۲۰	۲۳۰	۲۴۰
۲۰۰۰ ـ ۲۵۰۰	—	—	—	—	—	—	۲۲۰	۲۳۰	۲۴۰	۲۵۰	۲۶۰
۲۵۰۰ ـ ۳۰۰۰	—	—	—	—	—	—	—	۲۵۰	۲۶۰	۲۷۰	۲۸۰
بیش از ۳۰۰۰	—	—	—	—	—	—	—	—	۲۸۰	۲۹۰	۳۰۰



شکل ۶۰

مثال: طول تکیه‌گاه‌های شکل ۶۰ را با استفاده از جدول ۸ تعیین کنید.

حل: در ماهیچه‌های افقی با تکیه‌گاه‌های دوطرفه طول ریشه‌های ماهیچه با هم برابر است. بنابراین با توجه به اینکه طول ماهیچه در شکل ۶۰ میلی‌متر و قطر ماهیچه ۳۰ میلی‌متر است. با استفاده از جدول ۸ داریم:

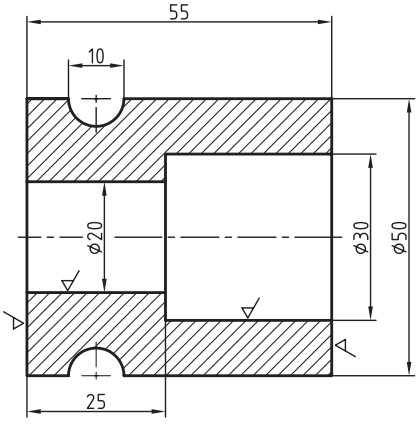
طول تکیه‌گاه‌ها $L_1 = L_2 \xrightarrow{\text{از جدول ۸}} ۲۰mm$

نکته

اگر ماهیچه پله‌دار باشد (دارای قطرهای متفاوت) میانگین قطرها را به عنوان قطر متوسط در نظر گرفته و از جدول، طول تکیه‌گاه تعیین می‌شود.

فعالیت

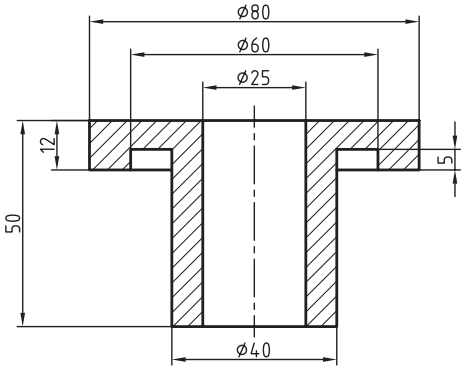
طول تکیه‌گاه‌های افقی شکل ۶۱ را با استفاده از جدول ۸ به‌دست آورده و آن را رسم کنید.



شکل ۶۱

فعالیت

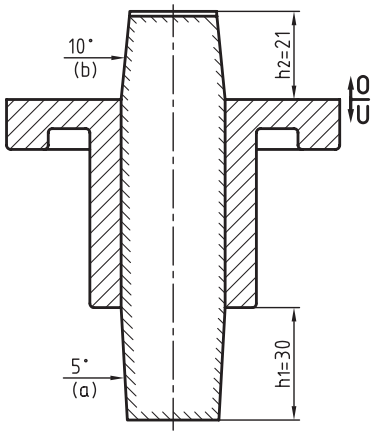
ارتفاع تکیه‌گاه‌های زیری و رویی ماهیچه شکل ۶۲ را با استفاده از جدول به‌دست آورده و آن را رسم کنید.



شکل ۶۲

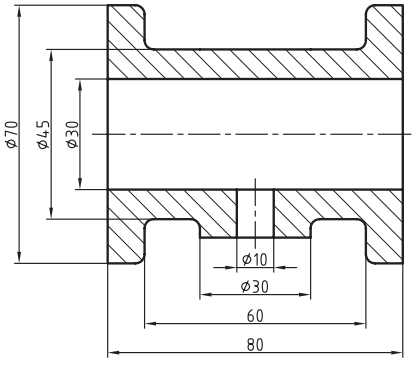
ج) تعیین شیب تکیه‌گاه ماهیچه بر اساس استاندارد دین ۱۵۱۱: بعد از مشخص شدن طول ریشه ماهیچه شیب آن را تعیین می‌کنند.

- **ریشه ماهیچه عمودی:** شیب تکیه‌گاه مدل در ماهیچه‌های عمودی یک طرفه و دو طرفه به قرار زیر است:
- **ریشه ماهیچه زیری:** برای اینکه ریشه ماهیچه به‌راحتی در قالب قرار گیرد و تکیه‌گاه مدل نیز به آسانی از قالب جدا شود. تکیه‌گاه زیری را شیب می‌دهند که مقدار آن برای تکیه‌گاه زیری تا ۷۰ میلی‌متر، ۵ درجه و از ۷۰ میلی‌متر به بالا، ۳ درجه تعیین شده است.



شکل ۶۳

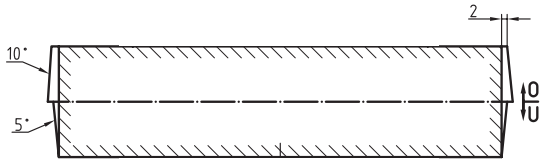
- **ریشه ماهیچه رویی:** برای آنکه قالب رویی به آسانی روی قالب زیری و ماهیچه قرار گیرد تکیه‌گاه رویی را شیب می‌دهند مقدار آن تقریباً ۲ برابر شیب تکیه‌گاه زیری تعیین شده است. یعنی چنانچه شیب تکیه‌گاه زیری ۵ درجه باشد، شیب تکیه‌گاه رویی ۱۰درجه است. (شکل ۶۳)



تعیین شیب ریشه ماهیچه افقی: شیب تکیه‌گاه مدل در ماهیچه‌های افقی یک‌طرفه و دوطرفه به قرار زیر است:

۱ **قالب زیری:** تا ارتفاع ۷۰ میلی‌متر ۵ درجه و از ۷۰ به بالا ۳ درجه در نظر گرفته می‌شود.

۲ **قالب رویی:** تا ارتفاع ۷۰ میلی‌متر ۱۰ درجه و از ۷۰ به بالا ۶ درجه در نظر گرفته می‌شود (شکل ۶۴).

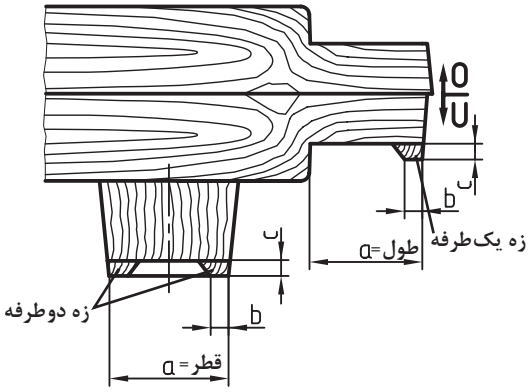


شکل ۶۴

تعیین مقدار زه ریزش ماسه: هنگام قرار دادن ماهیچه در داخل قالب امکان تماس آن با بدنه قرارگاه ماهیچه وجود دارد. در اثر این تماس‌ها ممکن است ماسه به داخل قالب به ویژه محل قرار گرفتن ماهیچه (بستر ماهیچه) ریزش کند و باعث عدم قرار گرفتن دقیق ماهیچه در قالب شود بنابراین از زه ریزش ماسه استفاده می‌کنند.
ارتفاع و پهنای زه ریزش ماسه براساس استاندارد دین ۱۵۱۱ آلمان از جدول ۹ تعیین می‌گردد. شیب خارجی آن برابر با شیب تکیه‌گاه و شیب داخلی آن تقریباً ۳۰ درجه تعیین شده است. (شکل۶۵)

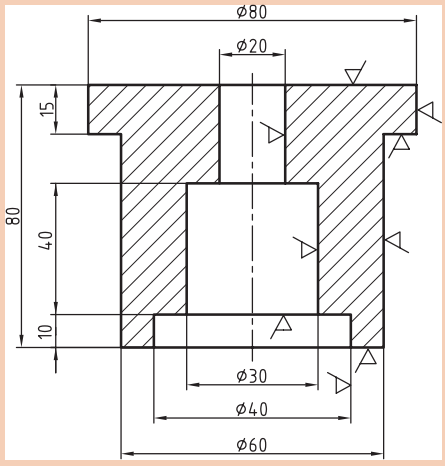
جدول ۹

جدول زه ریزش ماسه	یک‌طرفه		دوطرفه	
پهنای تکیه‌گاه = a	c	b	c	b
تا ۵۰ میلی‌متر	۴	۸	۳	۶
تا ۱۰۰ میلی‌متر	۷	۱۴	۵	۱۱
تا ۲۰۰ میلی‌متر	۱۰	۲۲	۷	۱۸



شکل ۶۵

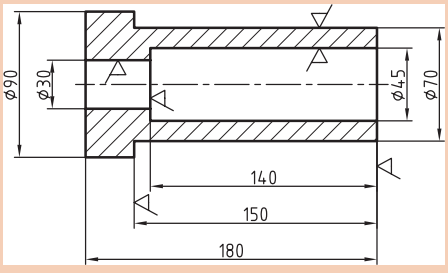
فعالیت



در شکل۶۶ مطلوب است:
الف) تعیین مقدار انقباض مجاز با استفاده از جدول و رابطه
ب) تعیین مقدار تراش مجاز با استفاده از جدول
ج) تعیین مقدار شیب مجاز با استفاده از جدول و رابطه
د) تعیین ارتفاع تکیه‌گاه‌های رویی و زیری ماهیچه و شیب آن در صورتی‌که جنس قطعه از آلیاژ برنج باشد.
هـ) ترسیم نقشه مدل‌سازی.

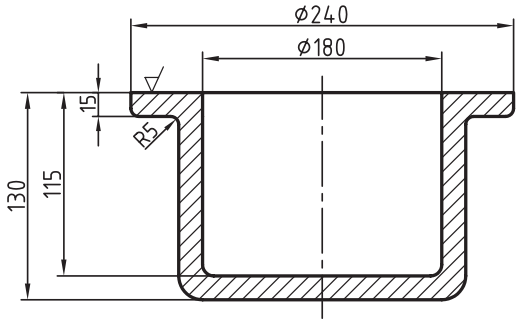
شکل ۶۶

فعالیت تجمیعی



در شکل۶۷ مطلوب است:
الف) تعیین مقدار انقباض مجاز با استفاده از جدول و رابطه مربوطه
ب) تعیین مقدار تراش مجاز با استفاده از جدول
ج) تعیین مقدار شیب مجاز با استفاده از جدول و رابطه مربوطه
د) تعیین طول ریشه‌های ماهیچه و شیب آن در صورتی‌که جنس قطعه از آلیاژ آلومینیوم ـ سیلیسیم باشد.
هـ) ترسیم نقشه مدل‌سازی.

شکل ۶۷



شکل ۶۸

مثال: در صورتی‌که قطعه داده شده در شکل۶۸ از جنس آلومینیوم با ۱ درصد انقباض و شیب اضافی ریخته‌گری شود مطلوب است:
الف) محاسبه اضافات مدل
ب) رسم نقشه مدل‌سازی

مرحله اول: سطح جدایش غیریکنواخت می‌باشد و مدل در درجه زیرین قالب‌گیری می‌گردد و سطح جدایش سطح رویی نقشه مکانیکی است.

مرحله دوم: تعیین مقدار انقباض مجاز: با استفاده از رابطه ۲ و درصد انقباض داده شده (۱ درصد) خواهیم داشت: (شکل۶۹)

$$LM = \frac{LG \times S}{۱۰۰} + LG \qquad \text{رابطه ۲}$$

$$\varnothing ۲۴۰ \Rightarrow LM = \frac{۲۴۰ \times ۱}{۱۰۰} + ۲۴۰ = ۲۴۲/۴ mm$$

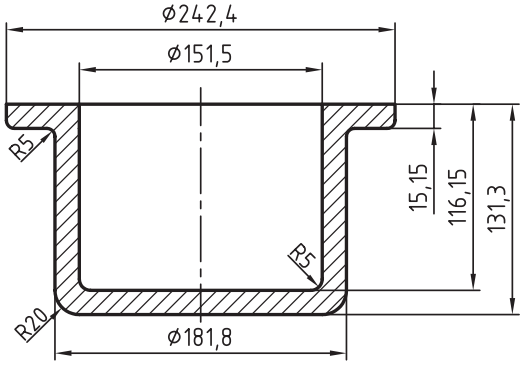
$$\varnothing ۱۵۰ + ۱۵ + ۱۵ = \varnothing ۱۸۰ \Rightarrow LM = \frac{۱۸۰ \times ۱}{۱۰۰} + ۱۸۰ = ۱۸۱/۸ mm$$

$$\varnothing ۱۵۰ \Rightarrow LM = \frac{۱۵۰ \times ۱}{۱۰۰} + ۱۵۰ = ۱۵۱/۵ mm$$

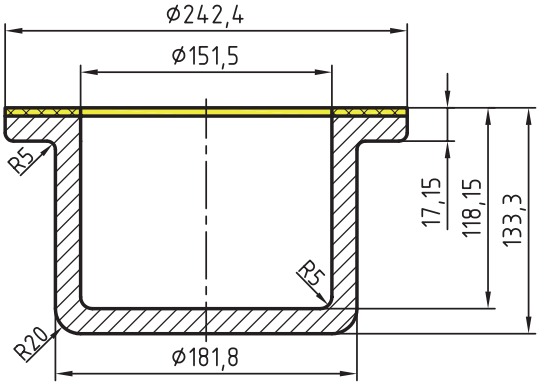
$$H_۱ = ۱۳۰ \Rightarrow LM = \frac{۱۳۰ \times ۱}{۱۰۰} + ۱۳۰ = ۱۳۱/۳ mm$$

$$H_۲ = ۱۱۵ \Rightarrow LM = \frac{۱۱۵ \times ۱}{۱۰۰} + ۱۵۵ = ۱۱۶/۱۵ mm$$

$$H_۳ = ۱۵ \Rightarrow LM = \frac{۱۵ \times ۱}{۱۰۰} + ۱۵ = ۱۵/۱۵ mm$$



شکل ۶۹



شکل ۷۰

مرحله سوم: تعیین مقدار تراش مجاز: با استفاده از نمودار۱ مقدار تراش برای سطح بالایی با توجه به بیشترین ارتفاع قطعه، ۱۳۰ میلی‌متر و جنس قطعه آلومینیوم (در دسته فلزات سبک)، تقریباً ۲ میلی‌متر است که در شکل ۷۰ با رنگ زرد مشخص شده و به ارتفاع قطعه اضافه شده است.

مرحله چهارم: تعیین شیب بر حسب درجه: با مراجعه به جدول استاندارد شیب‌ها (جدول۵) داریم:

$h_۱$=۱۵/۱۵ + ۲= ۱۷/۱۵ mm $\rightarrow$ ۲°

$h_۲$=۱۱۶/۱۵ + ۲= ۱۱۸/۱۵ mm $\rightarrow$ $\frac{۱°}{۲}$

$h_۳$= ۱۳۳/۳ ـ ۱۷/۵=۱۱۶/۱۵ $\rightarrow$ $\frac{۱°}{۲}$

مرحله پنجم: تعیین مقدار شیب بر حسب میلی‌متر: با استفاده از رابطه ۳ مقدار شیب بر حسب میلی‌متر به شرح زیر به دست می‌آید. (شکل۷۱)

$$f_s(mm)=\frac{۱/۷۵\times h\times \text{درجه}}{۱۰۰}$$ رابطه ۳

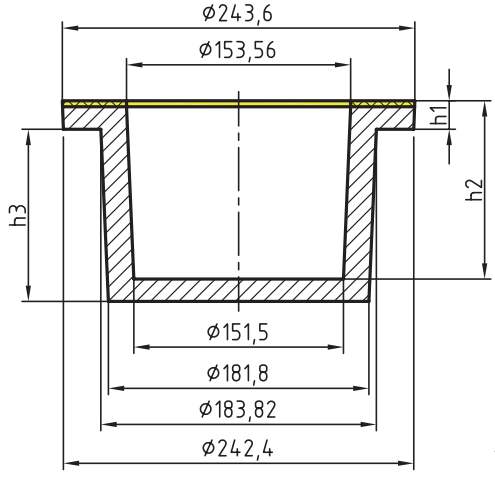
$h_۱=۱۷/۱۵mm \Rightarrow ۲° \Rightarrow fs_۱(mm)=\frac{۱/۷۵\times ۱۷/۱۵\times ۲}{۱۰۰}=۰/۶$ از هر طرف $\Rightarrow \varnothing ۲۴۲/۴+۰/۶+۰/۶=\varnothing ۲۴۳/۶$

$h_۲=۱۱۸/۱۵mm \Rightarrow \frac{۱°}{۲} \Rightarrow fs_۲(mm)=\frac{۱/۷۵\times ۱۱۸/۱۵\times ۰/۵}{۱۰۰}=۱/۰۳mm$ از هر طرف $\Rightarrow$

$\varnothing ۱۵۱/۵+۱/۰۳+۱/۰۳=\varnothing ۱۵۳/۵۶$

$h_۳=۱۱۶/۱۵mm \Rightarrow \frac{۱°}{۲} \Rightarrow fs_۳(mm)=\frac{۱/۷۵\times ۱۱۶/۱۵\times ۰/۵}{۱۰۰}=۱/۰۱mm$ از هر طرف $\Rightarrow$

$\varnothing ۱۸۱/۸+۱/۰۱+۱/۰۱=\varnothing ۱۸۳/۸۲mm$

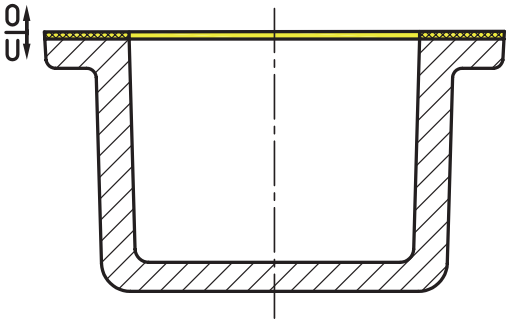


شکل ۷۱

مرحله ششم: رسم نقشه مدل‌سازی: در نقشه مدل‌سازی سطح جدایش قالب‌گیری(مدل)، مقدار ماشین‌کاری و شیب قالب‌گیری(مدل) رسم می‌شود. (شکل ۷۲)

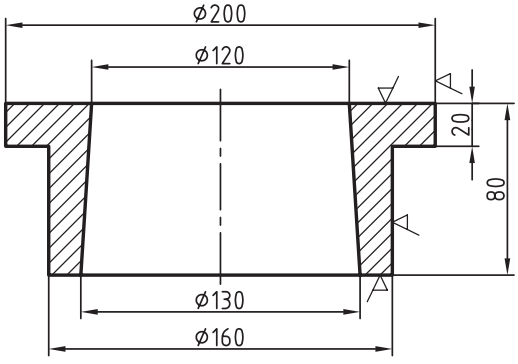
نکته

رسم نقشه مدل‌سازی تا حد امکان به مقیاس ۱:۱ انجام می‌شود.



شکل ۷۲

مثال: درصورتی‌که قطعه داده‌شده از جنس آلیاژ آلومینیوم با ۱/۲ درصد انقباض و شیب اضافی (+) ریخته‌گری شود. مطلوب است: محاسبه اضافات مدل‌سازی و رسم نقشه مدل‌سازی برای شکل ۷۳.



شکل ۷۳

مرحله اول: تعیین جدایش: مدل در قالب زیری قالب‌گیری می‌گردد و سطح رویی آن به عنوان سطح جدایش در نظر گرفته می‌شود. ( )

مرحله دوم: تعیین مقدار انقباض مجاز: با در دست داشتن درصد انقباض و رابطه ۲ مقدار آن به شرح زیر به‌دست می‌آید. (شکل ۷۴)

$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG \qquad \text{رابطه ۲}$$

$$\varnothing ۲۰۰ \Rightarrow LM = \frac{۲۰۰ \times ۱/۲}{۱۰۰} + ۲۰۰ = ۲۰۲/۴\,mm$$

$$\varnothing ۱۶۰ \Rightarrow LM = \frac{۱۶۰ \times ۱/۲}{۱۰۰} + ۱۶۰ = ۱۶۱/۹۲\,mm$$

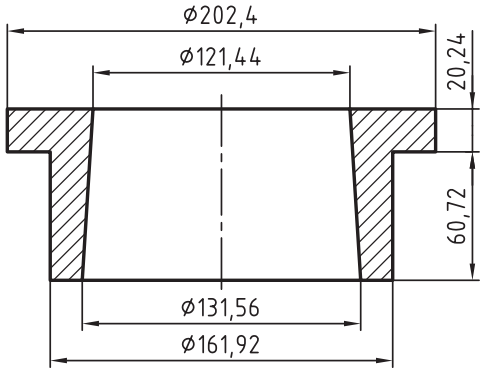
$$\varnothing ۱۳۰ \Rightarrow LM = \frac{۱۳۰ \times ۱/۲}{۱۰۰} + ۱۳۰ = ۱۳۱/۵۶\,mm$$

$$\varnothing ۱۲۰ \Rightarrow LM = \frac{۱۲۰ \times ۱/۲}{۱۰۰} + ۱۲۰ = ۱۲۱/۴۲\,mm$$

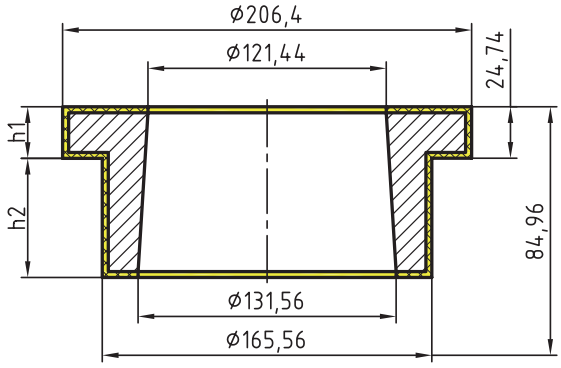
$$H_۱ = ۸۰ \Rightarrow LM = \frac{۸۰ \times ۱/۲}{۱۰۰} + ۸۰ = ۸۰/۹۶\,mm$$

$$H_۲ = ۲۰ \Rightarrow LM = \frac{۲۰ \times ۱/۲}{۱۰۰} + ۲۰ = ۲۰/۲۴\,mm$$

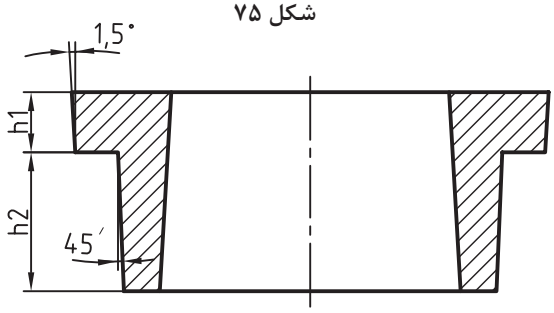
$$H_۳ = ۸۰ - ۲۰ = ۶۰ \Rightarrow LM = \frac{۶۰ \times ۱/۲}{۱۰۰} + ۶۰ = ۶۰/۷۲\,mm$$



شکل ۷۴



شکل ۷۵



شکل ۷۶

مرحله سوم: تعیین مقدار تراش مجاز: با مراجعه به جدول ۲ با توجه به اینکه ارتفاع مدل ۸۰/۹۶ است، مقدار تراش مجاز برای سطح رویی ۲/۵ میلی‌متر، سطح جانبی ۲ میلی‌متر و سطح زیری ۱/۵ میلی‌متر تعیین می‌شود. (شکل ۷۵)

$\varnothing$ ۲۰۲/۴ $\Rightarrow$ ۲۰۲/۴ + ۲ + ۲ = ۲۰۶/۴mm

$\varnothing$ ۱۶۱/۹۲ $\Rightarrow$ ۱۶۱/۹۲ + ۲ + ۲ = ۱۶۵/۹۲mm

H'_1 = ۸۰/۹۶ $\Rightarrow$ ۸۰/۹۶ + ۲/۵ + ۱/۵= ۸۴/۹۶mm

H'_2 = ۲۰/۲۴ $\Rightarrow$ ۲۰/۲۴ + ۲ + ۲/۵= ۲۴/۷۴mm

H'_3 = ۶۰/۷۲ $\Rightarrow$ ۶۰/۷۲ + ۱/۵ − ۲= ۶۰/۲۲mm

مرحله چهارم: تعیین شیب برحسب درجه: با استفاده از جدول ۵ استاندارد شیب مدل و ارتفاع مدل، شیب مدل بر حسب درجه به‌دست می‌آید. (شکل ۷۶)

h_1= ۲۴/۷۴ $\rightarrow$ از جدول ۵ـ۱ $\rightarrow$ ۱/۵°

h_2= ۶۰/۲۲ $\rightarrow$ از جدول ۵ـ۱ $\rightarrow$ ۴۵′ =۰/۷۵°

مرحله پنجم: تعیین مقدار شیب بر حسب میلی‌متر: با استفاده از درجه شیب و رابطه شیب (۳) مقدار شیب مدل بر حسب میلی‌متر به‌دست می‌آید (شکل ۷۷).

رابطه ۳ $\quad f_s(mm) = \dfrac{\text{درجه} \times h \times ۱/۷۵}{۱۰۰}$

$h_1 = ۲۴/۷۴ \rightarrow ۱/۵° \Rightarrow f_s = \dfrac{۱/۷۵ \times ۲۴/۷۴ \times ۱/۵}{۱۰۰} = ۰/۶۴۹ \Rightarrow$ از هر طرف $\varnothing$۲۰۶/۴

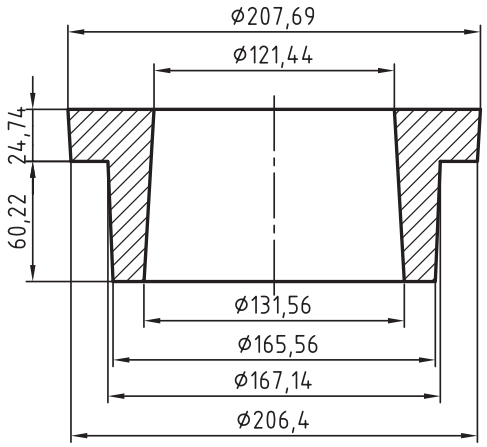
+۰/۶۴۹+۰/۶۴۹ = ۲۰۷/۶۹

$h_2 = ۶۰/۲۲ \rightarrow ۰/۷۵° \Rightarrow fs = \dfrac{۱/۷۵ \times ۶۰/۲۲ \times ۰/۷۵}{۱۰۰} = ۰/۷۹$ از هر طرف $\Rightarrow \varnothing$۱۶۵/۵۶

+۰/۷۹+۰/۷۹ = ۱۶۷/۱۴

توجه

چون قسمت داخلی قطعه مربوط به ماهیچه از ابتدا دارای شیب بوده، نیازی به محاسبه مجدد شیب نیست.

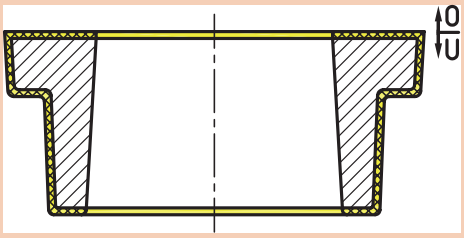


شکل ۷۷

مرحله ششم: رسم نقشه مدل‌سازی: در این رسم سطح جدایش مدل و قالب، مقدار تراش مجاز و شیب مدل به مقیاس ۱:۱ رسم می‌شود. (شکل ۷۸)

توجه

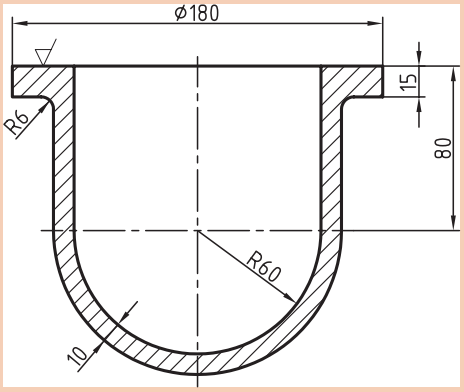
مطابق شکل، گوشه‌های تیز به جز سطح رویی در سطوح قالب‌گیری، گرد رسم می‌شود.



شکل ۷۸

فعالیت کارگاهی

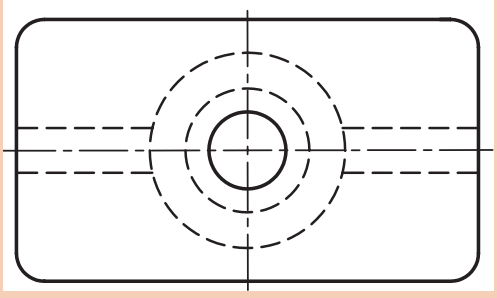
در صورتی‌که قطعه شکل۷۹محفظه آلومینیومی با ۱/۵ درصد انقباض باشد مطلوب است: محاسبه اضافات مدل‌سازی و رسم نقشه مدل‌سازی آن.

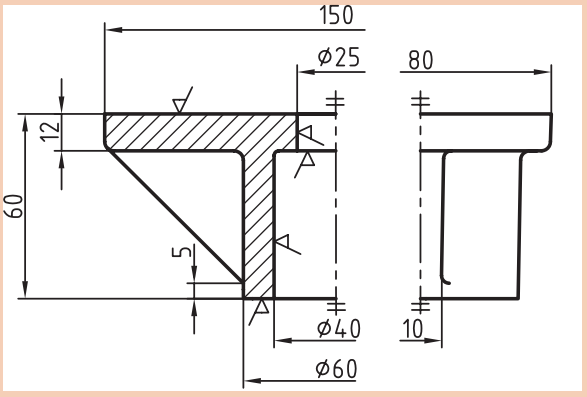


شکل ۷۹

فعالیت کارگاهی

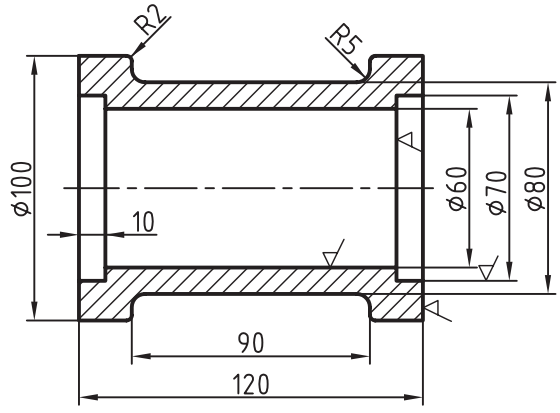
در صورتی‌که قطعه شکل ۸۰ از آلیاژ چدن با ۱ درصد انقباض و شیب نقصانی (ـ) ریخته‌گری شود مطلوب است محاسبه اضافات مدل‌سازی و رسم نقشه مدل‌سازی آن.





شکل ۸۰

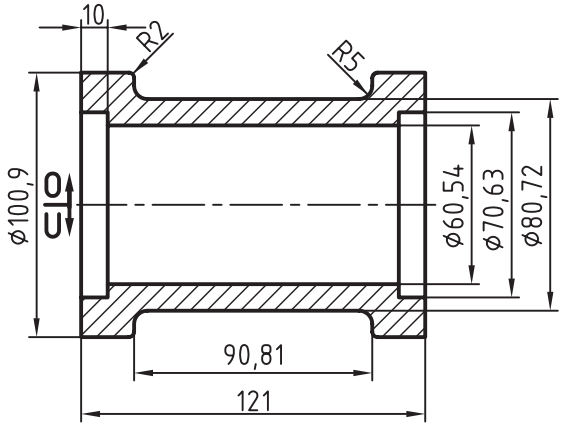
مثال: در صورتی‌که قطعه داده‌شده در (شکل ۸۱) از جنس آلیاژ چدن با ۰/۹ درصد انقباض و شیب اضافی (+) در قالب ماسه‌ای ریخته‌گری شود مطلوب است: رسم نقشه‌های مدل‌سازی، ساختمان مدل، جعبه ماهیچه و قالب‌گیری با ماهیچه افقی دو طرفه. (شکل ۸۱)



شکل ۸۱

حل: با استفاده از نقشه مکانیکی و با در نظر گرفتن سطح جدایش قالب‌گیری محاسبات مدل‌سازی را به شرح زیر انجام می‌دهیم:

مرحله اول: تعیین مقدار انقباض مجاز بر حسب میلی‌متر: با توجه به روش قالب‌گیری از رابطه ۲ و درصد انقباض داده‌شده مقدار انقباض مجاز را محاسبه کرده و به ابعاد اصلی قطعه مکانیکی اضافه می‌کنیم. (شکل ۸۲)



شکل ۸۲

$$LM = \frac{LG \times S}{۱۰۰} + LG \qquad \text{رابطه ۲}$$

$$\text{طول } ۱۲۰ \Rightarrow LM = \frac{۱۲۰ \times ۰/۹}{۱۰۰} + ۱۲۰ = ۱۲۱\,mm$$

$$\text{طول } ۹۰ \Rightarrow LM = \frac{۹۰ \times ۰/۹}{۱۰۰} + ۹۰ = ۹۰/۸۱\,mm$$

$$\varnothing ۱۰۰ \Rightarrow LM = \frac{۱۰۰ \times ۰/۹}{۱۰۰} + ۱۰۰ = ۱۰۰/۹\,mm$$

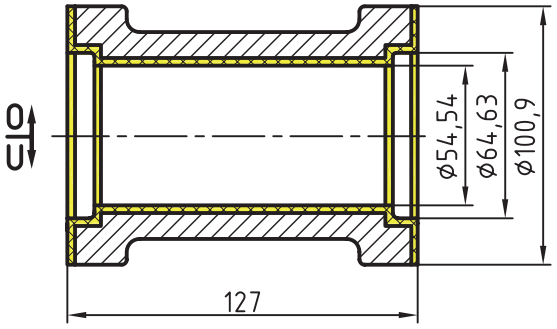
$$\varnothing ۸۰ \Rightarrow LM = \frac{۸۰ \times ۰/۹}{۱۰۰} + ۸۰ = ۸۰/۷۲\,mm$$

$$\varnothing ۷۰ \Rightarrow LM = \frac{۷۰ \times ۰/۹}{۱۰۰} + ۷۰ = ۷۰/۶۳\,mm$$

$$\varnothing ۶۰ \Rightarrow LM = \frac{۶۰ \times ۰/۹}{۱۰۰} + ۶۰ = ۶۰/۵۴\,mm$$

مرحله دوم: تعیین مقدار تراش مجاز: با توجه به جنس قطعه ریختگی و مراجعه به جدول ۲ و انتقال بزرگ‌ترین طول تراش به جدول، مقدار ماشین‌کاری مجاز را برای سطوحی که علامت تراش دارند تعیین نموده و در نقشه مدل به ابعاد قطعه در محل تراش اضافه می‌کنیم. (شکل۸۳)

با توجه به اینکه فقط سطوح داخلی و جانبی تراش می‌خورد، با قرار دادن بیشترین طول قطعه در محل تراش ۱۲۰ میلی‌متر و جنس چدن از جدول ۲ مقدار تراش ۳ میلی‌متر تعیین می‌شود.



شکل ۸۳

اضافه تراش ۳ میلی‌متر به ابعاد محل تراش، پس از محاسبه انقباض مجاز به شرح زیر اضافه می‌شود.

طول اسمی‌ماهیچه: ۱۲۱+(۳+۳)=۱۲۷mm

قطر بزرگ ماهیچه: ۷۰/۶۳-۳-۳=۶۴/۶۳mm

قطر کوچک ماهیچه: ۶۰/۵۴-۳-۳=۵۴/۶۳mm

تذکر

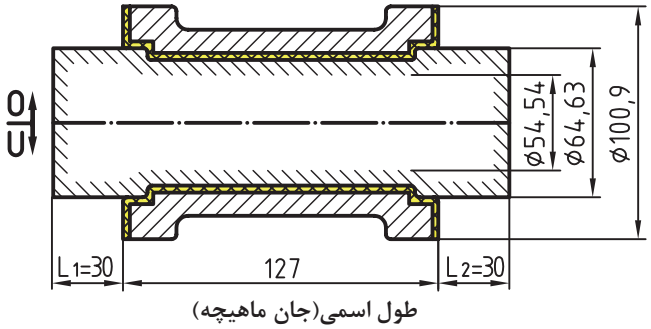
مقدار تراش برای قطر داخلی قطعه (محل ماهیچه) از ابعاد داخلی کسر می‌شود.

مرحله سوم: تعیین طول تکیه‌گاه‌های ماهیچه افقی: پس از تعیین طول اسمی، ماهیچه، قطر متوسط ماهیچه را محاسبه می‌کنیم و با استفاده از جدول تکیه‌گاه‌های افقی (جدول ۸) طول تکیه‌گاه‌های L_1 و L_2 را تعیین می‌کنیم. (شکل ۸۴)

قطر متوسط ماهیچه: $d_m = \frac{۶۴/۶۳ + ۵۴/۵۴}{۲} = ۵۹/۶\,mm$

طول اسمی ماهیچه: L=۱۲۷mm

طول تکیه‌گاه در ماهیچه افقی $L_1 = L_2 \xrightarrow{\text{از جدول ۸}} ۳۰mm$



شکل ۸۴

طول اسمی(جان ماهیچه)

مرحله چهارم: تعیین شیب مدل بر حسب درجه: پس از مشخص شدن ارتفاع نهایی مدل (ارتفاع قالب‌گیری) با استفاده از (جدول ۵) (استاندارد شیب مدل)، شیب مدل بر حسب درجه تعیین می‌شود.

قطر خارجی مدل D= ۱۰۰/۹ mm

قطر ریشه ماهیچه d=۶۴/۶۳ mm

$$h=\frac{D-d}{۲}=\frac{۱۰۰/۹-۶۴/۶۳}{۲}=۱۸/۱۳ \quad \text{(ارتفاع قالب‌گیری)} \xrightarrow{\text{از جدول ۵}} \text{شیب قالب‌گیری ۱/۵ درجه}$$

مرحله پنجم: تعیین شیب تکیه‌گاه‌های رویی و زیری بر حسب درجه: پس از مشخص شدن قطرهای تکیه‌گاه ماهیچه (ریشه ماهیچه) و نصف کردن آن، ارتفاع قالب‌گیری برای تکیه‌گاه زیری و رویی به‌دست می‌آید که با مراجعه به شیب تکیه‌گاه‌ها درجه آن نیز به‌دست می‌آید. بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{d}{۲}=\frac{۶۴/۶۳}{۲}=۳۲/۳۱mm \quad \text{ارتفاع قالب‌گیری}$$

شیب تکیه‌گاه زیری ۵° ← از شیب تکیه‌گاه‌ها H=۳۲/۳۱

شیب تکیه‌گاه رویی تقریباً دو برابر شیب تکیه‌گاه زیری است بنابراین داریم:

شیب تکیه‌گاه رویی ۵° × ۲=۱۰

مرحله ششم: تعیین مقدار شیب بر حسب میلی‌متر: پس از مشخص شدن ارتفاع‌های قالب‌گیری و درجه شیب آنها با استفاده از رابطه ۳ مقدار شیب بر حسب میلی‌متر به‌دست می‌آید.

$$h=۱۸/۱۳mm \xrightarrow{\text{از جدول ۴}} ۱/۵°$$

$$f_s(mm)=\frac{۱/۷۵\times h\times \text{درجه}}{۱۰۰} \qquad \text{رابطه ۳}$$

$$fs(mm)=\frac{۱/۷۵\times ۱۸/۱۳\times ۱/۵}{۱۰۰}=۰/۴۸mm \rightarrow \quad \text{از هر طرف} \rightarrow ۱۲۷+۰/۴۸+۰/۴۸\approx ۱۲۸$$

$$H=۳۲/۳۱mm \rightarrow \text{شیب تکیه‌گاهی زیری} \rightarrow ۵° \Rightarrow fs(mm)=\frac{۱/۷۵\times ۳۲/۳۱\times ۵}{۱۰۰}=۲/۸۳mm \rightarrow$$

$$\text{از هر طرف} \rightarrow ۱۲۷+۳۰+۳۰+۲/۸۳=۱۹۲/۶۶mm$$

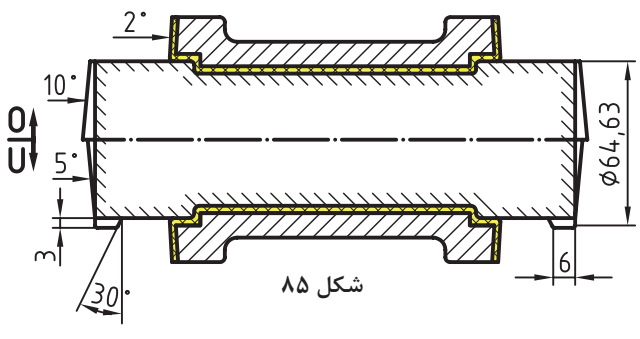
$$H=۳۲/۳۱mm \rightarrow \text{شیب تکیه‌گاه رویی} \rightarrow ۱۰° \Rightarrow fs(mm)=\frac{۱/۷۵\times ۳۲/۳۱\times ۱۰}{۱۰۰}=۵/۶۶mm \rightarrow$$

$$\text{از هر طرف} \rightarrow ۱۲۷+۳۰+۳۰+۵/۶۶+۵/۶۶=۱۹۸/۳۲mm$$

مرحله هفتم: تعیین مقدار ریزش ماسه: پس از مشخص شدن طول تکیه‌گاه‌ها، مقدار زه ریزش ماسه از جدول۹ به دست می‌آید. بنابراین داریم:

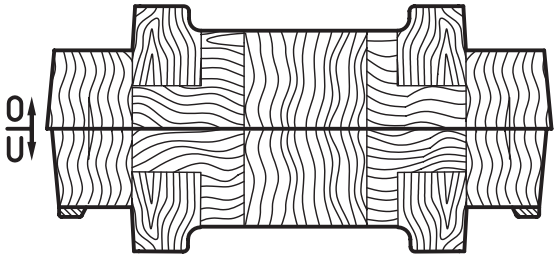
طول تکیه‌گاه $a=L_۱=L_۲=۳۰ \xrightarrow{\text{از جدول ۹}} c=۳mm\ ,\ b=۶mm$

مرحله هشتم: رسم نقشه مدل‌سازی: با استفاده از (شکل‌های ۸۳ و ۸۴) و سایر محاسبات مدل‌سازی موجود نقشه مدل‌سازی رسم می‌شود. (شکل۸۵)



شکل ۸۵

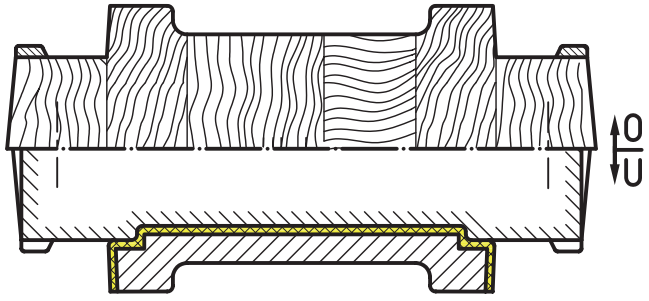
مرحله نهم: رسم نقشه ساختمان مدل: در این رسم چند پارچه بودن مدل، محل پین‌ها، تعداد قطعات چوبی، شیب مدل، زه ریزش ماسه، شیب تکیه‌گاه مدل و... رسم می‌شود. (شکل۸۶)



شکل ۸۶

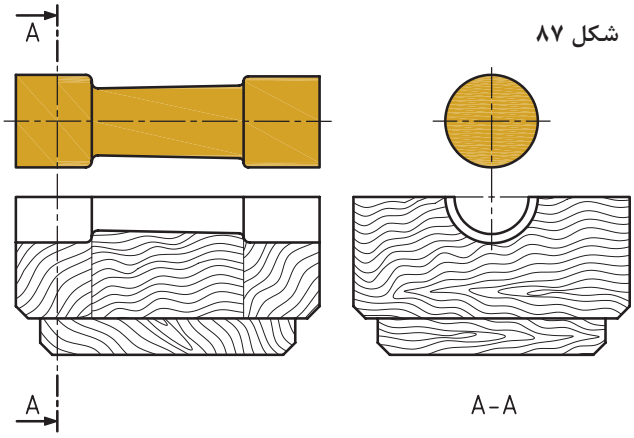
توجه

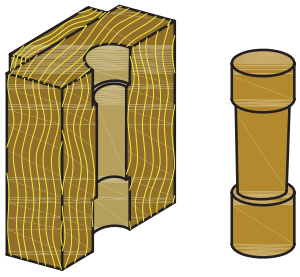
برای صرفه‌جویی در وقت رسم نقشه مدل‌سازی و رسم نقشه ساختمان مدل را مانند (شکل ۸۷) نیز رسم می‌کنند.



شکل ۸۷

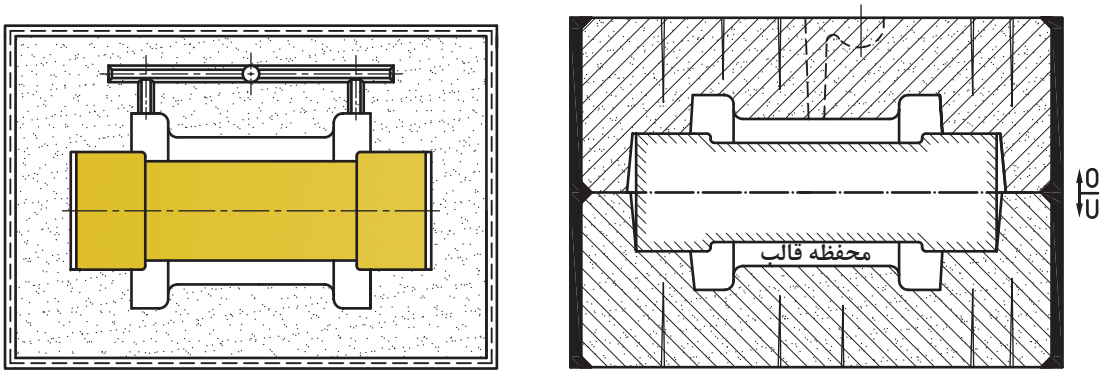
مرحله دهم: رسم ماهیچه و جعبه ماهیچه: برای تعیین چگونگی سطح جدایش جعبه ماهیچه و طراحی و محاسبه ساختمان چوبی آن، باید ابتدا ماهیچه رسم شود و براساس آن جعبه ماهیچه‌ترسیم شود. (شکل۸۸)





شکل ۸۸

مرحله یازدهم: رسم نقشه قالب‌گیری: برای اینکه سیستم راهگاهی در نقشه قالب‌گیری بهتر نشان داده شود رسم قالب‌گیری هم در برش و هم در نما از بالا انجام می‌گیرد و سیستم راهگاهی به شکل تجسم (فرضی) در جای خود با خط بریده رسم می‌شود. (شکل۸۹)

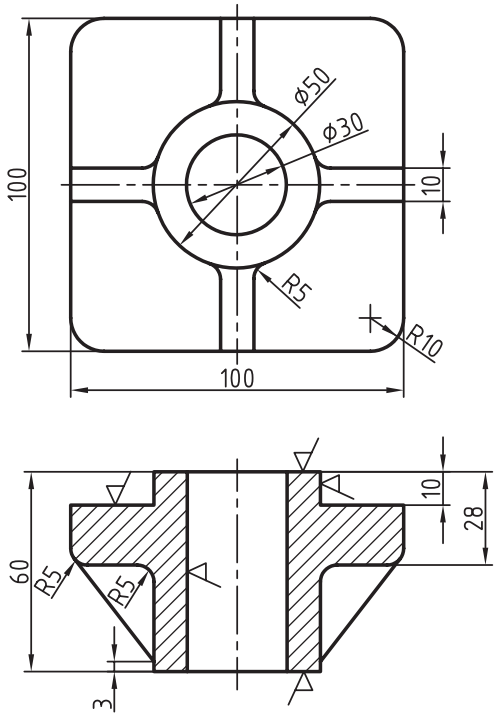


شکل ۸۹

مثال: قطعه داده شده مطابق شکل ۹۰ از آلیاژ چدن با ۱ درصد انقباض و شیب میانی (±) را در نظر گرفته و پس از انجام محاسبات مورد نیاز، نقشه‌های مدل‌سازی، ساختمان مدل، جعبه ماهیچه و قالب‌گیری را ترسیم نمایید. (شکل ۹۰)

حل: با استفاده از نقشه مکانیکی و سایر مشخصات ابتدا سطح جدایش مدل و قالب را مشخص نموده و سپس محاسبات مربوطه را به شرح زیر انجام می‌دهیم.

مرحله اول: تعیین مقدار انقباض مجاز: با استفاده از رابطه۲ و با توجه به درصد انقباض فلز خواهیم داشت.



شکل ۹۰

$$LM = \frac{LG \times S}{۱۰۰} + LG \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

$$\text{طول } ۱۰۰ \Rightarrow LM = \frac{۱۰۰ \times ۱}{۱۰۰} + ۱۰۰ = ۱۰۱\,mm$$

$$\varnothing ۵۰ \Rightarrow LM = \frac{۵۰ \times ۱}{۱۰۰} + ۵۰ = ۵۰/۵\,mm$$

$$\text{طول } ۶۰ \Rightarrow LM = \frac{۶۰ \times ۱}{۱۰۰} + ۶۰ = ۶۰/۶\,mm$$

$$\text{طول } ۶۰ - ۲۸ = ۳۲ \Rightarrow LM = \frac{۳۲ \times ۱}{۱۰۰} + ۳۲ = ۳۲/۳۲mm$$

$$\text{طول } ۲۸ - ۱۰ = ۱۸ \Rightarrow LM = \frac{۱۸ \times ۱}{۱۰۰} + ۱۸ = ۱۸/۱۸mm$$

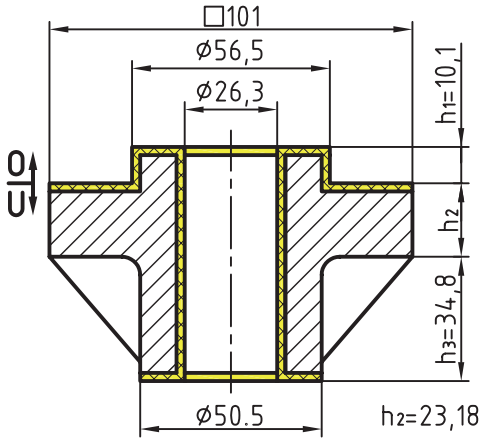
$$\text{طول } ۱۰ \Rightarrow LM = \frac{۱۰ \times ۱}{۱۰۰} + ۱۰ = ۱۰/۱mm$$

$$\varnothing ۳۰ \Rightarrow LM = \frac{۳۰ \times ۱}{۱۰۰} + ۳۰ = ۳۰/۳mm$$

توجه

سایر ابعاد به همین روش قابل محاسبه است.

مرحله دوم: تعیین مقدار تراش مجاز: با مراجعه به (جدول۳) مقدار تراش برای قسمت زیری قطعه ۲/۵میلی‌متر، برای قسمت رویی ۵ میلی‌متر و برای سطوح جانبی و داخلی ۳ میلی‌متر تعیین می‌شود که پس از اضافه کردن آن به ابعاد به همراه انقباض مجاز، اندازه قطعه تغییر پیدا می‌کند. همچنین برای سوراخ‌های راه به در، طبق (جدول۴) برای سوراخ به قطر ۳۰/۳ و طول ۶۰/۶ اضافه مجاز تراش ۲ میلی‌متر تعیین می‌شود که از قطر داخلی قطعه کسر می‌گردد. (شکل۹۱)



شکل ۹۱

مرحله سوم: تعیین شیب مدل بر حسب درجه: با در اختیار داشتن مقدار ارتفاع‌های قطعه و (جدول۵) استاندارد شیب‌ها، شیب مدل بر حسب درجه به‌دست می‌آید.

$h_۱ = ۱۰/۱۰۰ \xrightarrow{\text{از جدول۵}} ۲°$

$h_۲ = ۲۳/۱۸ \longrightarrow ۱/۵°$

$h_۳ = ۳۴/۸ \longrightarrow ۱°$

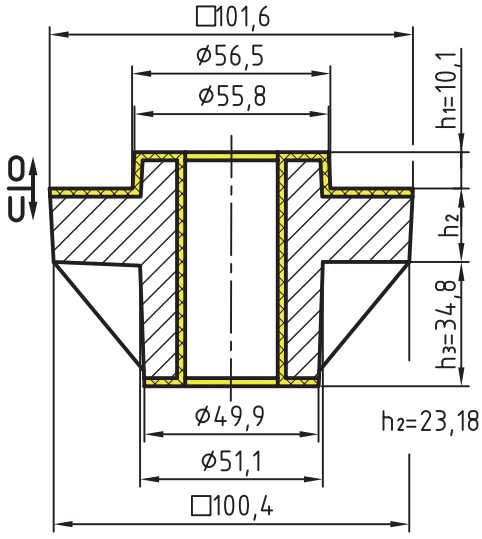
مرحله چهارم: تعیین شیب مدل بر حسب میلی‌متر، با استفاده از درجه شیب و رابطه محاسبه شیب بر حسب میلی‌متر خواهیم داشت. (شکل۹۲)

$$f_s(mm) = \frac{۱/۷۵ \times h \times \text{درجه}}{۱۰۰}$$

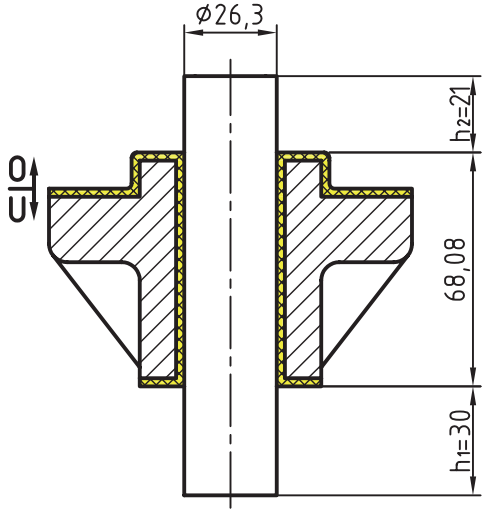
$$h_۱ = ۱۰/۱ \to ۲° \Rightarrow f_{s(mm)} = \frac{۱/۷۵ \times ۱۰ \times ۲}{۱۰۰} = ۰/۳۵mm$$

$$h_۲ = ۲۳/۱۸ \to \frac{۱°}{۵} \Rightarrow f_{s(mm)} = \frac{۱/۷۵ \times ۲۳/۱۸ \times ۱/۵}{۱۰۰} = ۰/۶mm \to \begin{cases} ۱۰۱+۰/۶ = ۱۰۱/۶mm & \text{اضافی} \\ ۱۰۱-۰/۶ = ۱۰۰/۴mm & \text{نقصانی} \end{cases}$$

$$h_۳ = ۳۴/۸ \to ۱° \Rightarrow f_{s(mm)} = \frac{۱/۷۵ \times ۳۴/۸ \times ۱}{۱۰۰} = ۰/۶mm \to \begin{cases} ۵۰/۵+۰/۶ = ۵۱/۱mm & \text{اضافی} \\ ۵۰/۵-۰/۶ = ۴۹/۹mm & \text{نقصانی} \end{cases}$$



شکل ۹۲



شکل ۹۳

مرحله پنجم: تعیین ارتفاع تکیه‌گاه زیری: پس از تعیین ارتفاع و قطر نهایی قطعه در واقع اندازه قطر و جان ماهیچه به‌دست می‌آید که با مراجعه به (جدول۷)، ارتفاع تکیه‌گاه زیری ماهیچه عمودی تعیین می‌شود.

طول جان ماهیچه $H = ۳۴/۸ + ۲۳/۱۸ + ۱۰/۱ = ۶۸/۰۸mm$

قطر ماهیچه $d = ۲۶/۳mm$

ارتفاع تکیه‌گاه زیری $h_۱$=۳۰mm → جدول ۷ →

با توجه به ضریب ۰/۷ ارتفاع تکیه‌گاه رویی به دست می‌آید. (شکل۹۳)

ارتفاع تکیه‌گاه رویی $h_۲=h_۱\times ۰/۷=۳۰\times ۰/۷=۲۱mm$

مرحله ششم: تعیین شیب تکیه‌گاه بر حسب درجه و میلی‌متر: طبق استاندارد شیب تکیه‌گاه زیری تا ۷۰میلی‌متر ۵ درجه، بنابراین مقدار شیب بر حسب میلی‌متر از رابطه شیب‌ها به‌دست می‌آید. (شکل۹۴)

شیب تکیه‌گاه زیری $h_۱ = ۳۰mm \Rightarrow f_{s\,(mm)} = \frac{۱/۷۵\times ۳۰\times ۵}{۱۰۰} = ۲/۶۲mm$

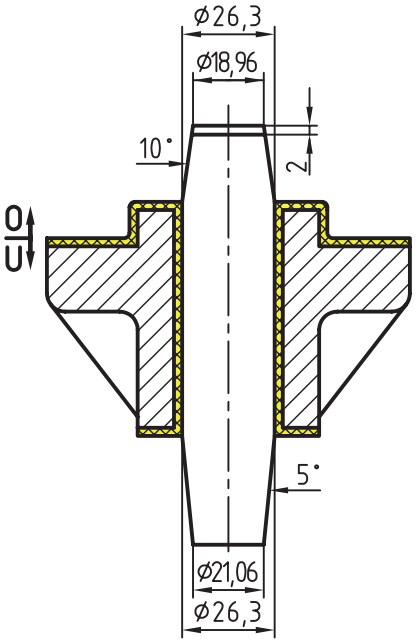
(قطر کوچک تکیه‌گاه زیری) ۲۱/۰۶mm=۲/۶۲-۲/۶۲-۲۶/۳ (قطر بزرگ تکیه‌گاه زیری)

شیب تکیه‌گاه رویی دو برابر تکیه‌گاه زیری است. ۵°×۲=۱۰°

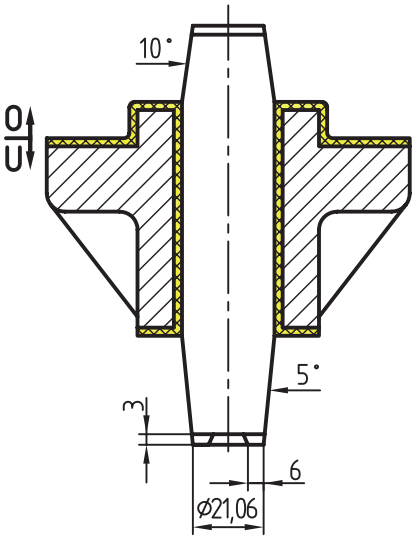
شیب تکیه‌گاه رویی

$h_۲ = ۲۱mm \Rightarrow f_{s\,(mm)} = \frac{۱/۷۵\times ۲۱\times ۱۰}{۱۰۰} = ۳/۶۷mm$

(قطر کوچک تکیه‌گاه رویی) ۱۸/۹۶mm=۳/۶۷-۳/۶۷-۲۶/۳ (قطر بزرگ تکیه‌گاه رویی)



شکل ۹۴

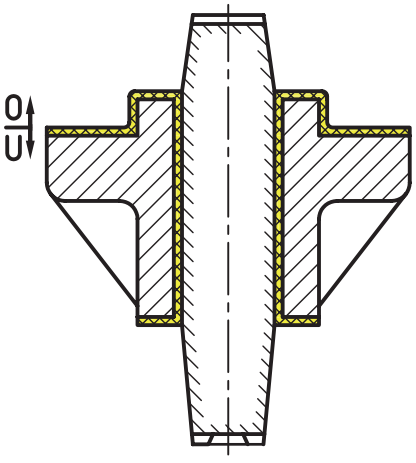


شکل ۹۵

مرحله هفتم: تعیین مقدار زه ریزش ماسه: پس از به‌دست آوردن شیب ریشه ماهیچه زیری (قطر کوچک) یا مقدار (a) با استفاده از جدول ۹ پهنا (b) و ارتفاع (c) برای رسم زه ریزش ماسه در کف ریشه ماهیچه به‌دست می‌آید. (شکل ۹۵)

$a=d=۲۶/۳-(۲/۶۲\times۲)=۲۱/۰۶mm$

$$a=۲۱/۰۶ \xrightarrow{\text{از جدول ۹ زه دو طرفه}} b=۶mm\ ,\ c=۳mm$$



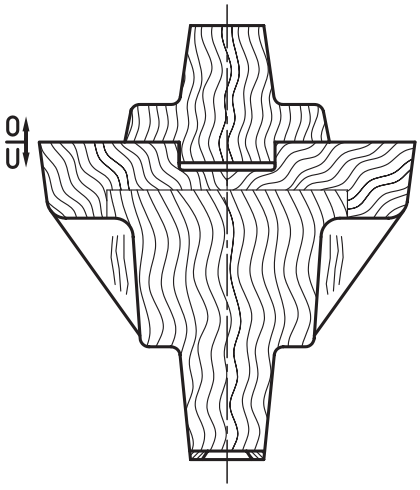
شکل ۹۶

مرحله هشتم: رسم نقشه مدل‌سازی: در این نقشه، سطح جدایش مدل، مقدار تراش مجاز، شیب مدل، ماهیچه و تکیه‌گاه‌های آن، شیب تکیه‌گاه‌های زیری و رویی، هوای پشت ماهیچه در قالب رویی، زه ریزش ماسه، هاشورهای (فلز ریختگی، ماهیچه، تراش مجاز) و... رسم می‌شود. (شکل ۹۶)

مرحله نهم: رسم نقشه ساختمان مدل: در این نقشه سطح جدایش مدل، تعداد قطعات تفکیک شده چوب و هاشور آن، شیب مدل و تکیه‌گاه‌ها، زه ریزش ماسه و... رسم می‌شود.

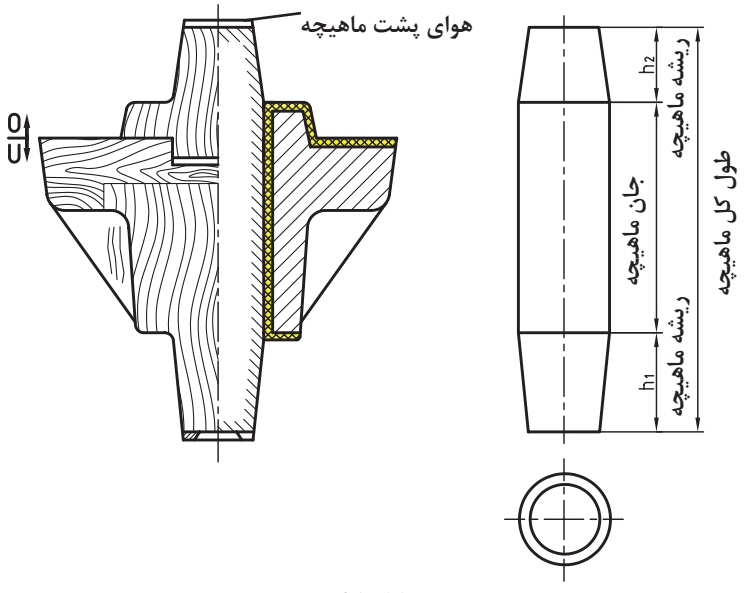
توجه

تیغه (ناو) در رسم ساختمان مدل سفید بدون هاشور و فقط به‌وسیله چند هاشور کوتاه جهت الیاف چوب رسم می‌شود. (شکل ۹۷)



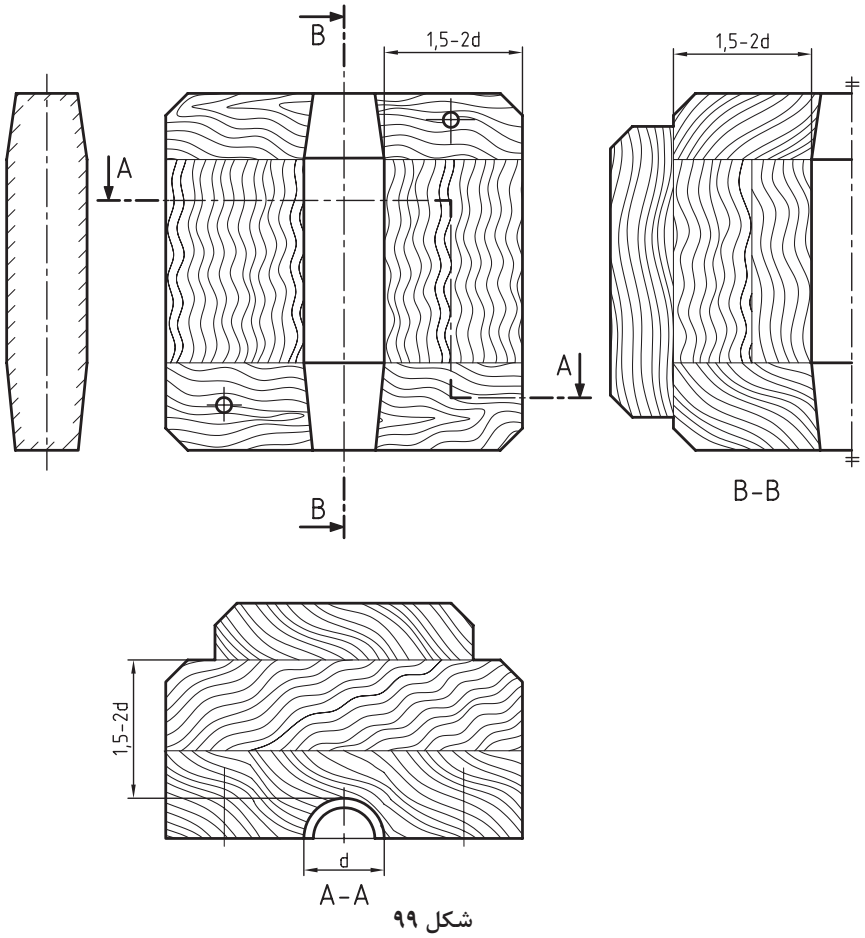
شکل ۹۷

مرحله دهم: رسم ماهیچه: این رسم با استفاده از نقشه مدل‌سازی یا ساختمان مدل انجام می‌شود. از رسم ماهیچه برای تعیین سطح جدایش و رسم جعبه ماهیچه استفاده می‌شود. (شکل ۹۸)

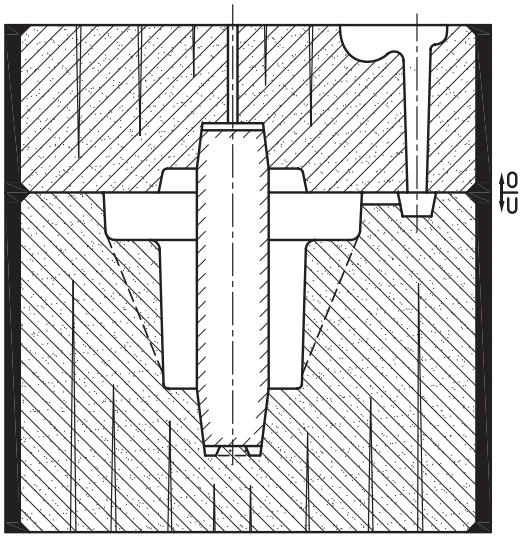


شکل ۹۸

مرحله یازدهم: رسم جعبه ماهیچه(قالب ماهیچه): دراین نقشه سطح جدایش جعبه ماهیچه، تعداد تکه‌های چوب، پین‌ها، پشت‌بندها، فضای داخل قالب ماهیچه مشخص و رسم می‌شود. (شکل۹۹)



شکل ۹۹

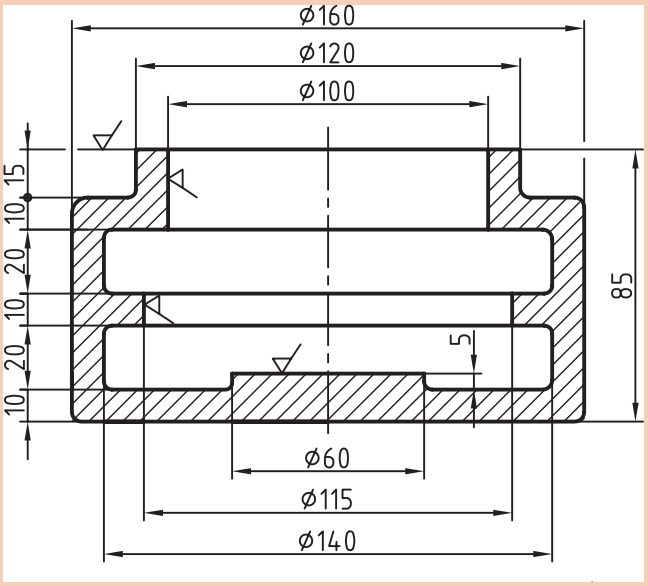


مرحله دوازدهم: رسم قالب‌گیری: این رسم با استفاده از نقشه مدل‌سازی، ساختمان مدل و ماهیچه انجام می‌شود. در این نقشه درجه‌ها، محفظه قالب، ماهیچه، محفظه سیستم راهگاهی، کانال خروج گاز و هوا، سطح جدایش قالب، هاشورها و... رسم می‌شود. (شکل ۱۰۰)

شکل ۱۰۰

فعالیت کارگاهی

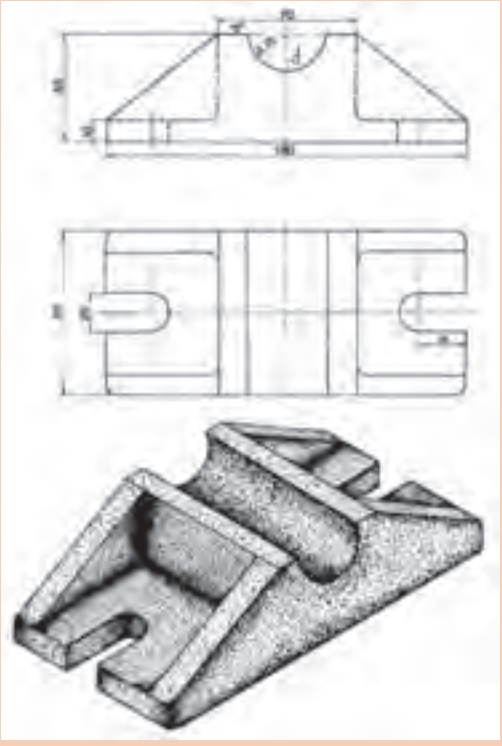
پوستهٔ برنزی شکل ۱۰۱ با ماهیچه آویز یا معلق ریخته‌گری می‌شود. در صورتی که انقباض مجاز ۱/۵درصد و شیب آن اضافی (+) باشد مطلوب است محاسبه اضافات مجاز مدل‌سازی، رسم نقشه مدل‌سازی، رسم نقشه ساختمان مدل، رسم ماهیچه و جعبه ماهیچه و رسم نقشه قالب‌گیری.



شکل ۱۰۱

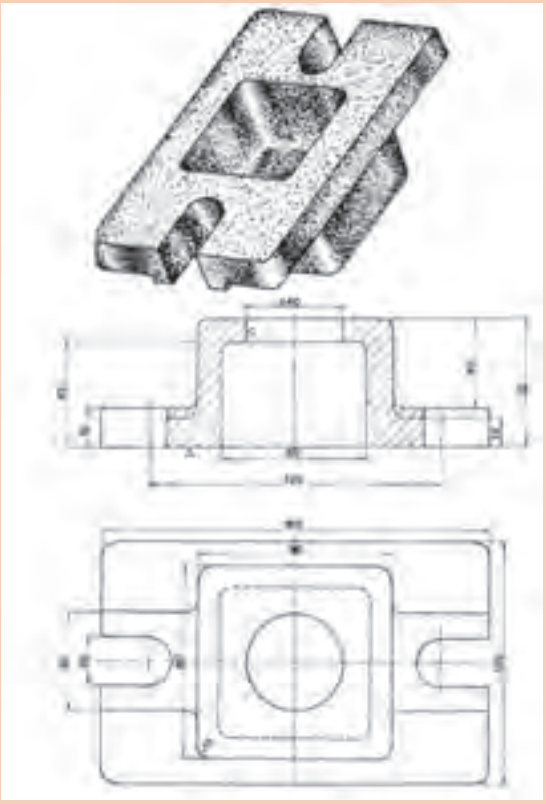
فعالیت کارگاهی

قطعه داده شده مطابق شکل۱۰۲ از آلیاژ چدن با ۱درصد انقباض و شیب اضافی را در نظر گرفته و پس از انجام محاسبات مورد نیاز، نقشه‌های مدل‌سازی، ساختمان مدل، جعبه ماهیچه و قالب‌گیری را ترسیم نمایید. (شکل۱۰۲)



شکل ۱۰۲

فعالیت کارگاهی

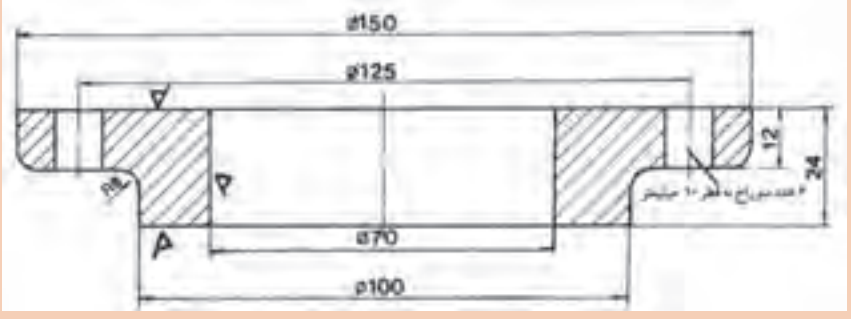


قطعه داده‌شده مطابق شکل۱۰۳ از آلیاژ آلومینیوم با ۱/۲۵ درصد انقباض و شیب نقصانی را در نظر گرفته و پس از انجام محاسبات موردنیاز، نقشه‌های مدل‌سازی، ساختمان مدل، جعبه ماهیچه و قالب‌گیری را ترسیم نمایید. (شکل ۱۰۳)

شکل ۱۰۳

فعالیت کارگاهی

قطعه داده‌شده مطابق شکل ۱۰۴ از آلیاژ برنج با ۱/۵ درصد انقباض و شیب میانی را در نظر گرفته و پس از انجام محاسبات مورد نیاز، نقشه‌های مدل‌سازی، ساختمان مدل، جعبه ماهیچه و قالب‌گیری را ترسیم نمایید (شکل۱۰۴)



شکل ۱۰۴

فعالیت پایانی

کارهای عملی ارائه‌شده در این واحد یادگیری را با استفاده از نرم‌افزار اتوکد ترسیم نمایید.

ارزشیابی هنرجو در واحد یادگیری: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل‌سازی

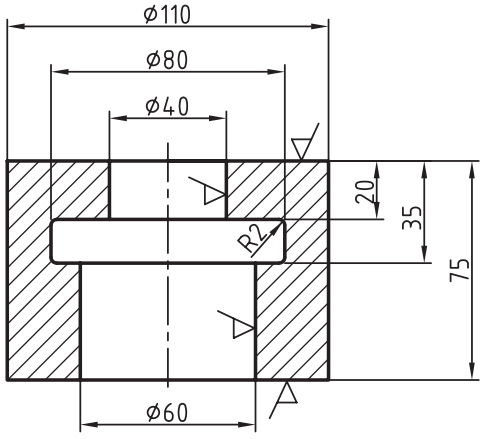
نقشه کار: تبدیل نقشه مکانیکی به مدل‌سازی
رسم مدل، ساختمان مدل، نقشه قالب‌گیری قطعه مقابل را با در نظر گرفتن اضافات مجاز انجام دهید. جنس قطعه آلومینیوم با ۱/۵ درصد انقباض، با شیب نقصانی (به‌صورت دستی و رایانه‌ای)

شاخص عملکرد: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل‌سازی

شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه مدل‌سازی با روشنایی مناسب

مواد مصرفی: کاغذ

ابزار و تجهیزات: ابزار نقشه‌کشی شامل خط‌کش، گونیا، پرگار، مداد و میز نقشه‌کشی و... ، کولیس، عمق‌سنج، قوس‌سنج، رایانه، نرم‌افزار اتوکد



معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	محاسبه اضافات مجاز	۲	
۲	اعمال اضافات مجاز به نقشه مکانیکی	۱	
۳	ترسیم نقشه مدل	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: رعایت قواعد و اصول در مراحل کار استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات ❋		

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

واحد یادگیری ۲

ساخت مدل چوبی

مقدمه

اولین مرحله در تولید قطعه به روش ریخته‌گری ساخت مدل قطعه ریختگی است. مدل از لحاظ جنس، انواع مختلفی دارد که اولین نوع آن، مدل چوبی است.
در این واحد یادگیری چوب‌شناسی، روش‌های چسباندن چوب، انواع تجهیزات برش‌کاری و تراش‌کاری و صافکاری چوب، روش‌های مونتاژ کردن مدل‌ها و تجهیزات و مواد مصرفی مورد نیاز در مونتاژ، قوس‌کاری و شیب‌دهی مدل‌ها و روش‌های آنها، روش‌های تمام‌کاری و رنگ‌کاری مدل و استانداردهای موجود آن توضیح داده می‌شود.

استاندارد عملکرد

با استفاده از نقشه مکانیکی و مواد اولیه و ابزار لازم، نقشه مدل‌سازی براساس استانداردهای مرتبط تهیه و مدل‌چوبی ساخته می‌شود.

پیش‌نیاز

تبدیل نقشه مکانیکی به مدل‌سازی

ساخت مدل چوبی

پرسش

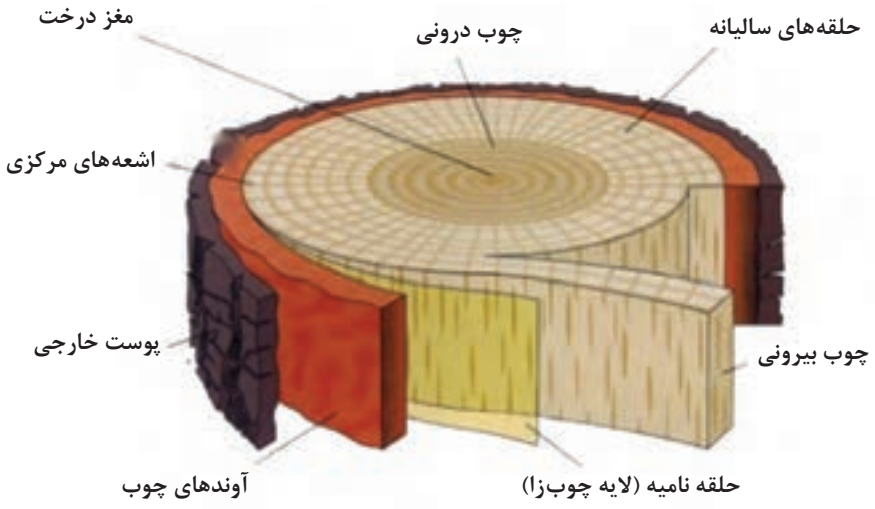
چرا مدل‌سازان به اولین ماده‌ای که برای ساخت مدل روی آوردند چوب بوده و امروزه هم با پیشرفت عظیم علم باز هم چوب جایگاه ویژه‌ای در مدل‌سازی دارد؟

چوب شناسی

همان‌طور که می‌دانید، برای ساخت مدل‌های چوبی نیاز به داشتن چوب، نقشه مناسب، ابزار و وسایل برشکاری و شکل‌دهی دستی و ماشینی سالم، مانند: انواع سوهان‌ها، چوب‌سای‌ها به همراه اره، رنده و وسایل برقی نظیر انواع اره‌ها و دیگر ماشین‌های براده‌برداری می‌باشد. داشتن این وسایل و امکانات می‌تواند منجر به ساخت مدل شود، اما نمی‌تواند ضامن مرغوبیت و طول عمر مدل باشد و جلب رضایت ریخته‌گران را فراهم آورد. تهیه مدل‌های مرغوب در صورتی امکان‌پذیر است که مدل‌ساز، ساختمان چوب، خواص فیزیکی و مکانیکی هر چوب را به‌طور کامل بشناسد و برای ساخت مدل با در نظر گرفتن شرایط ظاهری و کاری مدل و همهٔ انتظارات ریخته‌گر، اقدام به انتخاب چوب مناسب، نماید.

ساختمان چوب

تصویر زیر مقطع برش خورده تنه یک درخت را نشان می‌دهد، خطوط و نشانه‌هایی که در تصویر مشخص شده است هرکدام نقشی در رشد و بقای درخت دارند. با توجه به ساختار درونی هر بخش، خواص فیزیکی چوب، مانند: رنگ، چگالی، فشردگی بافت‌ها، میزان جذب آب و...، در جهت عمود به مرکز تنه درخت، متفاوت خواهد بود.



شکل ۱۰۵

مغز درخت: هسته مرکزی چوب (مغز درخت)، بخش کوچک و بدون فعالیت (مرده) درخت بوده که در مرکز تنه درخت وجود دارد، این بخش تیره رنگ و بسیار سخت، در هنگام تبدیل کردن تنه درخت به الوار جدا شده و دور انداخته می‌شود.

چوب درونی: چوب درونی بخش زنده درخت بوده که توسط صمغ درخت و دیگر عصاره‌های گیاهی مسدود و کاملاً پوشیده شده است، این چوب، کاملاً محکم و با سلول‌های بسیار فشرده و رنگی تیره است، که اهمیت بسیاری در صنعت مدل‌سازی دارد.

حلقه‌های سالیانه: هر سال در بهار و تابستان یک حلقه چوب جوان به محیط درختان اضافه می‌شود. این حلقه‌ها را حلقه‌های سالیانه می‌نامند، چراکه هر کدام از آنها معرف یک سال عمر درخت می‌باشد. هر حلقه از دو بخش درونی و بیرونی تشکیل شده است. بخش درونی با بافتی نرم‌تر و ضخیم‌تر را که مربوط به فصل بهار می‌باشد چوب بهاره و بخش بیرونی با بافتی سخت‌تر و رنگی تیره‌تر را که در فصل تابستان شکل گرفته چوب تابستانه یا پاییزه می‌نامند.

چوب بیرونی: چوب بیرونی که به چوب جوان نیز موسوم است. بخش فعال و زنده چوب بوده که از بافتی بسیار نرم با فشردگی کم برخوردار است. این بخش آب و مواد معدنی را از ریشه به طرف برگ‌ها منتقل کرده و محل ذخیره مواد غذایی مورد نیاز درخت می‌باشد. با توجه به خصوصیاتی که در توضیحات به آن اشاره گردید این بخش در مدل‌سازی مصرف چندانی ندارد.

حلقه نامیه (لایه چوب‌زا): این حلقه از یک لایه بسیار نازک و چسبنده تشکیل شده که بین چوب بیرونی و پوست داخلی (آوندها) قرار گرفته است. وظیفه این بخش جمع‌آوری مواد غذایی و انتقال آن در مسیر طولی درخت و رساندن آنها به ساقه‌ها و برگ‌ها می‌باشد. این لایه در رشد و نمو درخت نقش بسیار مهمی دارد که به آن لایه چوب‌زا نیز می‌گویند.

آوندهای چوب: این بخش اسفنجی شکل که به پوست داخلی نیز موسوم است، مجموعه‌ای است از لوله‌ها یا مجراهای بسیار نازک که از طریق آنها قندهای نامحلول و هورمون‌های رشد از برگ‌ها به سایر قسمت‌های درخت منتقل می‌شود.

پوست خارجی: پوست خارجی، بیرونی‌ترین قشر تنه درخت بوده که وظیفه آن محافظت از بخش‌های درونی درخت به خصوص آوندها در مقابل عوامل خارجی نظیر حرارت، نور، ضربه، فشار، حشرات و دیگر جانوران می‌باشد.

اشعه‌های مرکزی: این بخش به‌صورت خطوطی بسیار نازک دیده می‌شود که از طرف مرکز تنه درخت به جانب آن کشیده شده است. وظیفه جابه‌جا کردن و رساندن مواد غذایی به‌صورت عرضی (شعاعی) در تنه درخت بر عهده این بخش می‌باشد.

خواص فیزیکی و مکانیکی چوب

پرسش

به نظر شما در چوب‌شناسی به چه خواصی، خواص مکانیکی و فیزیکی گفته می‌شود؟

چوب فراورده‌ای است طبیعی با ساختاری ناهمگن که خواص فیزیکی و مکانیکی آن نظیر: رنگ، بو، سختی، فشردگی، وزن مخصوص و ... در جهات مختلف و بخش‌های مختلف، با هم متفاوت می‌باشد.

با قبول موارد فوق به عنوان یک نقیصه ذاتی در درختان، می‌توان بیان داشت که، چوب مناسب چوبی است که بیماری نداشته باشد، آسیبی به آن وارد نشده باشد، رشد و نمو صحیحی در جهت عمود داشته باشد.

شناختن گونه‌های مختلف درختان و دانستن خواص فیزیکی و مکانیکی آنها به ما در انتخاب چوب مناسب و سالم برای ساخت انواع مدل در اندازه و شکل‌های مختلف کمک می‌کند.

در جدول ۷ مشخصات مهم‌ترین چوب‌های ایران و جهان به همراه موارد استفاده از آنها نشان داده شده است.

جدول ۷

ردیف	نوع چوب	نام علمی	طرح و رنگ	برخی مشخصات فیزیکی و مکانیکی	موارد استفاده	رویشگاه اصلی
۱	اوجا (ازخانواده نارون)	Ulmusnminor		از رنگ زرد تا قهوه‌ای تیره- درشت بافت ـ سخت و سنگین	ساختمان‌های چوبی ـ ساخت ابزار چوبی منزل	اروپا ـ آسیای غربی ـ شمال ایران
۲	آزاد (سیاه‌دار)	Zelkove carpinifolia		به رنگ زرد تا صورتی روشن- محکم ـ قابل ارتجاع	مبل سازی ـ پاروی قایق ـ اسکی	اروپا ـ جنوب روسیه- ایران
۳	اقاقیا	Robinia pseudoacaia		به رنگ سفید مایل به زرد تا قهوه‌ای ـ محکم ـ دارای الاستیسیته زیاد ـ بسیار سنگین ـ بادوام	وسایل ورزشی ـ تراورس ـ نجاری ـ خراطی ـ مدل‌سازی	جنوب آمریکا ـ اروپا- ژاپن ـ هیمالیا ـ ایران
۴	انجیلی	Parrotia persica		به رنگ کرم مایل به‌صورتی- سخت و نسبتاً سنگین ـ بادوام	پارکت سازی ـ خراطی ـ وسایل زینتی ـ تراورس ـ مدل‌سازی	شمال ایران
۵	زبان گنجشک	Fraxinus excelsior		به رنگ زرد روشن تا خاکستری روشن ـ نسبتاً درخشان ـ دارای الاستیسیته زیاد ـ سخت و سنگین ـ با دوام و مقاوم	هواپیماسازی ـ کشتی‌سازی ـ منبت‌کاری ـ روکش و تخته لایه ـ راکت تنیس ـ مدل‌سازی ـ دسته ابزار	ترکیه ـ شمال آفریقا- شمال ایران ـ اروپا
۶	افرا	Acer		سفید مایل به خاکستری، جنس سخت با الیاف صاف، بادوام در خشکی	برای ساخت مدل‌های ظریف و کوچک ـ مبل‌سازی ـ ادوات موسیقی	ایران ـ ترکیه ـ ژاپن- آفریقا ـ جنوب اروپا
۷	نم‌دار (زیرفون)	Tilia		صورتی روشن تا کدر ـ ریزبافت ـ کمی درخشان ـ نرم ـ بی‌دوام ـ سبک	تخته لایه روکش ـ مدادسازی- صندوق‌سازی ـ خمیرکاغذ ـ نجاری	شمال ایران

۸	سرخ‌دار	Taxus baccata		سفید تا سفید مایل به کرم تا زرد روشن ـ سخت و سنگین ـ بادوام	قایق‌سازی ـ منبت‌کاری ـ مصنوعات زینتی ـ مدل‌سازی	اروپا ـ آفریقا ـ آسیای شمالی ـ شرق ایران
۹	خرمندی	Diospyros lotus		سفید مایل به خاکستری ـ ریزبافت ـ متراکم ـ محکم ـ سخت و سنگین ـ مقاوم در برابر سایش	ضربه‌گیر و دوک نساجی ـ وسایل ورزشی ـ تخته پرش ـ ساخت مدل‌های اسکلتی	جنوب آمریکا ـ ایران ـ جنوب اروپا ـ افغانستان
۱۰	زربین (تیره سرویان)	Cupressus sempervirens		سفید تا زرد روشن ـ درشت بافت ـ نسبتاً سخت ـ بادوام ـ نیمه سنگین	خانه‌های چوبی ـ صندوق‌سازی ـ کمدسازی ـ کشتی‌سازی ـ خاتم و منبت ـ مدل‌سازی	ایران ـ آسیای صغیر ـ نواحی مدیترانه
۱۱	پالیساندر	DALBERGIA LATIFOLIA		قهوه‌ای تا زرد ـ درشت بافت دارای نوارهای نامنظم ـ سخت و نیمه سنگین ـ نسبتاً با دوام	روکش‌های نمای کار ـ جعبه تلویزیون ـ دکوراسیون ـ خاتم‌کاری ـ خراطی ـ مجسمه‌سازی و مدل‌سازی	پاکستان ـ هند ـ جنوب ایران (جیرفت)
۱۲	گردو	Juglans		قهوه‌ای مخلوط با خاکستری ـ سخت و محکم ـ بادوام ـ کار روی آن آسان ـ جلاپذیری عالی ـ طرح بسیار زیبا	کارهای زینتی ـ دکور داخلی خانه‌ها ـ خراطی ـ مجسمه‌سازی	ایران ـ آمریکای جنوبی ـ اروپا
۱۳	سپیدار (هم‌خانواده صنوبر، تبریزی، شالک)	Populus		زرد مایل به خاکستری کمرنگ ـ کم کار می‌کند ـ نرم و سبک ـ حساس به رطوبت	بسیار مناسب برای مدل‌سازی ـ مدادسازی ـ کبریت‌سازی ـ تیر سقف (خرپا)	ایران ـ اروپا ـ روسیه ـ آمریکا
۱۴	بلوط	Quercus		سفید مایل به قهوه‌ای با طرح بسیار زیبا ـ از گونه‌های با ارزش ـ مقاوم در برابر عوامل جوی ـ با دوام ـ خوش‌تراش	مناسب برای ساخت مدل‌های ظریف ـ خراطی ـ کشتی‌سازی ـ مبل‌سازی ـ بشکه‌سازی	ایران (رشته کوه زاگرس) ـ اروپا ـ آمریکای جنوبی

متخصصان چوب‌شناسی یا افرادی که با چوب سر و کار زیادی داشته‌اند می‌توانند، با بررسی خواص فیزیکی چوب نظیر: رنگ، بو، نقش یا موج و صوت، از سلامت چوب اطمینان حاصل نموده و با توجه به انتظارات مدل‌ساز و در نظر گرفتن خواص مکانیکی ذاتی چوب‌ها، مناسب‌ترین چوب را انتخاب، کنند. مهم‌ترین خواص مکانیکی که در گونه‌های مختلف چوب، متفاوت بوده و در مدل‌سازی اهمیت فراوان دارند عبارت‌اند از: سختی، وزن مخصوص، قابلیت ارتجاع و انحناء، قابلیت شکافتن، مقاومت به فشار، کشش،پیچش، خمش، قیچی شدن.

فعالیت

با جست‌وجو در اینترنت و منابع موجود، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱ با مشاهده چه تغییراتی در خواص فیزیکی ذکر شده به سلامت چوب پی می‌بریم؟ (به تفکیک توضیح دهید)

۲ برای ساخت قایق، کمان، مدل با اندازه و حجم بالا، تخته اسکی، راکت تنیس، چوب الاکلنگ پارک بازی، به‌ترتیب کدام یک از خواص مکانیکی چوب اهمیت بالاتری دارد؟

از عوامل تأثیرگذار بر خواص فیزیکی و مکانیکی (سلامت)چوب، می‌توان به مواردی نظیر: ۱ـ رطوبت ۲ـ حشرات و موجودات زنده ۳ـ رشد نامنظم تنه درخت ۴ـ شرایط بد محیط رشد و نمو درخت ۵ـ نگه‌داری و انبار داری اشتباه، اشاره نمود، اما مهم‌ترین عامل تأثیرگذار را می‌توان، رطوبت دانست. حذف غلط رطوبت از الوارها یا تخته‌ها یا جذب رطوبت توسط آنها، می‌تواند تأثیر زیادی در خواص فیزیکی و مکانیکی چوب گذاشته به گونه‌ای که ممکن است آن را غیرقابل استفاده نماید. مخرب‌ترین تأثیراتی که رطوبت می‌تواند در چوب ایجاد کند، عبارت‌اند از: کاستن (کارکردن چوب)، منبسط شدن، انداختن، کشیده شدن، پیچیده شدن و ترک خوردن.

کاستن: در اثر خشک شدن و تبخیر رطوبت موجود در بافت‌های چوب، از حجم و وزن آن کاسته شده به همین دلیل به عمل خشک کردن چوب، کاستن چوب یا کارکردن چوب، گفته می‌شود. از آنجایی که میزان فشردگی چوب، در جهات مختلف متفاوت است لذا میزان کاستن نیز در جهات مختلف متفاوت می‌باشد، جدول زیر کاستن برخی از چوب‌ها را در جهات مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۸

نوع چوب	L٪	R٪	S٪	نوع چوب	L٪	R٪	S٪
افرا	۰/۱۱	۲/۰۶	۴/۱۳	داغداغان	۰/۱۰	۵/۳۷	۷/۱۷
بلوط	۰/۰۳	۲/۶۵	۴/۱۳	گردو	۰/۲۲	۵/۴۰	۱۰/۳۰
توسکا	۰/۳۰	۳/۱۶	۴/۱۵	جنگلی قرمز	۰/۲۰	۵/۲۵	۷/۰۳
زبان گنجشک	۰/۲۶	۵/۳۵	۶/۹۰	سرو	۰/۱۰	۳/۲۵	۶/۱۱
نوعی کاج	۰/۰۹	۲/۰۸	۲/۶۲	نارون	۰/۰۵	۳/۸۵	۴/۱۰
نوعی کاج	۰/۰۱	۲/۴۹	۲/۸۷	جنگلی سفید	۰/۲۱	۶/۸۲	۸
جهت حلقه‌های سالیانه: S		جهت اشعه‌های مرکزی: R			جهت طولی چوب: L		

منبسط شدن: چنانچه چوب‌های خشک شده در مجاورت محیط‌های مرطوب قرار گیرند، رطوبت محیط در چوب نفوذ کرده و با وارد شدن در بافت‌های اسفنجی باعث حجیم شدن یا منبسط شدن چوب و برگشت آن به حالت قبل از خشک شدن می‌گردد، دراین حالت اصطلاح منبسط شدن را برای چوب به‌کار می‌برند.

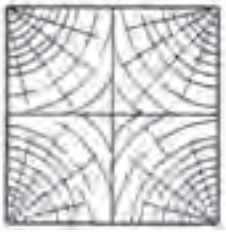
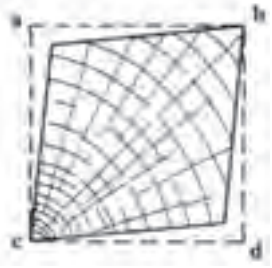
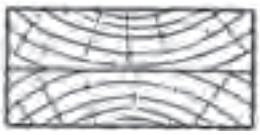
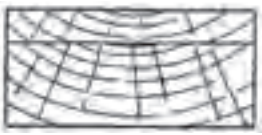
کاستن و منبسط شدن نادرست یا توامان باعث بروز عیوبی نظیر: انداختن، کشیده شدن، پیچیده شدن و ترک‌خوردن چوب می‌شود، به‌منظور حذف یا کاهش اثرات این عیوب در مدل‌سازی از چوب چسبانی یا درزکردن استفاده می‌شود.

فعالیت

در مورد چگونگی به‌وجود آمدن و تشخیص هر یک از عیوب: انداختن، کشیده شدن، پیچیده شدن، ترک خوردن، به‌صورت گروهی تحقیق کرده و نتایج را در کلاس ارائه دهید.

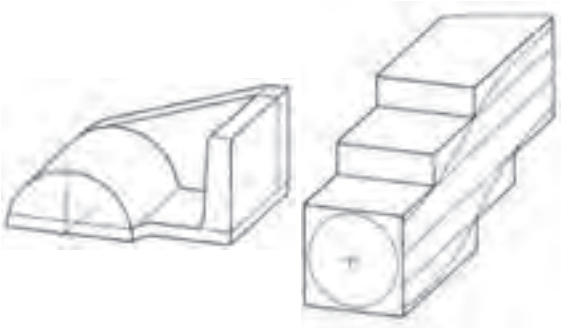
درز کردن: قرار دادن چندین تکه چوب رندیده شده و گونیا شده را کنار یا روی هم با توجه به جهت الیاف آنها به گونه‌ای که از تغییر شکل یکدیگر جلوگیری به عمل آورده یا از شدت آن بکاهد، درز کردن می‌گویند. تصاویر زیر، درز کردن صحیح و غلط چوب را در جهات مختلف نشان می‌دهند.

جدول ۹

روش صحیح	روش غلط
	
	

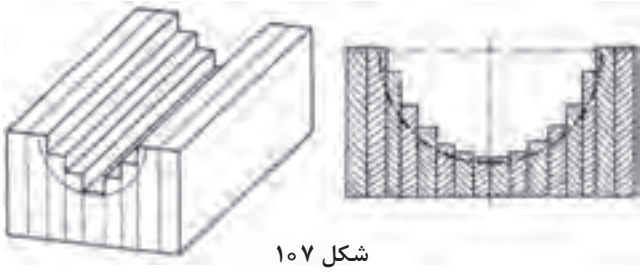
درز چسبانی یا تکه چسبانی در مدل‌سازی هنگامی‌صورت می‌گیرد که:

۱ امکان تولید مدل به‌صورت یک تکه وجود نداشته باشد. مانند: مدل‌هایی توپر با اشکال پیچیده یا داشتن انحناهای شدید. (شکل ۱۰۶)



شکل ۱۰۶

۲ مدل حساس به کاستن باشد، مانند: جعبه ماهیچه‌های استوانه‌ای که در اثر کاستن دهنه آنها به‌صورت بیضی می‌شود. (شکل ۱۰۷)



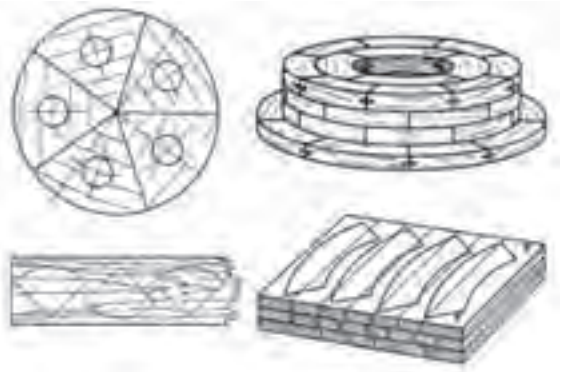
شکل ۱۰۷

۳ ساخت مدل‌های مدور با قطر بالاتر از ۱۰۰ mm؛ به‌این منظور از قطاع چسبانی استفاده می‌شود.
قطاع چسبانی با هدف افزایش طول عمر مدل و مقاومت آن در مقابل رطوبت و کاستن می‌باشد.
تعداد قطاع‌ها را طبق استاندارد می‌توان بر اساس جدول ۴ تعیین نمود. (شکل۱۰۸)

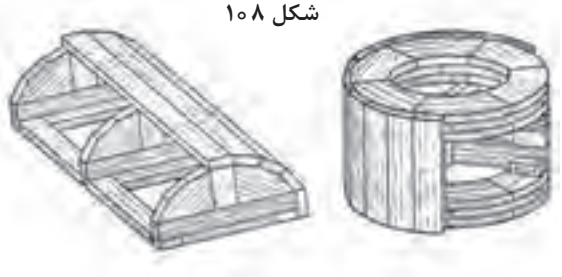
نکته

جهت ترسیم قطاع‌ها روی چوب بهتر است از شابلون استفاده شود. (شابلون می‌تواند از جنس سه لایی یا مقوا باشد).

قطر اسمی مدل برحسب میلی‌متر	حداقل تعداد قطاع
تا ۲۰۰	۳
۲۰۰ تا ۶۰۰	۵
۶۰۰ تا ۱۰۰۰	۷
۱۰۰۰ تا ۱۶۰۰	۹
۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰	۱۱
بالاتر از ۲۰۰۰	۱۳



شکل ۱۰۸



شکل ۱۰۹

۴ ساخت مدل‌های بسیار بزرگ و حجیم مانند: مدل‌های توخالی یا اسکلتی. (شکل ۱۰۹)

در مدل‌سازی سنجش ابعاد فیزیکی اجسام از جمله: طول، عرض، ضخامت، قطر، زاویه و ... را اندازه‌گیری می‌نامند.

خط‌کشی مدل (انتقال نقشه روی چوب)

انتقال تمامی یا بخشی از نقشه مدل‌سازی را بر روی قطعه چوبی، فلزی، پلاستیکی و ... که از پیش گونیا شده است خط‌کشی مدل می‌نامند. قبل از هر چیز ذکر این نکته اهمیت دارد که برای داشتن یک اندازه‌گذاری دقیق و بدون خطا لازم است همواره تا پایان خط‌کشی آخرین جزء مدل روی چوب یا هر ماده دیگر، نقشه مدل‌سازی، کنار دست مدل‌ساز قرار داشته باشد.

مدل‌سازان ابزار خط‌کشی مدل را به دو دسته تقسیم‌بندی کرده‌اند: ۱ـ وسایل خط‌کشی مانند: مداد (سوزن خط‌کش)، پرگار معمولی (میله‌ای)، خط‌کش تیره‌دار، گونیای ۹۰ و ۴۵ درجه، ۲ـ وسایل کمکی در خط‌کشی مانند: منشور مرکز یاب (استوانه‌گیر)، سوزن خط‌کش پایه‌دار، سنبه نشان، صفحه صافی، میز خط‌کشی.

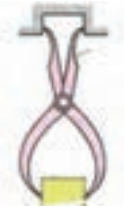
نکته

به عمل گونیا کردن قطعه کار چوبی، اصطلاحاً یک رو یک نر کردن قطعه کار گفته می‌شود.

فعالیت

به صورت گروهی جدول زیر را مطابق نمونه تکمیل نمایید.

نوع ابزار به لحاظ ابزار اصلی یا کمکی	نکات ایمنی و نگهداری	کاربرد	نام	تصویر
از جمله ابزار کمکی در مدل‌سازی به حساب می‌آید.	لازم است پس از هر بار استفاده کاملاً تمیز شده و سطح آن را با لایه نازکی از روغن یا گرافیت پوشش داد.	بررسی مسطح بودن و یکنواخت بودن سطح برش خورده یا براده‌برداری شده	صفحه صافی	

فعالیت

با استفاده از ابزار اندازه‌گیری و اطلاعات جدول شماره ۴ ترسیم نقشه بر روی شابلون مقوایی برای ساخت دو مدل مدوّر، یکی باقطر ۱۶۰ میلی‌متر و دیگری با قطر ۱۱۰ میلی‌متر را انجام دهید.
(توجه داشته باشید که مدل‌های مدور با قطر کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر باید از ۳ قطاع ساخته شوند).

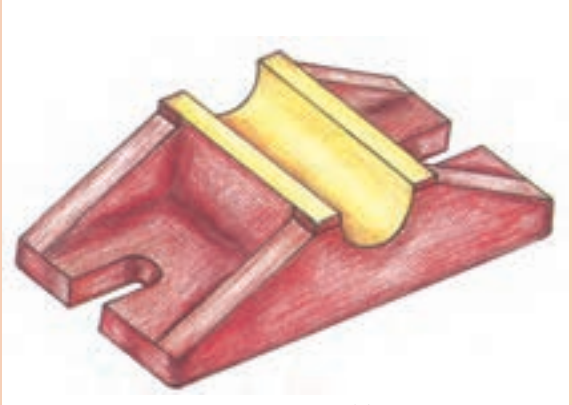
فعالیت

باتوجه به ابعاد نقشهٔ زیر و اطلاعاتی که تاکنون آموختید به سؤالات پاسخ دهید.

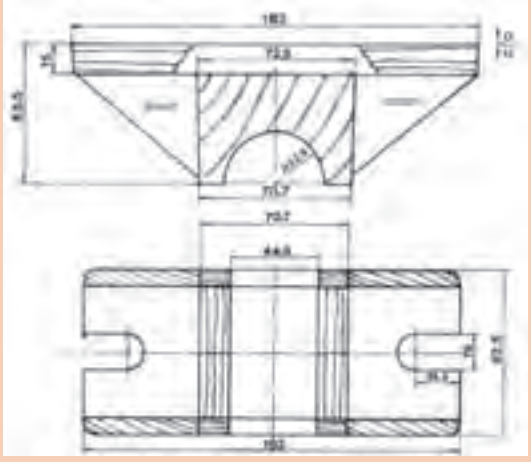
۱ برای ساخت مدل نشان داده شده، چه تعداد تخته با ابعاد ۱۶×۹۰×۱۹۰ میلی‌متر، نیاز است؟

۲ الگوی هر جزء از این مدل را روی کاغذ، رسم نمایید.

۳ تمامی ابزاری را که برای انتقال این نقشه روی چوب و برش آن نیاز می‌باشد، معرفی نمایید.



شکل ۱۱۰



برش‌کاری و پرداخت‌کاری نهایی مدل

برش‌کاری دقیق ضامن تولید مدل‌هایی با کیفیت ابعادی و سطحی بالا بوده به گونه‌ای که از کمترین میزان بتونه جهت حذف فرو رفتگی‌ها و ناصافی‌های آن استفاده شود. برشی را که سراسر طول آن به یک اندازه از محل خط‌کشی مدل فاصله داشته باشد برش دقیق می‌نامند. برای داشتن چنین برش‌هایی انتخاب ابزار مناسب و سالم، همین‌طور داشتن مهارت کافی در استفاده از آن وسیله لازم و ضروری می‌باشد. به همین منظور نیاز است که مدل‌سازان با انواع دستگاه‌های برش و پرداخت‌کاری نهایی مدل و نکات ایمنی استفاده از هرکدام، قبل از شروع به‌کار آشنایی کافی داشته باشند.

پرسش

چرا برش‌کاری با فاصله از خط‌کشی اصلی مدل (در بخش دورریز) انجام می‌گیرد؟ عواملی را که در اندازه این فاصله تأثیرگذار می‌باشند نام برده، توضیح دهید.

فعالیت

در قالب کارگروهی، ابزارهای برش و پرداخت‌کاری که برای ساخت مدل‌های چوبی استفاده می‌شود را فهرست کرده، کاربردها و نکات ایمنی در استفاده از هرکدام را بنویسید. لازم است یکی از اعضای گروه نتایج به‌دست آمده را به‌صورت کنفرانس در کلاس درس ارائه نماید.

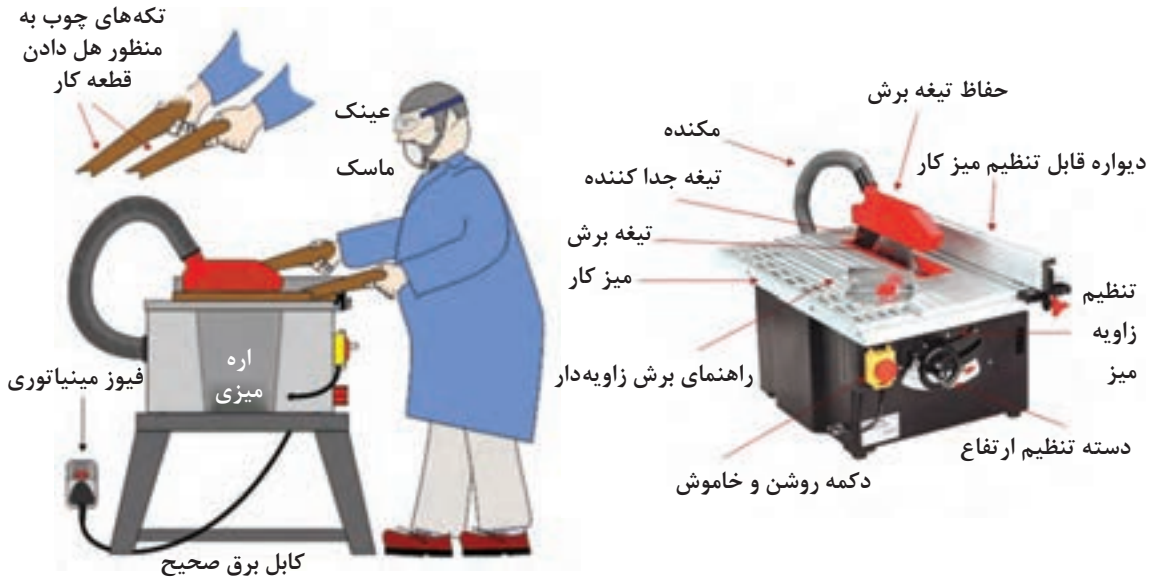
ابزار برش‌کاری چوب

پرسش

به نظر شما کدام یک از خصوصیات فیزیکی و مکانیکی چوب‌ها می‌تواند در انتخاب نوع ابزار برش مؤثر باشد؟

آیا سادگی یا پیچیدگی شکل برش و جهت آن می‌تواند در انتخاب نوع ابزار برش تأثیرگذار باشد؟ توضیح دهید.
برای بریدن و جداسازی چوب‌ها با توجه به: خصوصیات فیزیکی و مکانیکی، حجم و جهت الیاف چوب، همواره از ابزار و وسایل مختلفی استفاده می‌شود که به آنها ابزار برش‌کاری گفته می‌شود. از آنجایی که بخش برنده در تمامی این وسایل، دارای دندانه‌هایی تیز و برنده می‌باشد؛ لذا به کلیه ابزار برش‌کاری چوب اره گفته می‌شود. اره‌ها با توجه به شکل برشی که انجام می‌دهند یا شکل تیغه برندهٔ آنها یا شکل فیزیکی وسیله، به انواع مختلفی تقسیم‌بندی می‌شوند. از مهم‌ترین آنها که در صنعت مدل‌سازی کاربرد فراوانی دارند، می‌توان به ارهٔ نواری، ارهٔ میزی، ارهٔ دستی، ارهٔ عمود بر، ارهٔ گرد بر اشاره کرد.

ارهٔ میزی: این اره‌ها معمولاً برای بریدن چوب‌هایی با قطر کمتر از ۱۰cm مورد استفاده قرار می‌گیرند، ارهٔمیزی بسیار قدرتمند بوده و در صورت استفاده نادرست خطرناک می‌باشد. اره میزی کوچک مخصوص ایجاد برش در چوب‌هایی با ابعاد کوچک نظیر تخته سه لا (نئوپان یا ملامین)، ام دی اف و چوب طبیعی تا قطر حدود ۵۰ میلی‌متر می‌باشد. این اره‌ها بر اساس ثابت یا متحرک بودن صفحهٔ برش (تیغهٔ برش) خود، به دو دسته تیغه متحرک و تیغه ثابت تقسیم‌بندی می‌شوند. نوع تیغه ثابت آن جهت انجام برش‌های طولی کاربرد دارد، نوع دیگر اره میزی که در آن دینام دستگاه به همراه صفحهٔ برش بر روی ریلی به طرف ستون نگه دارنده ریل حرکت می‌کند به ارهٔ میزی ریلی شناخته می‌شود، این اره توانایی انجام برش‌های عرضی به صورت قائم یا تحت زاویه‌های مختلف را دارا می‌باشد.



شکل ۱۱۱

نکات ایمنی

نکات ایمنی و بهداشت در استفاده از اره میزی

۱ برای ارهٔ میزی لازم است از فیوز مینیاتوری استفاده شود تا در مواردی که اشکالات الکتریکی پدید می‌آید، برق دستگاه قطع گردد.

۲ زدن عینک حین کار، جهت محافظت از چشم‌ها در مقابل گرد و غبار، تراشهٔ چوب و همین‌طور ماسک به‌منظور جلوگیری از ورود گرد و غبار به مجاری تنفسی الزامی است.

۳ پیش از استفاده از ارهٔ میزی، روش صحیح کار با آن را زیر نظر هنرآموز خود آموزش ببینید.

۴ در هنگام استفاده دقت کنید که کابل برق دستگاه، جلوی دست و پایتان نباشد زیرا می‌تواند حادثه آفرین شود.

۵ به‌منظور هل‌دادن قطعهٔ کار به سمت جلو (تیغهٔ اره)، از تکه‌های چوب استفاده نمایید، تا از نزدیک شدن دست‌ها و انگشتان به تیغه برش اره میزی جلوگیری شود.

۶ از یک مکنده مناسب جهت استخراج گرد و غبار و ذرات ریز از سطح اره میزی استفاده کنید.

۷ همواره دست‌ها و انگشتانتان را از تیغهٔ برش اره میزی دور نگه‌دارید.

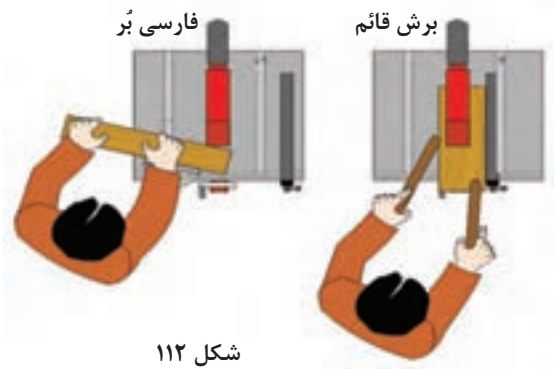
۸ قبل از اتصال ارهٔ میزی به برق، وضعیت تیغهٔ برش بررسی شود در صورتی که تیغهٔ برش ارهٔ میزی آسیب دیده و یا فرسوده به نظر می‌رسد از آن استفاده نکنید.

۹ وضعیت چوب به خصوص اگر بازیافتی است بررسی گردد. پیچ و میخ را از چوب خارج کنید چرا که اگر به تیغ برش ارهٔ میزی با سرعت زیاد برخورد کنند احتمال پرتاب شدن قطعه کار وجود دارد، ضمن اینکه تیغهٔ برش ارهٔ میزی آسیب خواهد دید.

۱۰ هنگام تعویض یا تنظیم تیغه برش و تعمیر و نگهداری اره میزی حتماً دستگاه را به‌طور کامل از برق خارج کنید.

کارایی دستگاه

در این دستگاه با استفاده از گونیا و راهنمای برش که از متعلقات خود دستگاه می‌باشد، می‌توان برش‌هایی قائم یا تحت زاویه (فارسی بر) نسبت به خط عرضی چوب ایجاد نمود.



شکل ۱۱۲

ابزار تراش:

لایه‌برداری خشن از تمام سطح یا بخش‌هایی از حجم چوب، به‌منظور اصلاح ابعاد و ناهمواری‌های سطحی و یا رسیدن به شکلی خاص از چوب را اصطلاحاً رنده کردن یا تراشیدن چوب و ابزار آن را ابزار رنده یا تراش می‌گویند. با توجه به‌کار آمد بودن وسایل، می‌توان مهم‌ترین ابزار تراش را، رنده‌های دستی، رنده‌های برقی مثل گندگی یا رنده میزی، انواع مغارها، دستگاه خراطی و ماشین مته دانست.

پرسش

خارج‌سازی بخش‌های داخلی چوب توسط کدام یک از تجهیزات ذکر شده انجام می‌گیرد؟

فعالیت

با جست‌وجو دراینترنت تصاویر انواع رنده‌های دستی ذکر شده را پیدا کرده و کاربرد آنها را توضیح دهید (نتیجه فعالیت خود را به هنرآموز محترم تحویل دهید).

رندهٔ دستی: رندهٔ دستی از دیرباز یکی از پرکاربردترین وسایل مورد استفاده در بین نجاران و صنعتگران برای تراشیدن و تسطیح سطوح چوبی بوده است. رنده‌ها از نظر جنس بدنه به دو گروه چوبی و فلزی تقسیم‌بندی شده که با مرور زمان با توجه به نیاز، تغییراتی را در فرم تیغه آنها به‌وجود آورده‌اند. دراین راستا نیز می‌توان رنده‌ها را به انواع مختلفی نظیر: رندهٔ قاچی، یک تیغه، دو تیغ، بغل، خشی و... تقسیم‌بندی نمود.

اجزا و کاربرد رندهٔ چوبی: همان‌طور که در تصویر مشاهده می‌کنید کولهٔ چوبی رنده که از تنه، شاخ و جای دست رنده تشکیل شده است کلیه متعلقات دیگر را در خود جای می‌دهد. در داخل کوله، یک شکاف برای قرار دادن تیغ رنده و دکمهٔ ضربه تعبیه شده است. تیغ رنده از طرف بالا وارد شکاف شده و پس از تنظیم شدن بیرون‌زدگی تیغ از قسمت کف رنده، اقدام به قرار دادن گوه از سمت بالا و سفت کردن آن می‌شود. میزان بیرون‌زدگی و زاویه رنده را با وارد کردن ضربه به دکمهٔ ضربه، تنظیم می‌کنیم. هر نوع تراشی بر روی چوب با استفاده از نوع خاصی از رنده انجام می‌گیرد، اما در کل رنده‌های چوبی به دلیل سبکی و قدمت و سرعت در پوشال‌برداری همواره مورد توجه صنعتگران با تجربه بوده است.

شکل ۱۱۳

اجزا و کاربرد رندهٔ فلزی:

در این رنده‌ها بدنه از جنس فولاد ابزار یا چدن بوده و برخلاف رندهٔ چوبی که در آن از دکمهٔ ضربه برای تنظیم دهانهٔ تیغه استفاده می‌شد در این رنده‌ها از پیچ تنظیم که در پشت تیغه قرار گرفته استفاده می‌شود. به طوری که با چرخاندن پیچ تنظیم به راست و چپ، تیغ در کوله عقب و جلو شده و تنظیم می‌گردد. اهرمی‌که در بالای تیغه مشاهده می‌شود، جهت تنظیم عرضی تیغه در دهانهٔ رنده می‌باشد. به‌منظور سبک کردن وزن رنده همچنین شکیل شدن آن دستگیره‌هایی که دراین نوع از رنده‌ها به‌کار برده می‌شود از جنس چوب انتخاب شده است.

هشدار

به‌منظور داشتن سطح رنده شدهٔ صاف و تمیز، همواره سعی کنید عمل رنده کاری را در جهت الیاف چوب انجام دهید.

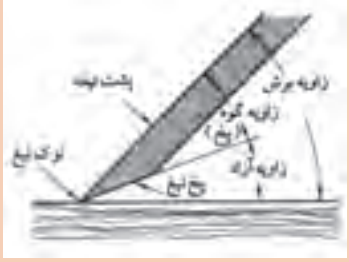
نکات ایمنی

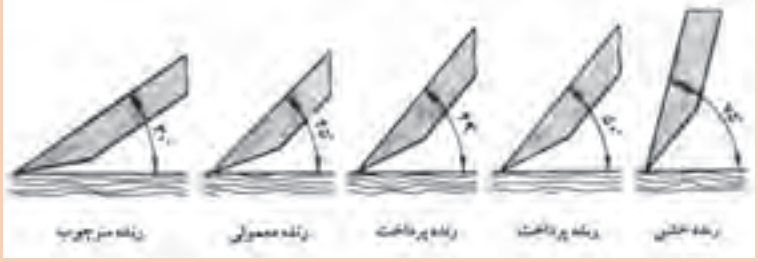
۱ در هنگام تمیزکردن، جازدن تیغ و جابه‌جا کردن رنده، دقت کنید که تیغ رنده با دست یا پایتان برخورد نکند.
۲ هنگام تیزکردن تیغ رنده با سنگ رومیزی یا سنگ نفت (سنگ مغناطیسی) حتماً از عینک استفاده نمایید.
۳ در رنده‌کاری مرحله‌ای پس از هر مرحله رنده را به پهلو بر روی سطح میز قرار دهید.
۴ قبل از رنده‌کاری دقت نمایید که شیئی فلزی در سطح کار وجود نداشته باشد.
۵ پس از پایان رنده‌کاری تیغ رنده را کاملا تمیز، روغن‌کاری و عقب بکشید به شکلی که نیش آن از کف رنده بیرون نزده باشد.

برای جلوگیری از خسته شدن هنگام رنده‌کاری و کند شدن تیغ رنده، به نکات زیر توجه فرمایید.
۱ همواره تنظیمات لازم را (با توجه به نوع کار)، برای تیغهٔ رنده اعمال نمایید.
۲ تنها برای حرکت دادن رنده به طرف جلو نیرو وارد کنید و در هنگام برگشت با فاصله‌انداختن بین سطح چوب و تیغ رنده اقدام به عقب کشیدن رنده نمایید.
۳ در جهت الیاف چوب رنده‌کاری کنید.
۴ پس از تماس کامل تیغ با سطح چوب اقدام به وارد کردن نیرو به رنده نمایید (به‌صورت ضربه‌ای رنده‌کاری نکنید).

نکته

مجموع دو زاویه گوه و آزاد را زاویه برش می‌گویند.زاویه گوه در حالت استاندارد ۲۵ درجه بوده که برای رنده‌کاری چوب‌های گره‌دار یا سخت بهتر است‌این زاویه را کمتر در نظر بگیریم.
زیادکردن زاویهٔ آزاد باعث برداشتن پوشال‌های نازک‌تر از سطح چوب می‌شود، دراین حالت رنده برای براده‌برداری و نازک‌کاری (خش‌کاری) مناسب است.





شکل ۱۱۴

ماشین گندگی: از بارزترین دستگاه‌های لایه‌بردار (برشی ـ سایشی) می‌توان به ماشین گندگی و رندهٔ دستی اشاره داشت. در ماشین گندگی از تکنیکی ساده برای لایه‌برداری از سطح الوارها یا تخته‌ها به‌کار رفته است، به‌گونه‌ای که یک استوانهٔ گردنده که روی آن و به بلندای طولش معمولاً ۵ تیغه قرار گرفته است وظیفه لایه‌برداری و یک غلتک دندانه‌دار وظیفهٔ کشندگی چوب به سمت تیغه‌ها را برعهده دارند. با بالا آمدن میز به‌صورت اتوماتیک یا توسط چرخاندن فرمان تنظیم و به‌محض تماس الوار با غلتک دندانه‌دار کشنده، چوب به سمت تیغه هل داده می‌شود و عمل تراش‌کاری سطح روی چوب انجام می‌گیرد.

شکل ۱۱۵

نکات ایمنی

۱ بعد از آموزش‌های لازم تحت نظارت و راهنمایی هنرآموز محترم، اقدام به روشن نمودن دستگاه نمایید.
۲ تا قبل از روشن شدن کامل دستگاه (روشن شدن کامل موتور گرداننده تیغه و کشنده)، چوب را درون دستگاه قرار ندهید.
۳ به دلیل داشتن سروصدا و غبار، هنگام استفاده، از گوشی و ماسک استفاده نمایید.
۴ بعد از تمام شدن کار، دستگاه و اطراف آن را به دقت تمیز کرده تا از پراکنده شدن پوشال‌های چوب ریخته شده در محیط کارگاه توسط پا خودداری شود.
۵ برای قرار دادن یا برداشتن چوب رنده شده در دستگاه از دستکش استفاده نمایید (چرا که خطر وارد شدن لایه‌های نازک چوب در پوست دست وجود دارد).
۶ چنانچه از چوب‌های بازیافتی استفاده می‌نمایید به دقت آن را کنترل کنید که میخ، پیچ یا منگنه‌ای در آن نباشد.
۷ هنگامی‌که دستگاه روشن است برای نگاه کردن و تنظیم خط‌کش دستگاه، از عینک استفاده نمایید.
۸ از قرار گرفتن در پشت دستگاه (محل خروج پوشال‌های چوب رنده شده) خودداری فرمایید.
۹ قبل از رنده کردن چوب، سطحی از چوب را که بر روی میز دستگاه قرار می‌گیرد گونیا کنید.گونیا نبودن سطح باعث انتقال همان ایراد اما درجهت عکس به سطح روبه‌روی سطح معیوب می‌شود.
۱۰ پس از خاموش کردن موتور اصلی دستگاه، دقت کنید که موتور غلتک نیز خاموش شده باشد (چنانچه دستگاه دارای دو موتور مجزا باشد).

ماشین خراطی: ماشین خراطی یکی از قدیمی‌ترین سازه‌های مکانیکی صنعت درودگری بوده که با توجه به قدمت آن احتمال داده می‌شود ایدهٔ ساخت این وسیله را از روی چرخ سفال‌گری برگرفته باشند. با ورود این وسیله به صنایع چوب، تحولی عظیم در ساخت و تولید قطعات مدوّر با اشکال درونی و بیرونی متفاوت ایجاد شد. ماشین‌های خراطی امروزی با شکل‌ها و اندازه‌های مختلف، برای حجم‌های مختلف چوب با سرعت دَوَران‌های مختلف طراحی شده‌اند که همگی با نیروی برق و الکتروموتوری که نیروی محرکهٔ دستگاه را تأمین می‌کند کار می‌کنند. در اکثر این دستگاه‌ها به‌منظور تنظیم دور و افزایش نیروی دستگاه از چرخ تسمه و پولی‌هایی با قطرهای متفاوت یا گیربکس استفاده شده است. دستگاه خراطی روش کار بسیار ساده‌ای دارد به‌گونه‌ای که با گرداندن تکه‌ای چوب حول محور و برخورد هم زمان مغار یا شیئی برنده باعث لایه‌برداری از سطح چوب شده و اَشکالی متقارن با مقطع دایره‌ای را به‌وجود می‌آورد. امکان ایجاد شکل‌های مختلف با تغییر نوع مغار و دقت بالا در ابعاد واندازه‌های قطعه تولیدی، باعث گشته که امروزه ماشین خراطی به یک وسیله لازم و ضروری برای تمامی کارگاه‌های مدل‌سازی تبدیل گردد، به‌گونه‌ای که هیچ کارگاه مدل‌سازی را نمی‌یابید که در آن دستگاه خراطی وجود نداشته باشد.

ماشین خراطی قدیمی

شکل ۱۱۶

ماشین خراطی دارای انواع مختلف به شرح زیر است:

۱ ماشین خراطی با ابزارهای بار دهندهٔ دستی (الف)؛

۲ ماشین کپی تراش سطوح خارجی (ب)؛

۳ ماشین کپی تراش داخلی (ج).

الف

ب

ج

شکل ۱۱۷

قسمت‌های اصلی یک ماشین خراطی ساده عبارت‌اند از:

۱ پایهٔ مرغک متحرک
۲ بستر ماشین
۳ گونیا یا تکیه‌گاه ابزار
۴ کله‌ای و مرغک ثابت (سه نظام کله‌ای)
۵ محل چرخ تسمه و تسمه ذوزنقه‌ای برای تغییر دور لازم
۶ دریچهٔ بازدید موتور و تغییر دور
۷ صفحهٔ داخل تراشی
۸ کلید روشن و خاموش‌کردن و محفظهٔ الکتروموتور
۹ گونیا یا تکیه گاه ابزار داخل تراشی
۱۰ ریل حرکت طولی مرغک متحرک

شکل ۱۱۸

نکات ایمنی

۱ در هنگام خراطی از ماسک و شِل محافظ صورت استفاده نمایید.
۲ پس از بستن قطعه‌کار به دستگاه از سفت بودن و بدون حرکت بودن پایهٔ مرغک روی ریل اطمینان حاصل نمایید.
۳ فاصلهٔ تکیه‌گاه ابزار تا قطعه‌کار را بین ۸ الی ۱۰ میلی‌متر تنظیم کنید. (زیاد بودن فاصله در صورت بی‌احتیاطی باعث دزدیدن و جدا کردن مغار از دست شما توسط دستگاه می‌شود).
۴ به‌منظور وارد کردن فشار کمتر به قطعهٔ در حال گردش و احتمال خارج شدن آن همواره مغار خود را تیز نگه دارید.
۵ به محض شل شدن یا لق زدن قطعه‌کار ابتدا دستگاه را خاموش کنید.
۶ از هم‌کلاسی‌های خود بخواهید که به هیچ عنوان روبه‌روی شما (پشت دستگاه) قرار نگیرند.
۷ به هیچ عنوان از چوب‌هایی که میخ در آنها می‌باشد یا احتمال دارد میخ در آنها باشد، استفاده نکنید.
۸ هنگامی‌که از چسب و کاغذ برای ساخت مدل‌های دو تکه استفاده می‌کنید حتما از خشک شدن چسب اطمینان حاصل نموده بعد اقدام به خراطی نمایید.
۹ از لمس‌کردن مدل به‌منظور پی بردن به کیفیت سطح آن هنگامی‌که دستگاه روشن است یا در حال دَوَران است جداً خودداری فرمایید.
۱۰ در هنگام پرداخت‌کاری نهایی قطعه (توسط سوهان یا سنباده) آستین‌های لباس کار خود را بالا بزنید.
۱۱ به‌منظور جلوگیری از خراب شدن پیچ‌های سفت‌کن پایهٔ مرغک و تکیه‌گاه ابزار، آنها را به‌اندازه‌ای که حرکت نداشته باشند محکم کنید، از سفت کردن بیش از حد آنها جدا خودداری فرمایید.

ابزار صاف‌کاری چوب:

پرسش

به نظر شما چه تفاوتی میان ابزارهای صاف‌کاری مدل‌های چوبی با مدل‌های فلزی باید وجود داشته باشد؟

پس از حذف ناصافی‌ها و ناهمواری‌های شدید از روی سطح چوب برای افزایش کیفیت سطح و زیبایی کار و یا برای ایجاد کردن شیب‌ها یا پخ‌های ظریف با توجه به‌اندازه و محل پرداخت‌کاری و یا شکل قطعه چوبی، از وسایل صاف‌کاری نظیر ابزارهای پوساب یا لایه‌بردار نازک مانند: سنباده‌های دستی یا ماشینی، لیسه یا رندهٔلیسه، استفاده می‌شود. در این میان نقش سوهان‌ها و چوب‌سای‌ها را نیز نمی‌توان نادیده گرفت، چرا که در بخش صاف‌کاری نیز این دسته از ابزارها، مانند ارهٔدستی در بخش برش‌کاری، همواره باید در کنار دست مدل‌ساز وجود داشته باشند.

ماشین سنباده زن: از نوع لرزان این وسیله برای سنباده‌زنی و حذف ناصافی‌های کم یا بسیارکم (با توجه به زبری سنبادهٔ به‌کار رفته)، در سطوح وسیع چوب استفاده می‌شود. شافت خارج از محوری که نیروی الکتروموتور دستگاه را به صفحهٔ سنباده دستگاه منتقل می‌کند، حرکتی لنگی درجهت افقی به صفحه زیرین دستگاه می‌دهد، سرعت بالای این حرکت باعث به‌وجود آمدن جریان لرزشی (ویبره) در دستگاه شده که با قرارگیری صفحهٔ لرزان حامل سنباده با سطح کار عمل سایش انجام می‌گیرد.

از نوع گردانندهٔ این وسیله که سنبادهٔگردان یا ماشین صفحه سنباده (سنبادهٔدیسکی) موسوم است، برای ایجاد شیب در بدنهٔ مدل‌ها و گونیا کردن سطح، بعد از برش‌کاری و یا مراحل نهایی کار (رساندن ابعاد قطعه به اندازه خواسته شده)، استفاده می‌شود.

شکل ۱۱۹

نکات ایمنی

۱ در هنگام استفاده از ماشین‌های سنباده زن حتماً از ماسک، گوشی صنعتی و عینک استفاده نمایید چرا که ریزگردهای چوبی تولید شده به‌راحتی وارد مجرای تنفسی، چشم و گوش می‌شود.

۲ از مکندهٔ مناسب به‌منظور جمع‌آوری غبار و جلوگیری از آلوده شدن محیط کارگاه استفاده نمایید.

۳ همواره در محیطی که مجهز به تهویهٔ مناسب می‌باشد اقدام به سنباده زنی نمایید.

۴ همانند تمامی‌تجهیزات برقی لازم است در مسیر برق این تجهیزات هم فیوز مینیاتوری قرار داشته باشد.

۵ برخلاف سنبادهٔلرزان، سنبادهٔدیسکی در صورت رعایت نکردن نکات‌ایمنی که در زیر به آن اشاره شده است، می‌تواند بسیار خطرناک باشد.

۶ چنانچه دیسک‌گردان از چپ به راست گردش می‌کند حتماً قطعه کار باید در نیمهٔ سمت راست صفحه به آن متصل شود.

۷ فاصلهٔ میز دستگاه از صفحه را در کمترین میزان ممکن قرار دهید.
۸ هنگام تعویض صفحه سنباده ابتدا لازم است دستگاه را به طور کامل از برق جدا نموده سپس اقدام به جداسازی سنباده مستعمل نمایید.
۹ از کاردک تیز و سالم برای جداسازی استفاده کرده و از وارد آوردن ضربه به صفحه خودداری نمایید.
۱۰ در هنگام استفاده از چسب آهن برای چسباندن سنباده به صفحه، دستورالعمل و زمان سخت شدن چسب که بر روی قوطی آن نوشته شده را رعایت فرمایید.
۱۱ از چسباندن سنباده‌های چند تکه در حد امکان اجتناب فرمایید.

آموزه‌های اخلاقی

زنگ استراحت به صدا در آمده و همهٔ هنرجویان به سمت درِکارگاه حرکت می‌کنند. احمد که از همه عقب‌تر است با سرعت دویده و به طرف در می‌آید. در مسیر به گیره و ابزار و وسایلی که سر راهش می‌باشد دست زده و به طور اتفاقی اهرم مرغک متحرک خراطی را که منصور روی آن کار می‌کرد، رها می‌کند. در هنگام استراحت این مورد را به دوست صمیمی‌خود که میز کارش رو به روی همان دستگاه خراطی است، می‌گوید با هم به اتفاقی که قرار است برای مدل منصور بیفتد می‌خندند. بعد از استراحت، منصور با رعایت کامل نکات‌ایمنی پشت دستگاه قرار گرفته، دستگاه را روشن می‌کند به‌محض برخورد مغار با چوب، مدل در رفته و به سمت میزی که احمد و دوستش کنار آن ایستاده‌اند پرتاب می‌شود.
در این اتفاق احمد، دوست احمد و منصور، هرکدام چند کار اشتباه انجام دادند؟ آنها را نام ببرید.
از این حادثه چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؟
چه راهکاری را به دوستان خود پیشنهاد می‌کنید تا اتفاقی که برای منصور افتاد برای آنها نیفتد؟

فعالیت ۱

با رعایت نکات‌ایمنی وارد کارگاه شده و تحت نظر و راهنمایی هنرآموز مراحل زیر را تا پایان انجام دهید.
۱ الواری با ابعاد (۳۱۰۰ × ۱۶۵ × ۲۵ mm) را که از قبل سه‌سطح (یک پهنا و دو ضخامت) آن گونیاکاری شده است، انتخاب نمایید.
۲ توسط دستگاه گندگی ضخامت آن را به ۲۰ میلی‌متر برسانید.
۳ با تنظیم کردن ارهٔ میزی الوار را از طول به دو قسمت ۸۰ میلی‌متری تبدیل نمایید.
۴ با تقسیم کار در گروه به شکلی که تمامی‌افراد امکان کار با وسایل را پیدا کنند، توسط ارهٔ عمود بر الوارهای تولید شده را به ۲۰ قطعه ۱۵۰ میلی‌متری تقسیم نمایید.
۵ هر گروه‌کاری، با راهنمایی گرفتن از هنرآموز توسط چسب چوب چهار تکه چوب‌های بریده شده را به یکدیگر چسبانده و به‌منظور خشک شدن کامل چسب آنها را تا جلسه بعد در گیره قرار دهید.
ادامه فعالیت۱ را در جلسه آینده انجام دهید.

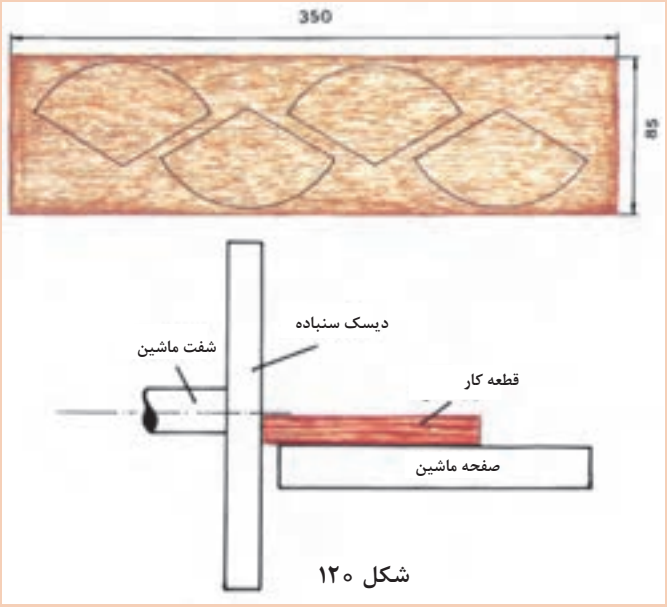
فعالیت ۲

برای ساخت قطاع‌هایی که شابلون آنها را در مرحلهٔ قبل تولید کردید با توجه به مراحل زیر عمل کنید:

۱ با رعایت تمامی نکات ایمنی وارد کارگاه شوید.

۲ با راهنمایی هنرآموز دو تکه چوب را برش، تراش و صاف‌کاری نموده تا به ابعاد (۳۵۰×۸۵×۱۵) برسند.

۳ با استفاده از دو شابلون ساخته شده مطابق با تصویر، نقشه چهارقطاع را روی هرتکه از چوب منتقل نمایید (توجه داشته باشید که یک قطاع اضافی حکم ذخیره را برای شما دارد).



شکل ۱۲۰

۴ توسط اره نواری یا عمود بر اقدام به برش‌کاری هر قطاع از نزدیکی خط اصلی نمایید به گونه‌ای که خط حذف نشود.

۵ پس از برش‌کاری، سطح برش را تا رسیدن به خط نقشه، توسط سنبادهٔ صفحه‌ای پرداخت‌کاری نمایید.

۶ هرقطعه را علامت‌گذاری کرده و به هنرآموز تحویل دهید.

هشدار

روشن نمودن تمامی تجهیزات برقی باید تحت نظر هنرآموز و راهنمایی ایشان با رعایت کلیه نکات ایمنی ذکر شده برای هر وسیله صورت پذیرد.

فعالیت

ادامه فعالیت ۱:

۶ قطعه کارهای خشک شده را از گیره جدا کرده و دو مقطع بالا و پایین در صورت نیاز، سوهان‌کاری و سپس مرکزیابی کنید و دایره‌ای به قطر ۷۰ میلی‌متر را بر روی آنها رسم کنید.

۷ برای راحت‌تر خراطی شدن قطعه، توسط رنده، لبه‌های بلوک چوبی را تا نزدیکی خط دایره پخ بزنید.

۸ نیش مرغک ثابت و متحرک را در مرکز به‌دست آمده قرار دهید.

۹ پس از سفت کردن اهرم و ثابت کردن مرغک متحرک، اقدام به چرخاندن پیچ مرغک و جلو راندن آن نمایید تا جایی که دندانه‌های مرغک ثابت در قطعه فرو رفته و ثابت گردند.

۱۰ تکیه‌گاه ابزار را حرکت داده و در فاصلهٔ ۸ میلی‌متری از بلندترین ضلع قطعه قرار دهید و سفت کنید.

۱۱ ماسک و شل محافظ صورت خود را گذاشته و اقدام به روشن نموده دستگاه نمایید.

۱۲ مغار را به گوشهٔ کار نزدیک کرده و پس از اولین برخورد، مغار خود را با سرعتی آهسته و یکنواخت تا گوشهٔ دیگر کار هدایت کرده و با همان آهنگ برگردانید، این عمل را تا استوانه‌ای شدن کامل قطعه کار ادامه دهید.

۱۳ پس از استوانه‌ای شدن کامل توسط ابزار اندازه‌گیر خارجی، اقدام به بررسی و مقایسهٔ اندازهٔ قطعه با ابعاد خواسته شده در چند نقطه از سطح نمایید.

۱۴ در صورت مناسب بودن اندازه، با رعایت نکات‌ایمنی از سنباده یا سوهان برای صاف‌کاری نهایی سطح استوانه استفاده کنید.

(نکات‌ایمنی مورد نیاز،این مرحله را به یاد داشته باشید)

۱۵ با راهنمایی گرفتن از هنرآموز، طول استوانه را توسط خط‌کش و خودکار بر روی کار به سه قسمت تقسیم کنید.

۱۶ از راست به چپ، بخش اول را به استوانه‌ای با قطر ۴ سانتی‌متر و بخش دوم را به استوانه‌ای به قطر ۵/۵ سانتی‌متر برسانید (توسط مغار هر بخش را در امتداد طول استوانه ۱ میلی‌متر شیب بزنید).

۱۷ توسط سنباده هر سه بخش را صاف‌کاری نموده و لبه‌های تیز آن را قوس دار نمایید.

فعالیت ۳

مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و مشورت با ایشان انجام دهند.

۱ نقشهٔ مدل‌سازی زیر را با دقت بررسی کرده و به اجزای قابل ساخت توسط چوب تبدیل نمایید.

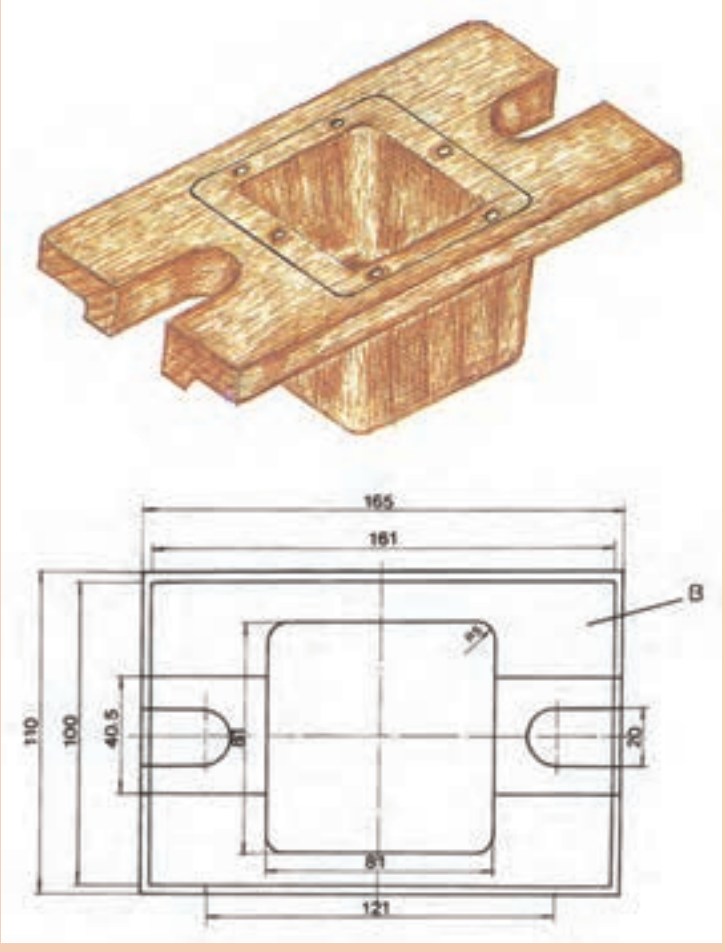
۲ پس از پوشیدن لباس کار و کفش‌ایمنی وارد کارگاه شده و مراحل زیر را ادامه دهید.

۳ تخته‌های مناسب به لحاظ جنس و ابعاد را برای هر جزء از مدل، انتخاب و جداسازی کرده، یک رو یک نر (گونیا) نموده، و در صورت نیاز درز چسبانی نمایید.

۴ با استفاده از نقشهٔ مدل‌سازی، ابزار اندازه‌گیری و کشیدن خط، اقدام به خط‌کشی مدل نمایید.

(توجه داشته باشید که خط‌کشی باید در تمامی سطوح قطعهٔ‌کار، بدون درنظر گرفتن شیب و قوس بر اساس بزرگ‌ترین اندازهٔ مدل صورت پذیرد).

۵ با ارهٔ دستی تمامی‌اجزای



شکل ۱۲۱ ـ الف

خط‌کشی شده را جداسازی کرده و تا رسیدن به خط برش به‌ترتیب توسط چوب‌سای، سوهان و سنبادهٔ صفحه‌ای پرداخت‌کاری نمایید.

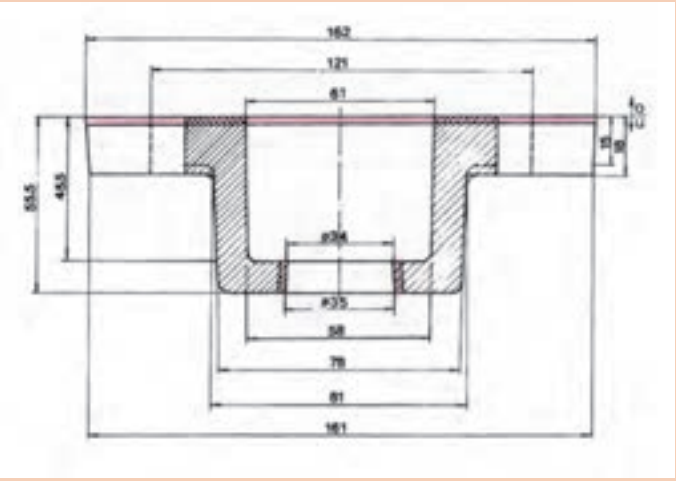
۶ با توجه به نقشهٔ مدل‌سازی، مقدار شیب در نظر گرفته را بر روی هر جزء خط‌کشی و مشخص نمایید.

۷ با کمک ابزار صاف‌کاری و شیب‌دهی (سوهان و سنبادهٔ دیسکی) اقدام به حذف اضافات مدل تا رسیدن به خط شیب نمایید.

(می‌توانید با زاویه دادن به میز سنباده دیسکی اقدام به شیب‌دهی نمایید).

۸ با کمک ابزار اندازه‌گیری، کیفیت سطح و ابعاد هر جزء را با توجه به نقشهٔ مدل‌سازی بررسی نمایید.

۹ روی هر جز نشانه‌هایی قرار داده تا محل دقیق و جهت مناسب اتصال به اجزای دیگر را به روشنی مشخص نماید.



شکل ۱۲۱ ـ ب

■ با توجه به تجربه‌ای که از خراطی به‌دست آورده‌اید توضیح دهید تغییر در جهت تماس نوک مغار (زاویهٔ آزاد به سمت بالا یا پایین باشد) چه تأثیری در پوشال‌برداری دارد؟

■ برای ایجاد شیب‌های خارجی و شیب‌های داخلی در مرحلهٔ ۶ و ۷، از فعالیت ۳ چگونه عمل نمودید؟ با رسم شماتیک فعالیت خود را توضیح دهید.

فعالیت ۴

نقشهٔ مکانیکی زیر را به‌منظور ساخت مدل آلومینیومی جهت تولید قطعات فولادی، به نقشهٔ مدل‌سازی چوبی تبدیل نمایید. (از جدول انقباض و اضافه تراش که در بخش اول این کتاب می‌باشد استفاده نمایید).

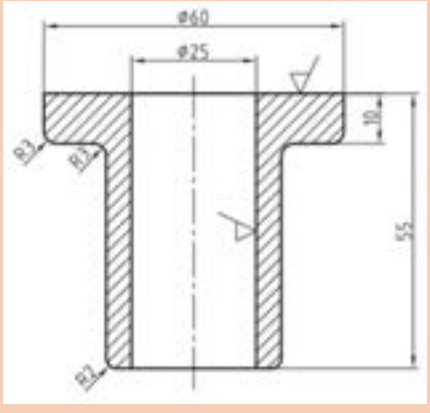
و مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و با راهنمایی ایشان در کارگاه مدل‌سازی انجام دهید. (مدل دو تکه با ماهیچه افقی دو طرفه مدنظر می‌باشد).

۱ با رعایت کلیه موارد و نکات ایمنی وارد کارگاه شوید.

۲ با توجه به بلندترین طول و بزرگ‌ترین قطر مطابق اولین فعالیت این بخش چوب‌گیری نمایید.

(پیشنهاد می‌شود چهار تکه چوب به ابعاد (۱۲۰×۷۲×۱۸) انتخاب گردد).

۳ سطح تمامی تکه‌چوب‌ها را برای درزچسبانی آماده‌سازی و پرداخت‌کاری نمایید.



شکل ۱۲۲

جایگاه خراطی در مدل‌سازی

از خراطی در مدل‌سازی معمولاً به‌منظور ۱ـ ساخت مدل‌های استوانه‌ای دو تکه؛ ۲ـ ساخت مدل‌های مدوّر با ماهیچهٔ سرخود؛ ۳ـ ساخت اجزایی از مدل که بعداً مونتاژ می‌شوند؛ ۴ـ ساخت مدل‌های استوانه‌ای یک تکه.

چگونگی ساخت مدل‌های دو تکه: مدل‌های استوانه‌ای را به‌منظور استفاده به عنوان مدل قالب‌گیری (مدل اولیه)، یا برای ساخت مدل‌های صفحه‌ای (مدل ثانویه)، معمولاً به‌صورت دو تکه تولید می‌نمایند. اما همان‌طور که می‌دانید توسط خراطی نمی‌توان مدل‌های دو تکه یا نیم استوانه تولید نمود. چنانچه بعد از خراطی توسط ارهٔ نواری یا وسیلهٔ دیگری مدل را به دو نیم تقسیم شود، قطعاً مقطع مدل دیگر دایره نخواهد بود. در این صورت بهترین راه و تنهاترین راه استفاده از کاغذ در سطح جدایش مدل می‌باشد. به‌این صورت که در هنگام چوب چسبانی باید مدل را از سطح جدایش دونیمه تصور نموده و برای هر بخش به‌صورت مجزا چوب‌گیری و چوب‌چسبانی انجام داد. سپس از محل سطح جدایش دو بلوک چوبی را که باید ضخامتی بیشتر از بزرگ‌ترین اندازهٔ مدل داشته باشد توسط چسب چوب یا سریشم آغشته ساخته و با قرار دادن کاغذ باطله مابین آنها اقدام به درزچسبانی می‌شود.

بعد ازاین مرحله همانند فعالیت خراطی قبل قطعه را مرکزیابی نموده و با توجه به شکل مدل تا تهیه کامل آن خراطی می‌شود. در نهایت برای جدا نمودن دو تکه مغاری تیز را در درز کاغذدار گذاشته و ضربه می‌زنند. کاغذ لایه‌ای نازک را مابین دو سطح ایجاد نموده و از چسبیدن دو سطح به یکدیگر جلوگیری می‌کند.

چگونگی ساخت مدل‌های مدوّر با ماهیچهٔ سرخود: برای ساخت این مدل‌ها توسط خراطی لازم است پس از قطاع چسبانی و خشک‌شدن چسب‌چوب (با استفاده از پشت‌بند یا بدون استفاده از آن) توسط چسب‌آهن مدل‌خام را به دیسک گردندهٔ خراطی (صفحهٔ داخل‌تراشی) به‌گونه‌ای که مرکز مدل بر مرکز دیسک منطبق باشد، می‌چسبانند. برای استحکام بیشتر با چکش لاستیکی ضرباتی آهسته به مدل وارد کرده و توسط مغار برون‌تراش و داخل تراش، اقدام به تصحیح ابعاد خارجی و تعبیه حفره داخلی می‌نمایند. (در هنگام کار باید شیب مناسب را ایجاد نمود).

پرسش

همانند توضیحات صفحهٔ قبل، مراحلی را که برای ساخت مدل استوانه‌ای یک تکه، انجام دادید، بنویسید.

ساخت جعبه ماهیچه توسط مته‌کاری

جعبه ماهیچه‌ها (قالب ماهیچه‌ها) نیز به‌صورت دو تکه ساخته شده و همانند درجه‌های ریخته‌گری از پین برای اتصال صحیح آنها استفاده می‌شود. چنانچه محفظهٔ داخلی جعبه ماهیچه مدوّر باشد با توجه به ابعاد داخلی و شکل آن می‌توان ابتدا جعبه را به‌صورت یک تکه یا چند تکه درز چسبانی نموده و پس از اتصال دو نیمه جعبه توسط چسب کاغذ می‌توان آن را سوراخ‌کاری کرده و شکل نهایی را ایجاد نمود.

فعالیت ۵

با رعایت کلیهٔ نکات‌ایمنی وارد کارگاه شده و تحت نظارت و راهنمایی هنرآموز مراحل زیر را تا به انتها برای ساخت جعبه ماهیچه انجام دهید.

۱ به‌منظور سوراخ‌کاری و ایجاد ماهیچه، با راهنمایی گرفتن از هنرآموز تقسیم کردن ماهیچه مربوط به نقشه ترسیم شده در فعالیت ۴ را انجام دهید.

۲ با درنظرگرفتن شکل کلی جعبه ماهیچه و با انتخاب ابعاد مناسب اقدام به چوب‌گیری برای جعبه ماهیچه نمایید.

۳ چوب‌ها را جهت ساخت بلوک اولیه آماده سازی سطح نمایید.

(دراین کتاب به‌منظور ارزشیابی و نگهداری از قطعات برای استفاده و تکمیل در فعالیت‌های بعد، از هنرجویان خواسته می‌شود، با ثبت مشخصات خود بر روی هر جزء مدل، قطعه کارهای خود را به هنرآموز مربوطه تحویل دهند).

نکته

به‌منظور جلوگیری از هدر رفت منابع مالی و تخریب محیط زیست، قطعه کارهای خود را دور نیندازید، با نوشتن اسم و مشخصات خود و هم‌گروهی‌هایتان بر روی هر جزء از قطعهٔ‌کار، آن را برای استفاده در فعالیت‌های بعدی و ارزشیابی مرحله‌ای به هنرآموز خود تحویل دهید.

پرسش

سادگی و راحتی کار در مونتاژ اجزاء مدل، به‌ترتیب به کدام یک از مراحل قبل بستگی دارد؟ (از راست به چپ مرتب کنید)

(تبدیل نقشهٔ مکانیکی به مدل‌سازی، برش‌کاری الوار و تهیهٔ چوب مناسب، تقسیم‌بندی نقشه با توجه به شکل فیزیکی آن، انتقال نقشه روی چوب، انتخاب ابزار برش، برش‌کاری اجزای رسم شده روی چوب، صاف‌کاری لبه‌های برش تا خط نقشه، پرداخت نهایی هر جزء، بازرسی و بررسی اجزا بعد از پایان هر فعالیت)

مونتاژ کردن مدل

درکنار هم قرار دادن تمامی اجزای یک مدل را، پس از پایان یافتن عملیات برش‌کاری و صاف‌کاری به گونه‌ای که مدل نهایی با همان مشخصات و خواسته‌های اعلام شده در نقشهٔ مدل‌سازی به‌دست‌آید مونتاژکردن (مونتاژکاری) مدل می‌گویند. در عملیات مونتاژکاری توجه به نکات زیر الزامی است.

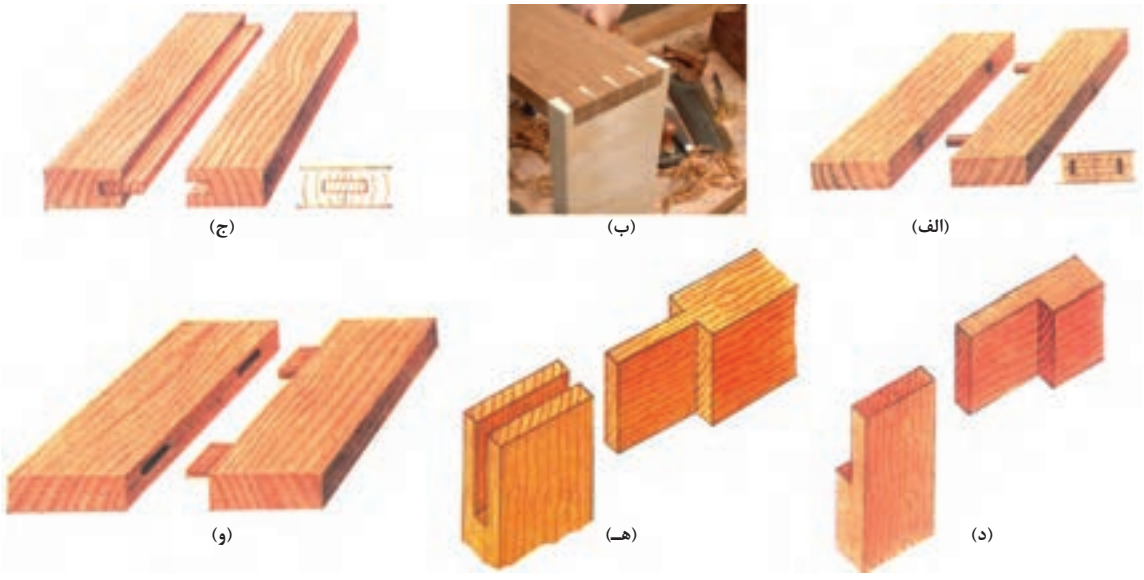
الف) لازم است از قبل جهت و محل قرارگیری هر جزء بر روی آن توسط علائم و نشانه‌هایی مشخص شود.

ب) نوع اتصال انجام گرفته در مونتاژکاری ارتباط مستقیمی‌با نیروهای وارده به مدل پس از تولید و درحین کار دارد.

ج) قبل از چسباندن اجزا، لازم است از خصوصیات و شرایط استفاده از چسب مورد نظر اطلاعات کامل حاصل شود.

در مونتاژکاری، با توجه به‌اندازه و شکل مدل می‌توان از اتصال‌ها چوب (فاق و زبانه، اتصال انگشتی و...) یا میخ و پیچ یا چسب و یا به‌صورت ترکیبی از روش‌های مذکوراستفاده نمود. چسب‌چوب از جمله چسب‌هایی می‌باشد که در مونتاژکاری قطعات چوبی مدل، کاربرد فراوانی داشته و با توجه به استفادهٔ بسیار کم مواد شیمیایی در

ساخت این نوع چسب، کاملاً بی‌خطر و دوست‌دار محیط زیست می‌باشد. تنها محدودیتی که بر سر راه استفاده از این چسب وجود دارد زمان نسبتاً زیاد سخت شدن آن است.
در مدل‌سازی از چسب‌های مختلفی نظیر چسب‌های: دوجزئی، چسب۱ـ۲ـ۳، چسب چوب و سریشم استفاده می‌شود؛ اما معمول‌ترین، متداول‌ترین و با دوام‌ترین چسب، چسب چوب می‌باشد، از آنجایی که چسب چوب از فرایند سخت شدن نسبتاً طولانی برخوردار است و در مقاطع نازک استحکام نسبتاً کمی‌دارد، در برخی مواقع برای ثابت نگه داشتن جزء چسب خورده تا پایان سخت شدن یا تقویت اتصال می‌توان از تکنیک‌هایی نظیر استفاده از میخ، پیچ و منگنه یا از اتصال‌های چوبی نظیر: الف) انواع اتصال دوبل، ب) انواع اتصال‌های گوشه سینکن، ج) انواع اتصال‌های کنشکاف و زبانه، د) انواع اتصال‌های نیم نیم، هـ) انواع اتصال‌های فاق و زبانه و) انواع اتصال‌های کُم و زبانه.



شکل ۱۲۳

فعالیت

با توجه به مطالب عنوان شده در خصوص اتصال‌ها، در قالب یک کار گروهی نام تمامی‌اتصال‌های مربوط به هر دسته را همراه با تصویر آن معرفی نمایید.

هشدار

همان‌طور که در بخش اول این پودمان به آن اشاره شد باید در ذهن داشته باشیم هنگام چوب‌گیری و درزچسبانی همواره جهت راه چوب را درنظر داشته و آنها را به‌صورت ۹۰ درجه نسبت به هم قرار دهیم.

چسب چوب: چسبی است آب دوست (حلال آب) و در دو نوع بی‌رنگ و سفید در بازار یافت می‌شود، قیمت آن ارزان و برای کاربردهای زیادی نظیر ساخت گل‌چینی، مجسمه‌سازی، ماکت‌سازی، کارهای تزئینی، چسباندن چوب، مقوا، پارچه و... مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل‌سازان از این چسب برای چسباندن اجزای مدل به یکدیگر

و مونتاژ مدل استفاده می‌کنند، تنها نکته منفی که می‌توان به این چسب نسبت داد زمان زیاد خشک شدن آن است. این زمان در زمستان به ۲۴ ساعت هم می‌رسد.

شکل ۱۲۴

نکته

هنگام استفاده از چسب چوب نکات زیر را به‌دقت رعایت نمایید.

۱ قبل از چسب‌کاری و به‌منظور افزایش استحکام اتصال انجام گرفته لازم است با نوک تیز مغار، ضرباتی را به هر دو سطح وارد کنید (سطح را زخمی کنید).

۲ همیشه هر دوسطح چوب را به چسب آغشته کنید.

۳ میزان چسب و غلظت آن باید به گونه‌ای باشد که بتوان به‌صورت روان توسط یک لیسهٔ کوچک لایهٔ نازکی از چسب را روی سطح کار پهن نمود.

شکل ۱۲۵

۴ پس از چسب‌کاری دو سطح را روی هم قرار داده و تنظیم نمایید.

۵ بعد از چسب‌کاری فوراً قطعه را به گیره نبندید، اجازه دهید چسب نفوذ خود در لایه‌های چوب را انجام داده بعد از نیم تا یک ساعت توسط گیرهٔ مدل‌سازی یا گیرهٔ دستی تا خشک شدن کامل، دو سطح را به یکدیگر محکم ببندید.

۶ اضافه‌های چسب را که از درز کار بیرون میزند پاک کنید.

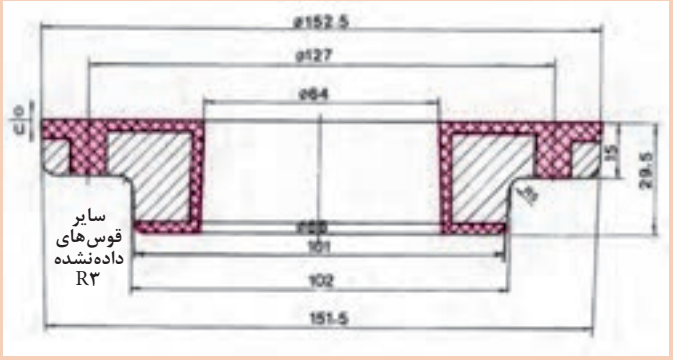
هشدار

در هنگام قراردادن دو سطح چسب خورده روی یکدیگر، تا بعد از محکم کردن گیره، با ابزار کنترل‌کننده زاویه و سطح، مانند زاویه سنج، گونیا، خط‌کش و... ، سلامت اتصال و دقت آن را کنترل نمایید.

فعالیت ۶

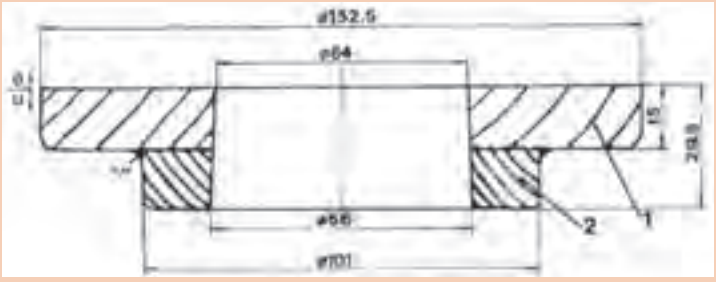
قطاع چسبانی:

به نقشهٔ مدل‌سازی زیر به دقت نگاه کنید:



شکل ۱۲۶

این نقشهٔ مدل‌سازی مربوط به شکل نهایی مدلی است که شما در فعالیت ۲ قطاع‌های آن را آماده کردید. دراین مرحله، از شما خواسته می‌شود بر اساس مراحل زیر قطاع‌ها را به یک دیگر متصل ساخته و بلوک چوبی اولیه برای ساخت مدل نشان داده شده را آماده نمایید.

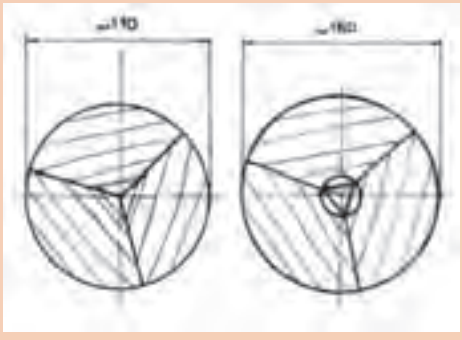


شکل ۱۲۷

بخش ۱ مربوط به دایره‌ای با قطر ۱۶۰ mm و بخش ۲ مربوط به دایره‌ای با قطر ۱۱۰ mm می‌باشد که قطاع‌های آن را در اختیار دارید.

۱ همان‌طور که مشاهده می‌کنید اندازه‌ها بزرگ‌تر از اندازهٔ اسمی نقشه درنظر گرفته شده‌اند تا چنانچه خطایی در درز کردن قطاع‌ها پیش آمد امکان جبران آن در حین خراطی وجود داشته باشد.

۲ قطاع‌های مربوط به بخش ۱ و ۲ را روی صفحهٔ صاف قرار داده و درصورت صحیح بودن ابعاد و شکل از چسب چوب برای چسباندن آنها استفاده نمایید.



شکل ۱۲۸

۳ پس از خشک شدن، ناصافی‌های ایجاد شده در محل درز هر صفحه را توسط رندهٔ پرداخت (رنده‌خشی) از بین ببرید. بعد از هر بار رنده کردن صفحه خود را روی صفحه صافی بخوابانید و گونیا بودن آن را کنترل کنید.

۴ بعد از گونیا شدن دو صفحه، جای صفحهٔ شماره دو را روی صفحهٔ شماره ۱ علامت زده به طوری که درزها روی هم قرار نگیرند. سپس زیر سطوح را زخمی‌کرده، به چسب آغشته کنید و با نیروی کمی روی یکدیگر قرار دهید.

(برای جلوگیری از سُر خوردن صفحات روی یکدیگر، می‌توانید در محل‌هایی که نیاز به خراطی ندارند توسط میخ، صفحات را به هم متصل نمایید).

۵ به‌منظور رسیدن به استحکام نهایی، قطعهٔ کار خود را لای‌گیرهٔ مدل‌سازی قرار دهید (می‌توانید با استفاده از پشت‌بند توسط گیره دستی کوچک این کار را انجام دهید).

۶ قطعهٔ کار را برای ارزیابی عملکرد به هنر آموز خود تحویل دهید.

فعالیت ۷

با رعایت کلیهٔ نکات‌ایمنی وارد کارگاه مدل‌سازی شده و تحت نظر هنرآموز و آنچه تاکنون آموخته‌اید مراحل زیر را انجام دهید:

۱ اجزای مربوط به فعالیت شماره ۳ را به همراه نقشه مدل‌سازی آن روی سطح صافی قرار دهید.

۲ مراحل چسباندن اجزاء را با توجه به علامت‌های زده شده و آنچه که از فعالیت قبل آموخته‌اید تا به انتها انجام دهید.

شکل ۱۲۹

پس از پایان‌این فعالیت مدل‌های خام تولید شده را با اعضای گروه بررسی کرده نقاط ضعف و قوت خود را از ابتدا تا این مرحله بر روی کاغذ نوشته و همراه مدل به هنرآموز خود تحویل دهید.

فعالیت ۸

با توجه با مطالبی که در خصوص خراطی مدل‌های دوتکه و ساخت جعبه ماهیچه، آموخته‌اید و راهنمایی‌های هنرآموز خود، چسباندن اجزای به‌دست آمده از فعالیت شماره ۴ و ۵ جهت تولید مدل خراطی دو تکه و جعبه ماهیچهٔ آن بر اساس مراحل زیر انجام دهید.

۱ سطوحی را که قرار است درزچسبانی شود توسط مغار خشن کرده و با دقت تمام درزچسبانی نمایید. (در کلیه مراحل چسب‌کاری دقت شود که تکه‌های چوب روی یکدیگر سُر نخورند).

۲ سطوح جدایش، در مدل و جعبه ماهیچه را با لایه‌ای از چسب پوشش داده و با قرار دادن کاغذ باطله در میان دو سطح، آنها را به هم متصل نمایید.

(دقت شود مقداری کاغذ از اطراف مدل بیرون زده باشد)

۳ پس از گذشت زمانی مناسب جهت نفوذ چسب، بهتر است قطعه کارها را با گیره محکم بسته و تا سخت شدن نهایی، بی‌حرکت نگه دارید.

(پس از خشک شدن قطعه، اضافه‌های کاغذ را در سطل زباله بیندازید)

۴ مطابق مراحلی که در تمرین خراطی آموخته‌اید و با راهنمایی‌های هنرآموز تولید مدل با شکل نهایی را انجام دهید.

۵ با کمک گرفتن از هنرآموز توسط دریل ستونی یا مته کُم‌کن، با قطر مناسب، سوراخی سراسری در مرکز سطح جدایش جعبه ماهیچه ایجاد نمایید.

نکته

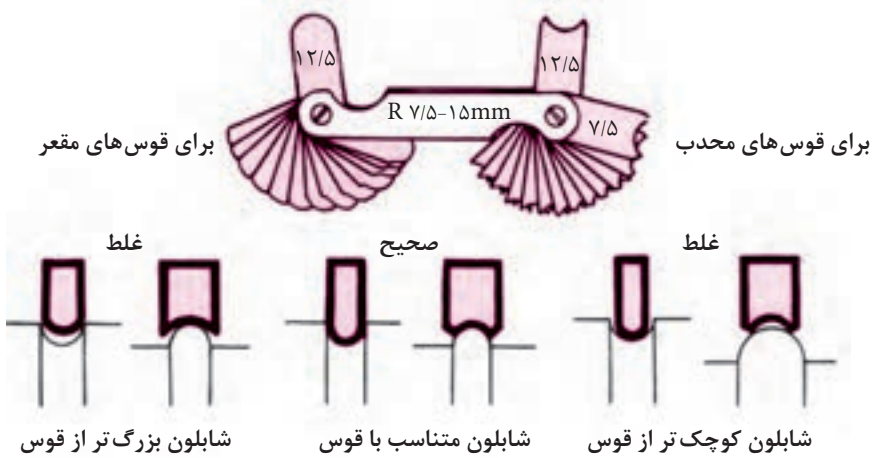
پس از پایان فعالیت‌های‌این بخش لازم است مدل‌های خام تولید شده خود را با اعضای گروه بررسی کرده نقاط ضعف و قوت خود را از ابتدا تا این مرحله بر روی کاغذ نوشته و همراه مدل به هنرآموز خود تحویل دهید.

پرسش

۱ نیاز به قوس‌کاری گوشه‌های خارجی در مدل‌های بزرگ بیشتر است یا در مدل‌های کوچک؟

۲ آیا میزان سیّالیّت فلزی که قرار است ریخته‌گری شود، در نیاز به قوس‌دار کردن گوشه‌های مدل تأثیری دارد؟ چگونه؟

برای جلوگیری از به‌وجود آمدن تمرکز تنش و ایجاد تَرَک گوشه و همین‌طور عیب لب‌گردی که ناشی از نیامد مذاب یا سریع سرد شدن آن در گوشه می‌باشد، لازم است تمامی گوشه‌های تیز و زاویه‌های مدل به‌جز گوشه‌های قرار گرفته در سطح جدایش، فیلت‌گذاری (قوس‌دار) شوند. اندازهٔ شعاع قوس مربوط به هر بخش از مدل بر روی نقشهٔ مدل‌سازی محاسبه و تعیین شده است. مدل‌ساز می‌تواند با استفاده از ابزارهای ساینده نظیر سوهان و یا صفحهٔ سنباده اقدام به حذف گوشه‌های تیز خارجی نموده و گوشه‌های داخلی را توسط بتونه قوس‌کاری نماید. به‌منظور کنترل نهایی قوس با توجه به‌اندازه اسمی آن می‌توان از شابلون‌های قوس استفاده کرد.



شکل ۱۳۰

پرسش

کدام یک از عیوب ذکر شده در بند (پاراگراف) فوق در گوشه‌های داخلی و کدام یک در گوشه‌های خارجی اتفاق می‌افتد؟ چرا؟
چرا گوشه‌های مدل، در سطح جدایش، قوس داده نمی‌شوند؟

قوس‌دار کردن (فیلت‌گذاری)

۱ قوس‌دار کردن گوشه‌های خارجی: به تمامی لبه‌ها، کنج‌ها، زاویه‌ها و ضلع‌های تیز، که بر روی بدنه مدل دیده می‌شود به‌جز لبه‌ها و گوشه‌ها در سطح جدایش مدل، گوشه‌های خارجی گفته می‌شود. در مدل‌های چوبی گوشه‌ها را می‌توان توسط ابزار سایش نظیر سوهان، سنباده صفحه‌ای، رندهٔ‌دستی و سنبادهٔ‌دستی ابتدا پخ زده، سپس با حذف لبه‌های پخ و صاف‌کاری، آنها را به قوس تبدیل نمود.

شکل ۱۳۱

قوس‌کاری به‌وسیلهٔ سوهان: این روش معمول‌ترین و کاربردی‌ترین حالت برای قوس لبه‌های تیز مدل‌ها با ابعاد کم و شکلی پیچیده می‌باشد.

نکته

نکاتی‌که در این روش قابل ذکر است عبارت‌اند از:

- در هنگام قوس‌کاری لبه‌ها، لازم است مدل به شکلی به گیره بسته شود که مدل‌ساز نسبت به لبه‌کار کاملاً مسلط باشد.
- از آنجایی که در مدل‌های چوبی به دیواره‌های عمودی، شیب مجاز داده می‌شود، باید دقت داشت که قوس‌کاری بعد از اعمال شیب صورت پذیرد.
- سوهان‌کاری باید به گونه‌ای انجام شود که تمامی لبهٔ‌کار به یک‌اندازه و با زاویهٔ ۴۵ درجه پخ زده شود. (این مورد را می‌توان با سوهان‌کاری یکنواخت ایجاد نمود).
- پس از سوهان‌کاری، سنباده را بر روی تختهٔ مشتی کوچکی قرار داده سپس با سنباده‌کاری، پخ‌های ایجاد شده را به قوس تبدیل می‌نمایند.
- سطح قوس‌ایجاد شده، توسط سنباده پوساب صاف‌کاری و آمادهٔ رنگ می‌شود.

قوس‌کاری به وسیلهٔ رنده: برای‌ایجاد قوس با شعاع‌های بالاتر از ۵mm در لبه‌ها و ضلع‌های خارجی با شرط یکنواخت بودن آنها در طول، از این روش استفاده می‌شود.

نکته

نکات زیر را در رنده‌کاری لبه باید در نظر گرفت:

- زاویهٔ تیغ رنده لازم است در حالت خشی (پوساب) قرار داده شود.
- ترجیحاً از رنده‌های چوبی به دلیل وزن کم و نیروی کمی‌که به لبهٔ‌کار وارد می‌کنند استفاده شود.
- برخلاف آنچه که در رنده‌کاری آموخته‌اید، چنانچه چوب مورد استفاده بافت نرمی داشته باشد، بهتر است جهت رنده‌کردن برخلاف جهت الیاف چوب باشد.
- پس از رنده‌کاری، پخ‌های‌ایجاد شده را می‌توان توسط لیسه یا سنباده به شکلی که در بالا آموخته‌اید از بین برده و به قوس تبدیل نمود.
- سطح قوس ایجادشده، توسط سنباده پوساب صاف‌کاری و آمادهٔ رنگ می‌شود.

قوس‌کاری گوشه‌ها درمدل‌های خراطی

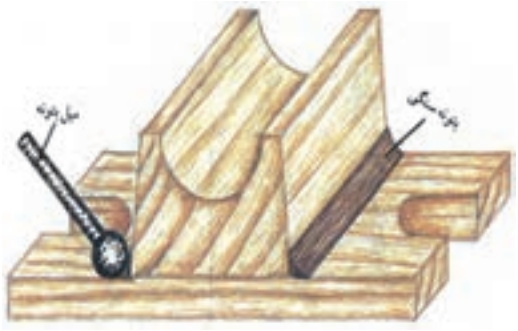
گوشه‌ها را در مدل‌های خراطی باید بر روی کار (بستن دوباره به دستگاه) و توسط سنباده یا سوهان با توجه به نکات‌ایمنی ذکر شده انجام داد. شرایط کار در صورت رعایت نکات‌ایمنی راحت‌تر از مدل‌های دیگر است به گونه‌ای که با قرار دادن سوهان روی کار، پخ اولیه زده شده و توسط حرکت دادن کاغذ سنباده می‌توان تبدیل‌کردن پخ‌های زده شده به قوس را انجام داد.

۲ **قوس‌دار کردن گوشه‌های داخلی:** گوشه‌های داخلی و سطوح ناصاف مدل را می‌توان توسط بتونهٔ ساختمانی، بتونهٔ سنگی، بتونهٔ مخصوص چوب، قوس‌دار (فیلت‌گذاری) نمود.

در بتونه‌کاری شرایط و ملاحظات کار یکسان بوده و انتخاب نوع بتونه تنها به اندازهٔ قوس، هزینهٔ کار، سادگی عمل و امکانات کارگاه بستگی دارد. برای قوس‌دار کردن گوشه‌ها باید به گونه‌ای عمل نمود که بعد از خشک شدن بتونه کمترین نیاز را به ساییدن داشته باشد.

مراحل قوس‌کاری گوشه‌های داخلی توسط بتونه

- بتونه را توسط کاردکی کوچک یا پیچ‌گوشتی بر روی لبهٔ داخلی قرار می‌دهند.
- توسط میل بتونه یا ابزاری مشابه، که قوس‌کاری برابر با اندازهٔ قوس مورد نیاز باشد، بتونه را در گوشه، فرم داده و سطح آن را صاف می‌کنند.
- با توجه به نوع بتونه، زمان مناسبی را برای خشک شدن آن در نظر می‌گیرند.
- پس از خشک شدن کامل، توسط سنبادهٔ پوساب اقدام به حذف بتونه‌های اضافهٔ اطراف کار می‌نمایند.
- در صورت تَرَک خوردن بتونه یا کم بودن شعاع قوس، مراحل فوق را تکرار می‌نمایند.



شکل ۱۳۲

بتونهٔ مخصوص چوب: این بتونه با داشتن خصوصیاتی مانند: استحکام بالا پس از خشک شدن، چسبندگی عالی روی چوب در حالت تر و خشک، روانی مناسب حرکت روی چوب، بی‌خطر بودن در صورت لمس شدن، پاک شدن آسان از دست توسط آب، نگهداری طولانی، بدون بوی زننده، توانسته در بین مدل‌سازان از جایگاه مناسبی برخوردار باشد. تَرَک خوردن سطح بتونه، هنگامی‌که ضخامت بتونهٔ اعمال شده زیاد باشد و جذب رنگ هنگام رنگ‌کاری را می‌توان به عنوان نقاط ضعف این بتونه دانست.

بتونه سنگی یا فوری: ازاین بتونه به دلیل داشتن استحکام بالا در مواقعی که لایه بتونه‌کاری شده باید ضخامت بالایی داشته باشد استفاده می‌گردد. برای استفاده از این بتونه لازم است که مقداری از آن را بر روی سطحی صاف مانند سطح کاردک ریخته و به‌اندازهٔ مناسب از جزء دوم آن که وظیفهٔ تسریع در فرایند سفت شدن بتونه را دارد به بتونه اضافه کرده و توسط لیسه‌ای تمیز مالش دهند، ازاین لحظه به بعد زمان کمی برای استفاده و تمام کردن بتونه وجود دارد. لذا لازم است به سرعت از آن استفاده شود. از این بتونه به دلیل بوی زننده، قیمت بالا، سنباده‌کاری مشکل، فرصت کم جهت استفاده، تنها در مواقع مورد نیاز استفاده می‌شود.

هشدار

- هیچ‌گاه بتونهٔ فوری را توسط انگشت بر روی مدل نمالید.
- ابزار بتونه‌کاری را به محض تمام شدن کار توسط آب و ساییدن آنها روی هم تمیز کنید.

نکته زیست‌محیطی

- برای بتونه‌کاری در کارگاه، یک قسمت مجزا درنظر گرفته شود و از بردن بتونه بر روی میز کار خودداری نمایید.
- سنباده‌های مستعمل خود را در سطلی جدا از خاک‌اره‌ها و پوشال‌ها قرار دهید.
- هنگام استفاده از بتونهٔ فوری توجه داشته باشید که تهویهٔ کارگاه روشن باشد.

آموزه‌های اخلاقی

یک مدل‌ساز ضعف‌های خود را در برش‌کاری و صاف‌کاری سطح و شکستگی‌ها و جفت نشدن‌ها در مونتاژ توسط بتونه اصلاح کرده و در مرحله رنگ به‌طور کامل پوشش می‌دهد. و کار خود را به عنوان محصول درجه یک عرضه می‌دارد.

- این عمل مصداق کدامین گناهان در دین ما می‌باشد؟

فعالیت

مراحل زیر را بر اساس توضیحات هنرآموز خود انجام دهید.

۱ پس از پوشیدن لباس کار مناسب، وارد کارگاه شده و مدل‌های ساخته شده در مراحل قبل را در اختیار بگیرید.

۲ باتوجه به اطلاعات موجود در نقشهٔ مدل‌سازی، توسط ابزار سایش (سوهان، سنبادهٔ صفحه‌ای و...) مدل‌ها را به گیره بسته و قوس‌کاری گوشه‌های خارجی مدل را انجام دهید.
(همواره در حین کار میزان قوس را با شابلون بررسی نمایید).

۳ با استفاده بتونه و ابزار مناسب اقدام به قوس‌دار نمودن گوشه‌های داخلی نمایید.

۴ پس از خشک شدن بتونه، توسط سنبادهٔ پوساب اقدام به حذف اضافات بتونه نموده و با شابلون مخصوص آن‌را بررسی نمایید.

۵ درصورت نقص در قوس با سایش بیشتر با بتونه‌کاری مجدد، اقدام به رفع عیب نمایید.

۶ مدل خود را جهت ارزشیابی به هنرآموز مربوطه تحویل دهید.

فعالیت

این فعالیت را با راهنمایی و تحت نظارت هنرآموز براساس مراحل زیر انجام دهید:

۱ بارعایت کلیه نکات‌ایمنی وارد کارگاه شوید.

۲ مدل‌های خراطی خود را تحویل گرفته و مجدداً آن را به همان دستگاهی که مدل را خراطی نموده‌اید و به همان حالت نصب نمایید.

۳ پس از قرار دادن ماسک و شل محافظ بر روی صورت با احتیاط کامل دستگاه را روشن نمایید.

۴ سوهان را بر روی لبه‌های خارجی کار قرار داده و پخ مناسب ایجاد کنید.

۵ با استفاده از سنباده، اقدام به تبدیل کردن پخ‌ها به قوس نمایید.

۶ پس از بررسی توسط شابلون مناسب مدل را باز کرده و گوشه‌های داخلی آن را توسط بتونه و با همین مراحلی که در فعالیت فوق انجام دادید، قوس‌کاری نمایید.

کنترل کیفیت ابعاد و سطح

مدلساز پس از انجام عملیات صاف‌کاری و قبل از عملیات رنگ‌کاری مدل، مدل‌های خود را برای آخرین بار، از طریق لمس‌کردن و مشاهده‌نمودن در محیط‌هایی با نور زیاد و با استفاده از ابزار چشمی نظیر ذره‌بین معمولی، گونیا، خط‌کش. بررسی می‌نماید. دراین میان کلیهٔ شیب‌ها، قوس‌ها و شیارهای روی مدل را با نقشه مطابقت داده و چنانچه مدلی نیاز به تعمیر داشته باشد، اصلاح مورد نیاز را جهت رفع عیب روی آن انجام می‌دهد. زیرا بعد از عملیات رنگ‌کاری انجام هرگونه تعمیر یا ترمیمی نیازمند صرف وقت و هزینهٔ بیشتری خواهد بود. در ضمن مدل‌ها بعد از رنگ‌کاری و گذشتن از سد کنترل کیفیت رنگ، به بخش قالب‌گیری رفته و چنانچه عیوب موجود در مدل باعث ایراد در قالب یا تخریب آن شود، قطعاً آن مدل توسط قالب‌گیر به مدل‌ساز برگشت داده می‌شود. همین امر باعث‌ایجاد حس بی‌اعتمادی و عدم اطمینان ریخته‌گران به مدل‌سازان می‌شود. به‌همین دلیل است که بخش کنترل کیفیت در خروجی تمامی کارگاه‌ها حساس‌ترین و اساسی‌ترین بخش در هر تولیدی می‌باشد.

رنگ‌آمیزی مدل

پس از پایان بتونه‌کاری گوشه‌ها و سطوح ناصاف مدل، سطح مدل توسط سنباده پوساب را کاملاً پرداخت شده و آماده رنگ‌کاری می‌شود.

پرسش

چه عاملی می‌تواند اصلی‌ترین دلیل برای رنگ‌آمیزی مدل‌های چوبی باشد؟

در بین انواع مدل‌های ریخته‌گری، مدل‌های چوبی از استانداردها و تنوع رنگ بیشتری برخوردار می‌باشند. از جمله این استانداردها می‌توان به استاندارد دین ۱۵۱۱ اشاره کرد که در آن براساس جنس قطعه‌ای که مدل ریخته‌گری آن ساخته شده است و هر بخش از آن مدل و یا به‌منظور معرفی قسمت‌های مختلف مدل، نظیر ریشه ماهیچه‌ها، محل‌هایی که باید در قالب‌گیری به آنها قوس داده شود، سطوحی که نیاز به تراش‌کاری داشته یا اجزای مختلف مدل‌های شابلونی رنگ مشخص می‌شود.

جدول ۱۰

شناخت سایر قسمت‌های عمومی به‌وسیله رنگ	
محل تکیه‌گاه‌ها و قرارگاه‌های ماهیچه	سیاه رنگ
قطعات آزاد مدل و بخش‌هایی که بعد از قالب‌گیری باز می‌شوند.	دورتادور به رنگ سیاه
قسمت‌هایی از قالب که نیاز به قوس دارد.	محلی که باید در قالب قوس بزنند روی مدل به رنگ سیاه مشخص کرده و اندازهٔ شعاع قوس را روی آن می‌نویسند.
زهواره‌ها و زائده‌ها	زمینه مدل هاشور سیاه با زاویه
سطوحی که نیاز به تراش‌کاری دارد.	در سطوحی با اندازه کوچک و بزرگ سیاه، اما در سطوح بسیار بزرگ هاشور سیاه مایل
مدل‌های شابلونی و شابلون‌ها	سطح شابلون لاک الکل یا کیلر، پخ‌خوردگی شابلون به رنگ زمینه قطعه ریخته‌گری

جدول ۱۱

جدول رنگ مدل طبق استاندارد دین ۱۵۱۱			
جنس قطعه	زمینه مدل و قالب ماهیچه	سطح تراش‌کاری	محل مبرد
چدن خاکستری	قرمز	زرد	آبی
چدن با گرافیت کروی	آلبالویی	زرد	قرمز
فولاد ریخته‌گری	آبی	زرد	قرمز
چدن چکش‌خوار	خاکستری	زرد	قرمز
فلزهای سنگین	زرد	قرمز	آبی
فلزهای سبک	سبز	زرد	آبی

رنگ‌های استفاده شده در رنگ‌آمیزی مدل‌های چوبی از جنس رنگ روغنی بوده، که از حلال‌های نفتی به‌منظور رقیق کردن و پاک کردن آن از دست یا تجهیزات رنگ‌آمیزی استفاده می‌شود. از حلال‌های نفتی موجود در بازار می‌توان به: تینر روغنی، نفت سفید، بنزین، تینر فوری و گازوئیل، اشاره نمود. از بین‌این حلال‌ها تینر روغنی پیشنهاد می‌شود، چرا که تینر روغنی از قابلیت اشتعال کمتری نسبت به بنزین و تینر فوری، برخوردار بوده و نگهداری آن خطر کمتری دارد همچنین به دلیل نفوذپذیری بهتر رنگ در چوب، هنگامی‌که با این حلال رقیق شده باشد، ضخامت و دوام رنگ نیز بیشتر خواهد شد. رنگ‌های روغنی مقاومت بیشتری در مقایسه با دیگر رنگ‌ها، نسبت به رطوبت قالب دارند، از این رو محافظ بسیار خوبی برای مدل‌های چوبی به شمار می‌آیند. با توجه به شرایط و امکانات موجود، رنگ‌های روغنی را می‌توان توسط برس، اسپری و غوطه‌وری، بر روی مدل به‌کار برد.

شکل ۱۳۳

نکته

آسان‌ترین و در دسترس‌ترین روش جهت رنگ‌آمیزی مدل‌ها، استفاده از اسپری‌های رنگ می‌باشد؛ اما از آنجا که گاز درون اسپری‌ها برای محیط زیست مضر شناخته شده لذا پیشنهاد می‌شود تا حد امکان از این روش استفاده نشود.

مواد و تجهیزات لازم جهت رنگ‌آمیزی مدل

۱ رنگ سفید، با توجه به رنگ‌های گزارش شده در استاندارد: جهت ساخت رنگ دلخواه؛

۲ تینر روغنی به‌منظور رقیق کردن و پاک کردن رنگ از روی سطح میز یا ابزار؛

۳ پارچه تنظیف جهت تمیز کردن سطح مدل، قبل از رنگ‌کاری و پاک کردن سریع رنگ از دست یا محل‌های ناخواسته؛
۴ تجهیزات‌ایمنی لباس‌کار، ماسک، سربند، عینک رنگ آمیزی، گوشی اسفنجی جهت محافظت از ریه‌ها، پوست و موی سر، چشم‌ها، منافذ گوش، از ورود گردهٔ رنگ هنگام رنگ‌کاری با پیستوله؛
۵ برس رنگ دراندازه‌های مختلف جهت رنگ‌آمیزی بخش‌های مختلف مدل؛
۶ کمپرسور هوا و پیستوله رنگ روغن؛
۷ اتاق رنگ جهت جلوگیری از آلوده شدن محیط و تجهیزات کارگاه مدل‌سازی توسط گرده رنگ؛
۸ پارچه صافی جهت فیلتر کردن رنگ ورودی به مخزن پیستوله؛
۹ میز مخصوص رنگ‌سازی و رنگ‌آمیزی.

نکته

نکاتی در ارتباط با رنگ آمیزی با برس:

۱ برس رنگ با توجه به ابعاد مدل انتخاب گردد.
۲ رنگ مورد نظر را به مقدار مورد نیاز در ظرفی که حمل آن راحت بوده و برس در آن وارد می‌شود می‌ریزیم.
۳ قبل از رنگ‌کاری مدل بهتر است میز کار را با روزنامه‌ای تمیز پوشش داده و مدل‌ها را از مقطعی که استقرار بهتری دارد روی میز قرار دهیم.
۴ به‌منظور برداشت رنگ بهتر است برس را تا جایی که نیمی از موی آن در رنگ فرو رود وارد ظرف نماییم.
۵ بهتراست اضافه رنگ روی برس را با مالیدن آن بر لبهٔ ظرف حذف نماییم.
۶ هنگام رنگ‌آمیزی مدل می‌توانیم آن را با شیئی نوک تیز نگاه داشته و در جهت مناسب حرکت دهیم.
۷ برای حذف شیارهای ناشی از موی برس بر روی مدل بهتر است هنگام رنگ‌آمیزی برس را به جهت‌های مختلف چپ به راست و بالا به پایین حرکت دهیم.
۸ مالیدن بیش از حد رنگ به مدل یا بالا بودن غلظت آن باعث می‌شود که رنگ دیرتر خشک شده و سطح آن از کیفیت خوبی برخوردار نباشد.
۹ برای تسریع در عمل خشک شدن مدل‌های رنگ شده بهتر است آنها را در مسیر جریان هوا قرار دهیم.
۱۰ قبل از خشک شدن رنگ سطوح رویی مدل، اقدام به جابه‌جا کردن یا برگرداندن به‌منظور رنگ‌کاری پشت آن نکنید.
۱۱ تا قبل از خشک شدن کامل رنگ، رنگ‌آمیزی را تکرار نکنید.

نکاتی در ارتباط بارنگ آمیزی توسط پیستوله:

۱ برای اتصال پیستوله به شیلنگ کمپرسور لازم است از بست استفاده شود.
۲ رنگی که در پیستوله وارد می‌شود باید به‌اندازه کافی رقیق شده باشد.
۳ برای فیلتر کردن رنگ می‌توان بالای مخزن پیستوله الک یا پارچهٔ نازکی قرار داد.
۴ پیچ‌های تنظیم پیستوله باید به گونه‌ای تنظیم شود که رنگ به‌صورت پودر از آن خارج گردد.
۵ بهترین فاصله برای پاشش رنگ بر روی مدل فاصلهٔ ۲۵ الی ۳۰ سانتی‌متری است.
۶ برای رنگ‌آمیزی بهتر مدل می‌توان آن را توسط پیچ و قلاب آویزان نمود.
۷ رنگ پاشی بیش از حد رنگ به مدل باعث شمعی شدن یا قطره‌ای شدن رنگ روی سطح مدل می‌شود.

هشدار

تمیزکاری و شست‌وشوی ابزار و تجهیزات رنگ‌کاری توسط تینر بعد از انجام فرآیند رنگ آمیزی یکی از ضروریات این مرحله می‌باشد.

نکته

نکات بهداشتی:

- رنگ‌آمیزی و ساخت رنگ برای مدل را در محلی مشخص انجام دهید.
- در هنگام رنگ‌کاری همواره پارچهٔ تمیزی در کنار دست خود داشته باشید.
- با تفکر، راهی بیابید که برای جابه‌جا کردن مدل در هنگام رنگ‌کاری استفاده نمایید.
- استفاده از گوشی اسفنجی هنگام رنگ‌کاری با پیستوله را جدی بگیرید.
- چنانچه در فضای باز رنگ‌کاری می‌کنید کنار درخت یا باغچه این کار را انجام ندهید.
- همواره تینر و رنگ خود را در محلی مشخص روی میز رنگ قرار داده و از جابه‌جا کردن آن جداً خودداری نمایید.

کنترل کیفیت مدل:

با رعایت نکات‌ایمنی مربوط به‌کارگاه وارد کارگاه شده و مراحل زیر را با راهنمایی هنرآموز انجام دهید:

۱ کلیه مدل‌های مربوط به فعالیت‌های قبل خود را تحویل بگیرید.

۲ توسط ابزار بازرسی چشمی‌که در متن به آنها اشاره شده اقدام به بازرسی سطح مدل‌ها، ابعاد و شکل آنها و شیب بدنه نمایید. (با توجه به اطلاعات نقشهٔ مدل‌سازی).

۳ در صورت نیاز به رفع عیب، توسط روشی مناسب اقدام به اصلاح و رفع آن نمایید.

۴ سطح مدل‌ها را توسط فشار هوا (پیستوله) یا پارچهٔ تنظیف پاک کرده و آمادهٔ رنگ‌آمیزی نمایید.

فعالیت

با توجه به نکات‌ایمنی در خصوص رنگ‌آمیزی و پوشیدن لباس کار، وارد کارگاه شده و مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز خود انجام دهید.

۱ با توجه به استاندارد ۱۵۱۱ و راهنمایی هنرآموز محترم رنگ مناسب زمینه را برای مدل تهیه و آماده‌سازی نمایید.

۲ با یکی از روش‌های نام برده در متن و رعایت نکات‌ایمنی و فنی مربوط به هر کدام، اقدام به رنگ‌آمیزی مدل نمایید.

۳ پس از خشک شدن رنگ نهایی، کیفیت رنگ خود را بررسی کرده و چنانچه، بخشی از مدل رنگ نگرفته و یا رنگ روی مدل قطره شده و یا خاشاکی به آن چسبیده با سنباده نرم آن را حذف کرده دوباره رنگ نمایید.

۴ پس از خشک شدن کامل مدل و کنترل نهایی رنگ زمینه، بخش‌هایی از مدل را که بر اساس استاندارد دین ۱۵۱۱ باید به رنگ دیگری باشند توسط برس ورنگ مناسب رنگ‌آمیزی نمایید.

فعالیت‌پایانی

با توجه به نقشه، مراحل زیر را به‌صورت گروهی تحت نظر هنرآموز خود انجام دهید:

۱ در کلاس یا کارگاه رسم، نقشه مکانیکی زیر را به مدل‌سازی تبدیل نمایید.

۲ نقشهٔ ترسیم شده را به اجزای قابل ساخت تقسیم‌بندی و ترسیم نمایید.

۳ براساس الگوی ترسیم شده، چوب مناسب را انتخاب و گونیاکاری نمایید.

۴ الگوهای ترسیم شده از هر جزء را برروی چوب منتقل نمایید.

۵ توسط ابزار برش و سایش مناسب اجزا را جداسازی و تکمیل‌کاری نمایید.

۶ جهت مونتاژ مدل، اجزا را کنترل نموده و آمادهٔ چسب‌کاری نمایید.

۷ با رعایت اصول چسب‌کاری، با توجه به علائم روی جزء، اقدام به چسباندن اجزا نمایید.

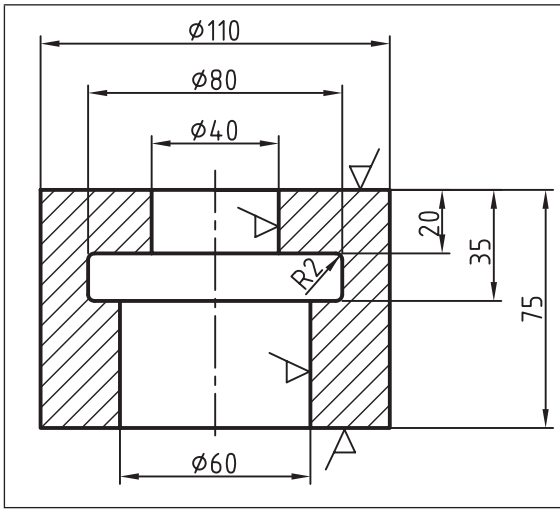
۸ شیب و قوس مناسب را با توجه به نقشه مدل‌سازی و به کمک ابزار سایش مناسب و بتونه ایجاد نمایید.

۹ سطوح مدل را برای رنگ‌آمیزی، آماده‌سازی نهایی نمایید.

۱۰ براساس استانداردهای موجود، رنگ مناسب را انتخاب و اقدام به رنگ‌آمیزی مدل با ابزار مناسب نمایید.

۱۱ مدل خود را پس از خشک شدن جهت ارزیابی نهایی به هنرآموز محترم تحویل دهید.

ارزشیابی هنرجو در واحد یادگیری: ساخت مدل چوبی



نقشه کار: ساخت مدل چوبی

ساخت مدل چوبی قطعه مقابل را انجام دهید. جنس قطعه آلومینیوم با ۱/۵ درصد انقباض، با شیب نقصانی

شاخص عملکرد: انتخاب نوع چوب، مونتاژ، کیفیت نهایی مدل

شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه مدل‌سازی با روشنایی مناسب

مواد مصرفی: کاغذ ـ چوب ـ چسب ـ بتونه ـ رنگ

ابزار و تجهیزات: ماشین گندگی ـ اره نواری ـ سوهان ـ مته‌دستی و سنباده ـ گیره ـ کولیس ـ خط‌کش ـ قلم‌مو

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	چوب‌گیری	۲	
۲	مونتاژ	۲	
۳	قوس‌کاری	۱	
۴	رنگ‌کاری و کنترل کیفی مدل	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ـ استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش، عینک و ... ۳ـ تمیز کردن میزکار و محیط کارگاه و تفکیک ضایعات چوب از سایر زباله‌ها ۴ـ رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات *		

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

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 راهگاهی، 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 فومی‌ساخته می‌شود.

پیش‌نیاز

تبدیل نقشه مکانیکی به مدل‌سازی

مدل‌سازی فومی

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 ساخت‌این 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 وهارتمان(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:

مزایا:

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 فومی‌نسبت 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

نکته

قالب‌گیری مدل‌های فومی‌به دو صورت ماسه با چسب سیلیکات سدیم (CO_2) و ماسه خشک بدون چسب انجام می‌گیرد، در حالت اول مدل همانند مدل دائمی‌درون درجه قرار گرفته، ماسه را دراطراف 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.

به چه موادی فوم گفته می‌شود؟

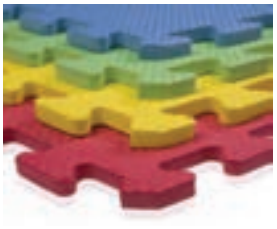
فوم‌ها در انواع گوناگونی وجود دارند. از جمله آنها می‌توان به فوم‌های پلی‌اتیلنی، پلی یورتانی و فوم پلی‌استیرن یونولیت، اشاره نمود.

۱ پلی‌اتیلن یا پلی‌اتن یکی از ساده‌ترین و ارزان‌ترین نوع فوم‌ها است. پلی‌اتیلن جامدی مومی و غیرفعال است. این ماده از پلیمریزاسیون‌اتیلن به‌دست می‌آید. فوم پلی‌اتیلن ترکیبی است ازپلی‌اتیلن فشرده وحباب‌های ریز هوا. این فوم در دمای۳۵ـ تا ۹۰+ درجه سانتی‌گراد قابل استفاده بوده و در مقابل عوامل مخرب شیمیایی و فرساینده محیطی مقاوم می‌باشد. (شکل۱)

۲ الاستومرهای پلی‌یورتانی خانواده‌ای ازکوپلیمرهای 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 به‌دست آمده است. به‌طور کلی فوم‌های پلی‌یورتان را می‌توان به ۳ دسته فوم‌های نرم، فوم‌های نیمه‌نرم، فوم‌های سخت تقسیم‌بندی کرد که‌این تقسیمات براساس چگالی (فشردگی) فوم صورت گرفته است. (شکل۲)

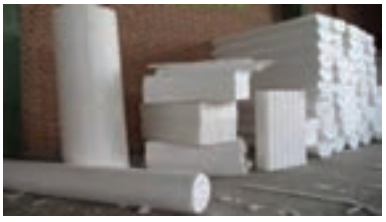
۳ یونولیت یا پلاستوفوم ماده‌ای سفید رنگ و عایق رطوبت و صدا است که اولین بار توسط آلمان نازی در جنگ جهانی دوم برای ساخت پل‌های شناور روی آب ساخته شد.فوم پلی استایرن یکی از فراورده‌های صنایع پتروشیمی بوده و شکل ظاهری آن از بلورهای ریز تشکیل شده است که در مجاورت فشار و بخار منبسط می‌گردد (شکل۳).

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



شکل ۱

شکل۲



شکل۳

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 دراین حالت کاهش پیدا کرده و برش‌کاری از حساسیت بیشتری برخوردار می‌شود. در کل می‌توان گفت: در میان مواد اولیه ساخت مدل‌های ریختگی، 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 ماشین‌کاری و همین‌طور داشتن قطعه ریخته‌گری شده دقیق با کمترین مقدار اضافه تراش می‌شود، نیازمند به‌کارگیری تکنیک‌ها و روش‌های پیچیده‌تر و حساس‌تری نسبت به برش‌کاری در مدل‌های فلزی یا چوبی می‌باشد، چرا که سطوح برش درمدل‌های فلزی و چوبی را می‌توان با دقت و با ابزارهایی که درصد خطا درآنها 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 وصیقلی 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 نشان‌داده‌شده در شکل زیر به‌علت 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 برش‌کاری مدل‌های یونولیتی استفاده می‌شود و چه فاکتورهایی در انتخاب جنس شابلون‌ها مؤثر است.

شکل ۴

شکل۵

شکل۶

مراحل ساخت یک مدل یونولیتی (پلاستوفوم)

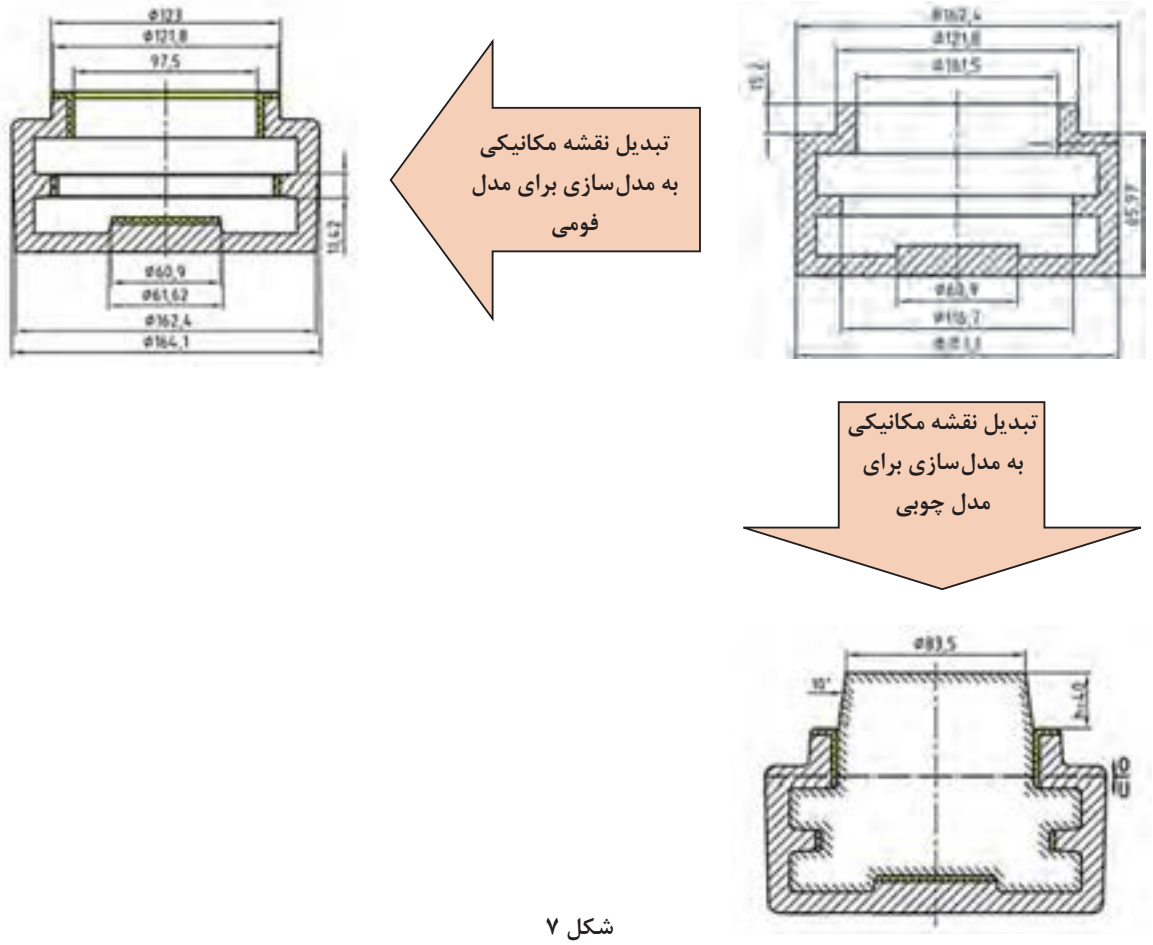
۱ تبدیل نقشه مکانیکی به مدل‌سازی فومی
۲ ترسیم نقشه مدل‌سازی روی سطح فوم یا شابلون مناسب
۳ برش‌کاری فوم
۴ مونتاژ مدل و سیستم راهگاهی
۵ قوس‌کاری و کنترل کیفی مدل نهایی

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

با توجه به‌اینکه درترسیم نقشه مدل‌سازی مدل‌های فومی، نیازی به در نظر گرفتن جهت خروج از قالب (سطح جدایش)، شیب مدل‌سازی و همین‌طور نیازی به ماهیچه و قالب ماهیچه نمی‌باشد لذا قطعاً تفاوت‌هایی در اصول‌ترسیم نقشه مدل‌سازی فومی‌نسبت به نقشه مدل‌سازی مدل‌های دائمی‌وجود دارد. به‌گونه‌ای که از اضافه

مجاز انقباضی و اضافه تراش در ترسیم صرف نظر کنیم، نقشه مدل‌سازی یک مدل فومی، کاملاً مشابه و هم‌اندازه نقشه مکانیکی قطعه نهایی خود خواهد بود. این عامل سبب گشته که فرایند ریخته‌گری با استفاده از مدل‌های ذوب شونده اصطلاحاً ریخته‌گری دقیق نامیده شود.

اما در هر صورت برای ساخت یک مدل فومی‌لازم است با توجه به اصول و استانداردهای موجود ابتدا نقشه مدل‌سازی تهیه گردد.



شکل ۷

فعالیت ۱

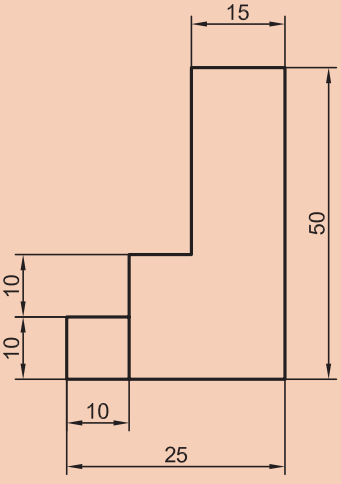
با توجه به متغیرهایی که بر اساس آنها نقشه مکانیکی را به مدل‌سازی تبدیل می‌کنیم، نقشه مدل‌سازی یک مدل فومی‌را با یک مدل چوبی (اولیه) مقایسه کرده و جدول صفحه مقابل را تکمیل کنید.

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

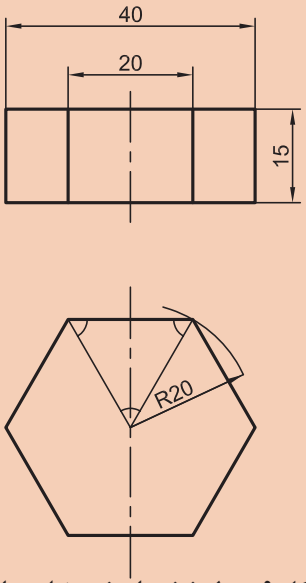
فعالیت ۲

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

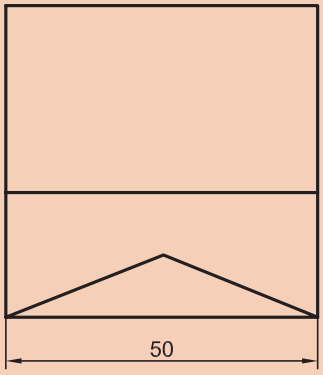
درصد انقباض ۱/۲٪ ـ جنس آلومینیوم ـ اضافه تراش کلیه سطوح ۲mm



شکل ۸ : قطعه‌ای با اجزای ساده



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



۲ـ ترسیم نقشه مدل‌سازی روی سطح فوم یا شابلون (الگو): همان‌طور که در ابتدا به آن اشاره گردید دومین مرحله در ساخت یک مدل فومی (پلاستوفومی)، انتقال نقشه مدل‌سازی بر روی سطح پلاستوفوم یا شابلون مناسب می‌باشد. برای تسهیل در انتقال خطوط و دقت در طراحی بر روی سطح ماده اولیه لازم است مراحل زیر را بادقت و به‌ترتیب انجام داد.

۱ تقسیم نقشه مدل‌سازی به بخش‌هایی که امکان ساخت (برش) آنها وجود داشته باشد (در صورتی که نتوان مدل فومی‌را یک تکه تولید کرد).

۲ انتخاب ابزار اندازه‌گیری و انتقال خط سالم و دقیق

نکته

در اختیار داشتن ابزار اندازه‌گیری و انتقال خط سالم و استاندارد ضامن داشتن یک نقشهٔ دقیق است.

۳ انتقال ابعاد وخطوط هر بخش از نقشه بر روی تمامی‌سطوح یونولیت (پلاستوفوم) یا ماده اولیه شابلون مناسب.

با در نظر گرفتن کلیه نکات ایمنی و پوشیدن لباس کار، وارد کارگاه شده و فعالیت‌های زیر را هماهنگ با توضیحات و آموزش‌های هنرآموز محترم انجام دهید.

فعالیت۳

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

۱ نقشه مدل‌سازی شکل ۱ فعالیت ۲ را از فعالیت قبل انتخاب کنید.

۲ شکل نهایی مدل را کاملاً تجسم نمایید.

۳ باتوجه به ابعاد مدل، تکه یونولیتی را انتخاب کنیدکه کمترین دور ریز را داشته باشد.

۴ با استفاده از ابزار اندازه‌گیری و انتقال خط (کولیس، خط‌کش، شابلون، پرگار، خودکار)، اقدام به اندازه‌گیری وکشیدن 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.

فعالیت۴

مراحل زیر را تا برش نهایی اجزای شابلون مدل یونولیتی، مطابق با نقشه مدل‌سازی شکل۲ فعالیت ۲، انجام دهید:

۱ با همفکری و مشورت با هنرآموز خود برای تقسیم‌کردن نقشه مدل‌سازی به بخش‌هایی که امکان تولید آن با یونولیت و دستگاه‌های برش وجود دارد، اقدام نمایید.

۲ هر بخش مشخص شده را شماره‌بندی نموده و با توجه به ابعاد هر جزء، نقشه آنها را روی تخته سه‌لایی مناسب رسم نمایید.

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

۴ شابلون‌های ساخته شده را جهت کنترل اندازه و شکل به همراه نقشه مدل‌سازی تحویل هنرآموز خود دهید.

هشدار

برای جلوگیری از اتصال نادرست بخش‌های 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.

۳ـ برش‌کاری پلاستوفوم‌ها: برش‌کاری 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.

ازاین 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)

۱ـ کاتر (تیزبر) و سنباده یا سوهان: راحت‌ترین و ارزان‌ترین راه برش و فرم دادن یونولیت استفاده از کاتر و سنباده است. به‌طوری 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

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

نکات ایمنی

۱ در هنگام استفاده از کاتر حتماً به‌اندازه 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

۱ـ حذف زائده‌های کوچک ۲ـ کم کردن‌اندازه‌های بیرونی و افزایش اندازه‌های درونی درحد لایه‌برداری
۳ـ حذف سوختگی‌های ناشی از هویه وسیم داغ ۴ـ ترمیم قوس گوشه‌ها

نکته

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

شکل ۱۰

نکته

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 ازاین حالت کافیست تیغ کاتر را به مدت ۵ الی ۱۰ ثانیه با شعله شمع گرم کنیم. دقت کنید که‌این کار باعث داغی بیش از حد کاتر نشود.

شکل ۱۱

۲ـ 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 به‌جای می‌گذارد، این ماده مورد علاقه مدل‌سازان و ریخته‌گران برای تولید مدل‌های ذوب شونده گشته است. آنها با استفاده ازاین خاصیت فوم اقدام به تغییر فرم و شکل‌دهی فوم و ساخت مدل با کمترین خطا و دورریز کرده‌اند که منجربه 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 هویه‌کاری 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 وشیارها

۲ قوس دادن گوشه‌ها

۳ چسباندن اجزای سیستم راهگاهی ازجنس موم یا برخی از فوم‌ها

۴ نوشتن برخی از علائم یا حروف بر روی مدل نهایی

نکات ایمنی

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 برروی سطحی غیر از پایهٔ 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 زخمی‌شدن 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 به‌جای 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 به‌صورت 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 به‌جز 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

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

نکات ایمنی

۱ از لمس‌کردن سیم درهنگام روشن بودن خودداری کنید.

۲ همواره قبل از برش نهایی میزان سفتی سیم در فک‌ها و حرارت آن را به‌وسیله 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 برش‌کاری، برای داشتن یک برش بدون عیب، از اهمیت بالایی برخوردار است، لذا سرعت پیشروی (برش) را به‌گونه‌ای تنظیم کنید که فشار زیادی به سیم وارد نشود.

۵ درصورت بریده شدن سیم از برخورد سیم بریده شده با دست پرهیزکرده 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.

سیم داغ متحرک (انبری یا کمانی): از این وسیله تقریباً در ساخت تمامی‌مدل‌ها (پیچیده، کوچک، بزرگ) استفاده می‌شود. به کمک‌این 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.

شکل ۱۵

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.

فعالیت۵

با رعایت کلیه مواردایمنی وارد کارگاه شده و در قالب گروه‌های‌کاری خود، مراحل زیر را به‌ترتیب و باتوجه به توصیه‌های هنرآموز محترم انجام دهید.

۱ قطعات الگو از فعالیت۳ را تحویل گرفته و پس از بررسی صحت اندازه‌ها و رفع عیوب احتمالی بر روی سطح میز کار خود قرار دهید.

۲ با رعایت نکات‌ایمنی ذکر شده، از خط‌کش 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 برش‌کاری 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 بحث‌وگفت‌وگو 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 نظرشما چه عواملی می‌تواند باعث افزایش یا کاهش دقت در برش‌کاری شود؟

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

همان‌طورکه درخصوص مدل‌سازی تاکنون آموختید پس از الگوزنی روی یونولیت، دومین مرحله در مسیر ساخت یک مدل سالم و بی‌عیب برش‌کاری الگوی زده شده می‌باشد. انتخاب ابزار برش مناسب از مواردی بوده، که می‌تواند نقش بسیار مهمی‌در دقت، سلامت و صحت یک برش داشته باشد، لذا شناخت دامنه فعالیت هر وسیله وکارهایی که می‌توان با هرکدام از آنها انجام داد (البته بادرنظرگرفتن جنس، ضخامت، دقت وشکل مدل) از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

تحقیق کنید

با استفاده از مطالب‌این کتاب و مهارتی که تاکنون کسب نمودید و همین‌طور جست‌وجو دراینترنت، 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

فعالیت ۶

با رعایت کلیه مواردایمنی وارد کارگاه شده و در قالب گروه‌های‌کاری خود، مراحل زیر را به‌ترتیب و باتوجه به توصیه‌های هنرآموز محترم انجام دهید.

۱ ابعاد و مشخصات شابلون‌های تهیه شده از نقشه مدل‌سازی شماره۲ 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 برروی 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 برش‌کاری نمایید.

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

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

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

بحث‌ونتیجه‌گیری:

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

هشدار

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

بیشتر بدانید

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 مستقیمی‌به 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

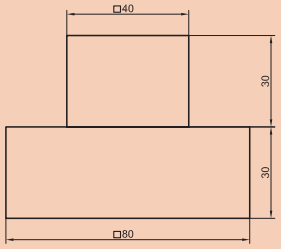
زد، می‌توان تکه‌های آنها را به یکدیگر متصل کرد، و از آنجایی که در ساخت مدل‌های یونولیتی در نظر داشتن مؤلفه‌هایی نظیر، سطح جدایش و جهت خروج مدل از قالب مطرح نمی‌باشد، لذا مدل‌سازی و ساخت احجام پیچیده با آنها بسیارساده و آسان بوده و با به دست آوردن مهارت نه چندان زیاد می‌توان مدل‌های کم عیبی تولید نمود.

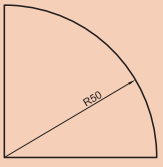
در زیر تعدادی از مدل‌هایی که طراحی و ساخته شده‌اند نشان داده شده است.

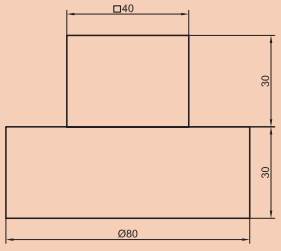
شکل ۱۷

فعالیت۷

نقشه‌های مکانیکی قطعات آلومینیومی زیر را به نقشه مدل‌سازی تبدیل نموده و باتوجه به اندازه‌گذاری صورت گرفته با همان ابعاد آنها را به اجزای قابل ساخت با یونولیت تبدیل کنید و هر جزء را با ذکر تعداد درجدول صفحه بعد رسم نمایید.







توجه

تمامی سطوح اضافه تراش دارد.

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

فعالیت ۸

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

۱ بارعایت کلیه نکات‌ایمنی وارد کارگاه شوید.

۲ براساس جدول به‌دست آمده از فعالیت۶، اقدام به انتقال نقشه هر جزء بر روی شابلون مناسب خود نمایید.

۳ توسط اره‌مویی 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 نکات‌ایمنی که در فعالیت قبل انجام دادید اقدام به روشن نمودن دستگاه سیم داغ کرده و برش‌کاری هر جزء را انجام دهید.

۷ قطعه کارهای تولیدی را براساس نقشه مدل‌سازی کنترل کیفی، علامت‌گذاری کرده و به‌منظور کسب امتیاز به هنرآموز خود تحویل دهید.

نکته

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

هشدار

در نظر داشته باشید که در اثر برش باسیم داغ، (با فرض ماهر بودن برش‌کار)، 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 برش‌کاری اهمیت دارد.

۴ـ مونتاژ مدل: چهارمین مرحله در ساخت یک مدل فومی‌مونتاژ اجزای مدل یا سیستم راهگاهی آن می‌باشد، در صورتی که نکات ذکر شده در مراحل و فعالیت‌های قبل، نظیر دقت درترسیم نقشه مدل‌سازی و رسم الگو، دقت در انتخاب ابزار برش مناسب و برش‌کاری 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 به‌کار رفته می‌باشد، لذا چسب‌ها یکی از ارکان مهم در ساخت مدل‌های فومی‌چند تکه می‌باشند.
چسب‌ها دارای انواع گوناگونی هستند که هریک برای دستیابی به هدفی خاص به‌کار 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، نحوهٔ قالب‌گیری و خارج‌سازی مدل از قالب، نیروهایی که در اثر وزن مدل یا نحوهٔ قالب‌گیری یا حمل و نقل کردن مدل به محل اتصال وارد می‌شوند و در نهایت مقرون به صرفه بودن آن چسب، دقت نمود.

نکته

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

چسب‌هایی که امروزه درکارگاه‌های مدل‌سازی مورد استفاده قرارمی‌گیرند، می‌توان براساس اولویت به شکل زیر معرفی نمود:

۱ چسب چوب
۲ چسب فوم (یونولیت)
۳ چسب قطره‌ای و چسب ۱ـ۲ـ۳

۱ـ چسب چوب

این چسب پایه طبیعی داشته و از مواد شیمیایی کمتری در آن استفاده شده است.این مسئله در مورد کسانی که به‌صورت طولانی با چسب‌ها در تماس هستند بسیار مهم است.چسب چوب به وسیله آب رقیق می‌شود و به همین دلیل‌این چسب در هنگام خشک شدن یا تبخیر (هنگام ریخته‌گری)، بخار سمی‌ایجاد 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 نسبتا 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).

۲ـ 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 فومی‌استفاده کنید. قدرت چسبندگی چسب فوم پایین است و مدت زمان خشک شدن آن نیز نسبتاً طولانی اما از چسب چوب کمتر است. ازاین نوع چسب نمی‌توان به‌صورت 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

۳ـ چسب قطره‌ای و چسب ۱ـ۲ـ۳

چسب قطره‌ای و۱ـ۲ـ۳ هر دو دارای پایه مشترک شیمیایی هستند،این چسب‌ها از لحاظ چسبندگی بسیار قوی هستند، از چسب‌های قطره‌ای و ۱ـ۲ـ۳ تقریباً می‌توان برای چسباندن هر قطعه‌ای با هر جنسی، استفاده نمود. ویژگی‌این 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.

هشدار

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

شکل ۱۹

هشدار

بخار حاصل از خشک شدن چسب قطره‌ای و همچنین اسپری مورد استفاده در چسب ۱ـ۲ـ۳، 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.

هشدار

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

تحقیق کنید

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.

فعالیت ۹

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.

۲ با توجه به روش‌های استفاده از چسب‌چوب 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 چه‌ایراداتی را در مدل‌ها مشاهده کردید؟

۲ این عیوب (براساس تعداد تکرار در هر مدل)، به‌ترتیب مربوط به کدام مرحله از تولید بودند؟ (نقشهٔ 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 هیچ عنوان 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 به‌کارگاه ریخته‌گری روی مدل صورت می‌گیرد، تمام‌کاری ساخت مدل گفته می‌شود. از جمله مهم‌ترین فعالیت‌هایی که براساس نیاز، دراین بخش انجام می‌گیرد، می‌توان به حذف گوشه‌های تیز توسط قوس‌کاری یا اتصال راهگاه و تغذیه به مدل یا پوشش دادن مدل و در نهایت کنترل کیفی مدل، اشاره داشت.

۵ـ قوس‌کاری 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 ریختگی، اقدام به قوس‌دار کردن آنها می‌کنند، میزان قوس در نقشه مدل‌سازی محاسبه و تعیین می‌شود.

ـ حذف گوشه‌های تیز خارجی

برای قوس دار 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.

ـ 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، ازترکیبی با نسبت۴ قسمت بتونه پلاستیکی ساختمانی و ۱ قسمت چسب چوب (با توجه به بزرگ بودن شعاع قوس‌این نسبت تغییر می‌کند)، استفاده می‌شود. گاهاً 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 ازترکیب بتونه پلاستیک با چسب چوب، فرایند عملی ساده‌ای همانند بتونه‌کاری مدل‌های چوبی دارد، با این تفاوت که زمان خشک شدن بتونه دراین 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 به‌ایجاد قوس می‌نماییم زدگی‌های کنار قوس، در این روش را می‌توان توسط بتونه اصلاح نمود.

فعالیت ۱۰

تمامی‌مدل‌های یونولیتی را که تاکنون ساخته‌اید به همراه نقشه هرکدام در کنار خود قرار دهید و با رعایت نکات‌ایمنی مراحل زیر را روی آنها انجام دهید.

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

۲ از روشی مناسب برای‌ایجاد قوس استفاده کنید.

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

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

پارامترهای کنترل / وضعیت	دقت در نقشه مدل‌سازی	کیفیت سطح در برش‌کاری	دقت در مونتاژ و چسب‌کاری	صحت قوس‌های اعمالی	صحت کلی شکل و ابعاد مدل براساس نقشه	قدرت پاسخ‌گویی به پرسش‌ها
بسیار خوب						
قابل قبول						
ضعیف						
نظر مربی						

فعالیت‌نهایی

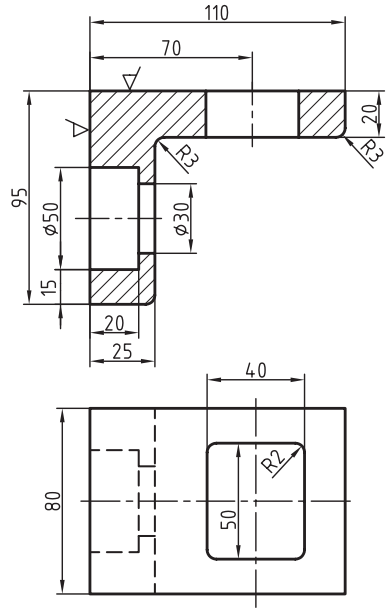
مطابق با نقشه مکانیکی داده شده و اطلاعات موجود اقدام به کشیدن نقشه مدل‌سازی و ساخت مدل یونولیتی مطابق نقشه‌ترسیمی‌نمایید.

از نقشه مکانیکی قطعه‌ای که در فصل بعد قرار است به مدل صفحه‌ای تبدیل گردد، استفاده شود.

نقشه کار: ساخت مدل فومی
تبدیل نقشه مکانیکی قطعه مقابل را انجام داده و ساخت مدل فومی را انجام دهید. جنس قطعه آلومینیوم ـ 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 مدل‌سازی با روشنایی مناسب
مواد مصرفی: فوم ـ چسب ـ کاغذ ـ پوشان ـ سنباده
ابزار و تجهیزات: سیم برش فوم ـ اره ـ کولیس ـ خط‌کش ـ ماشین‌گندگی و سوهان



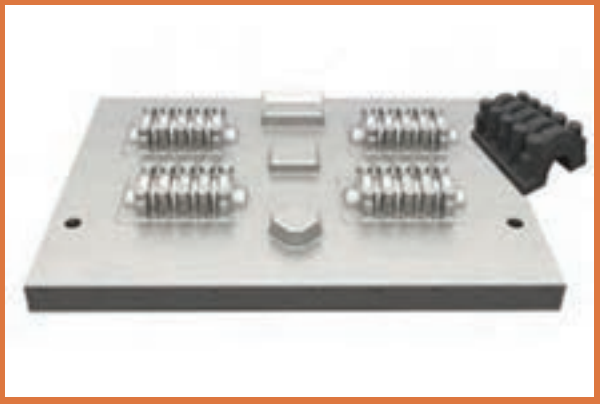
معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تبدیل نقشه مکانیکی به مدل‌سازی	۲	
۲	ترسیم نقشه مدل	۱	
۳	برش‌کاری فوم	۱	
۴	مونتاژ فوم	۲	
۵	قوس‌کاری و کنترل کیفی مدل	۲	
	شایستگی‌های غیر فنی ، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ـ استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش، عینک و... ۳ـ تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه و تفکیک ضایعات فوم از زباله‌های دیگر ۴ـ رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات *		

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

پودمان ۳

ساخت مدل فلزی



واحد یادگیری

ساخت مدل فلزی

مقدمه

یکی از انواع مدل‌های مورد استفاده از قالب‌گیری مدل فلزی است.
در این واحد یادگیری در نظر گرفتن انقباض مضاعف در مدل چوبی با توجه به جنس مدل فلزی، ابزار، مواد اولیه و تجهیزات و روش‌های قالب‌گیری و ریخته‌گری، روش‌های انجام خشن‌کاری، پلیسه‌گیری، پرداخت‌کاری، نصب مدل روی صفحه با روش مناسب و تعبیه راهنمای مورد نیاز در ابعاد مناسب روی صفحه و کنترل کیفی مدل از لحاظ ابعاد، شکل ظاهری و... توضیح داده می‌شود.

استاندارد عملکرد

با استفاده از نقشه مکانیکی و مواد اولیه لازم و ابزارآلات، مدل میانی، چوبی یا فومی و مدل نهایی فلزی براساس استانداردهای مرتبط ساخته می‌شود.

پیش‌نیاز

ساخت مدل چوبی

ساخت مدل فلزی

به‌منظور افزایش طول عمر مدل،دقت ابعادی بیشتر، افزایش مقاومت مدل در مقابل عوامل مکانیکی، شیمیایی، عدم جذب رطوبت، استحکام و دوام بالاتر در مقابل سایش و استفاده‌های مکرر از مدل‌های فلزی استفاده می‌شود. همچنین مدل‌های مورد استفاده در قالب‌گیری‌هات باکس (ساخت مدل صفحه‌ای) از جنس فلز هستند. معمولاً این مدل‌ها از جنس آلیاژهای آلومینیوم، چدن خاکستری، فولاد، منیزیم و مس ساخته می‌شوند و غالباً برای تولید قطعات به تعداد زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مدل‌ها به‌طور مستقیم از طریق ماشین‌کاری بلوک‌های فلزی تهیه می‌شوند و یا با استفاده از مدل‌های چوبی (مدل اولیه یا مادر) ریخته‌گری می‌شوند.

مدل‌سازی به روش ماشین‌کاری همانند مدل‌سازی چوبی بر اساس نقشهٔ مدل‌سازی انجام گرفته که می‌توان مدل آن را یک‌پارچه و یا از طریق مونتاژ اجزا تولید نمود. مونتاژ می‌تواند از طریق پیچ و مهره، پرچ‌کاری و یا جوش‌کاری انجام گیرد. شکل زیر روش اتصال در این فرایندها را نشان می‌دهد.

شکل ۱ــ روش مونتاژ به طریق پیچ و مهره، پرچ‌کاری و جوش‌کاری

مدل‌های فلزی که به روش ریخته‌گری با استفاده از مدل‌های چوبی یا فومی تولید می‌شوند را مدل‌های ثانویه و مدل‌های چوبی یا فومی که به‌منظور ساخت مدل فلزی طراحی و ساخته می‌شوند را مدل اولیه می‌گویند. روش تولید مدل ثانویه، کاملاً مشابه با ریخته‌گری یک قطعه فلزی با استفاده از مدل‌های چوبی یا فومی در قالب‌های ماسه‌ای (ماسه‌تر یا CO_2) به روش دستی یا ماشینی بوده که مراحل ساخت آن شامل قالب‌گیری، ذوب فلز موردنظر، ریخته‌گری، تخلیه قالب، جداسازی سیستم راهگاه و تغذیه، حذف پلیسه‌ها و لبه‌ها و افزایش کیفیت سطح (حذف زائده‌های سطحی نظیر فرورفتگی‌ها و یا برآمدگی‌ها) توسط جوش‌کاری، سنگ‌زنی و بتونه‌کاری و نهایتاً پوشش رنگ و یا بدون رنگ می‌باشد.

پرسش

با جست‌وجو در اینترنت در مورد سؤالات زیر تحقیق کنید و نتایج حاصل را در کلاس ارائه دهید.

- آیا می‌توان با همان مدل (چوبی یا فومی) که قطعات ریخته‌گری را تولید می‌کنند، اقدام به ساخت مدل فلزی برای تولید انبوه همان قطعه نمود؟ چه مشکلی وجود دارد؟
- چرا به مدل‌های چوبی یا فومی که برای ساخت مدل فلزی طراحی و تولید شده‌اند، مدل اولیه گفته می‌شود؟
- آیا می‌توان با داشتن یک مدل اولیه، قطعه نهایی را تولید کرد؟ چرا؟

اصولاً هرگونه تغییرات دمایی در حالت جامد و مایع عناصر باعث به‌وجود آمدن تغییرات حجم در آنها می‌شود. در اکثر مواقع افزایش دما باعث انبساط و کاهش آن منجر به انقباض عناصر از جمله فلزات می‌شود. متخصصان

متالورژی در شاخه انجماد فلزات، با بررسی رفتار انقباضی فلزات و آلیاژهای مختلف در حین انجماد توانسته‌اند که این انقباضات را به سه دسته تقسیم نمایند. دسته سوم این تقسیم‌بندی که انقباض حالت جامد نام دارد مربوط به انقباض فلز پس از انجماد آخرین قطره مذاب آن، تا دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) است. با توجه به تحقیقات صورت گرفته، دانشمندان میزان انقباض حالت جامد را برای فلزات و آلیاژهای مختلف محاسبه و تعیین نموده و در قالب جداول و نمودارهای چاپ شده آنها را در اختیار صنعتگران قرار داده‌اند. به‌منظور جبران این نقیصه ذاتی فلزات، طراحان و مدل‌سازان با دانستن نوع آلیاژ قطعه‌ای که قصد ساختن مدل برای آن را دارند و اطلاعات این جداول، ابعاد نقشه مدل‌سازی خود را متناسب با درصد انقباض قطعه بزرگ‌تر در نظر گرفته تا پس از انجماد و سرد شدن، ابعاد قطعه به اندازه اسمی‌خود برسد. این میزان افزایش ابعاد را مدل‌سازان اضافه مجاز انقباضی می‌نامند. چنانچه هدف نهایی ازترسیم نقشه مدل‌سازی ساخت مدل اولیه (چوب یا فومی) برای تولید مدل فلزی (مدل ثانویه) باشد، طراحان از واژه انقباض مضاعف براساس درصد انقباض مدل ثانویه و قطعه نهایی در کار خود استفاده می‌کنند، به این صورت که ابعاد نقشه مدل‌سازی خود را به نسبت میزان انقباض آلیاژ مدل و آلیاژ قطعه بزرگ‌تر در نظر می‌گیرند. به این منظور می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$LM = \frac{LG \times (Sm+SG)}{۱۰۰} \times LG$$

اندازه قطعه روی نقشه مکانیکی = LG، اندازه مدل چوبی یا فومی= LM، درصد انقباض مدل ثانویه = SM، درصد انقباض قطعه ریخته‌گری = SG

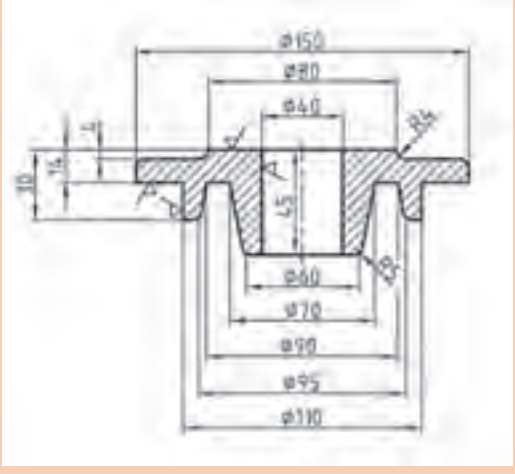
پرسش

انواع انقباضات فلز از لحظه ریخته‌گری تا دمای محیط را نام برده و شرایط هرکدام را مختصراً توضیح دهید. چه عواملی باعث می‌شود در کارخانه‌های تولیدی (قطعه‌سازی)، مدل‌های فلزی از محبوبیت بالایی برخوردار باشند؟

تمرین

۱ چنانچه بخواهیم نقشه مکانیکی روبه‌رو را به یک نقشه مدل‌سازی با هدف نهایی ساخت مدل ثانویه فلزی آلومینیوم برای ریخته‌گری و تولید قطعه فولادی، تبدیل نموده وترسیم نماییم، چه اقداماتی انجام می‌دهیم؟ موارد لازم را تک به تک نام برده و اقدام به تبدیل اندازه‌ها نمایید.

۲ مراحل ساخت یک مدل چوبی و یک مدل فومی (برای نقشه‌ترسیم شده از فعالیت قبل) را به‌طور کامل مشخص کرده و به‌ترتیب نام ببرید.
(سوراخ‌هایی با قطر حدود ۴۰mm را می‌توان توسط مته در مدل اعمال نمود)، (نوع شیب اضافی)



شکل ۲

فعالیت

با توجه به ابعاد مدلی که دربخش مدل‌سازی چوبی، فعالیت ۶، ساخته‌اید به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۱ اگر این مدل جهت تولید قطعه ریخته‌گری برنزی ساخته شده باشد، قطرها در قطعه نهایی چه اندازه خواهند بود؟

۲ اگر این مدل یک مدل اولیه برای ساخت مدل فلزی آلومینیومی جهت تولید ۴۰۰ عدد قطعه برنزی باشد، ابعاد نهایی قطعه برنزی تولید شده چه اندازه خواهند بود؟

۳ مدل فومی ساخته شده در فصل قبل فعالیت۷ را می‌خواهیم به عنوان مدل اولیه جهت ساخت مدل آلومینیومی برای ریخته‌گری چدن خاکستری به‌کار ببریم. به نظر شما تغییراتی در ابعاد و شکل آن باید ایجاد نمود؟ (با بررسی ابعاد مدل و نقشه، درصورت مثبت یا منفی بودن پاسخ خود را توضیح دهید.)

شکل ۳

توجه

برای انجام این دو فعالیت لازم است از تمامی وسایل اندازه‌گیری و انتقال ابعاد که تاکنون شناخته‌اید و همین‌طور محاسبات مربوطه استفاده نمایید.

قالب یکی از ارکان اصلی فرایند تولید ریخته‌گری بوده تاجایی که می‌توان روش‌های ریخته‌گری را بر حسب نوع قالب تقسیم‌بندی نمود، در این تقسیم‌بندی ریخته‌گری به دو دسته ریخته‌گری در قالب‌های موقت و ریخته‌گری در قالب‌های دائم تبدیل شده است.

قالب‌های موقت یا مصرفی به قالب‌هایی گفته می‌شود که فقط برای یک بار ریخته‌گری استفاده شده و پس از هر بار ریخته‌گری به‌منظور خارج کردن قطعه از آن باید تخریب گردد.

از جمله فوق می‌توان نتیجه گرفت موادی که به عنوان مواد قالب‌گیری استفاده می‌شوند باید خصوصیات ویژه‌ای داشته باشند، از آنجایی‌که این مواد باید شکل مدل را به خود گرفته و محفظه قالب را ایجاد نمایند، لازم است از شکل‌پذیری خوبی برخوردار باشند و در عین شکل‌پذیری از استحکام و دیرگدازی بالایی برخوردار بوده و قابلیت تخریب خوبی هم داشته باشند و در این میان انقباض و انبساط کم، عدم واکنش با مذاب و قابلیت استفاده مجدد از دیگر خصوصیات مواد قالب‌گیری بوده که می‌توان از تعریف قالب‌های موقت برداشت نمود.

موادی که خصوصیات فوق را دارند و معمولاً از آنها برای قالب‌گیری استفاده می‌شود به‌ترتیب اولویت عبارت‌اند از: ۱ـ انواع ماسه‌ها (سیلیسی، زیرکنی، اولیوینی، کرومیتی، شاموتی)، ۲ـ سرامیک‌ها (استفاده به‌صورت دوغابی)، ۳ـ گچ و سیمان نسوز.

ماسه‌ها که از دیرگدازی بالایی برخوردار هستند، برای برخوردار شدن از دیگر خصوصیات یک ماده مناسب جهت قالب‌گیری باید آنها را به‌صورت ترکیبی مناسب با چند جزء دیگر مورد استفاده قرار داد. این اجزا به دو گروه تقسیم می‌شوند: اجزای اصلی و افزودنی‌های مجاز، شامل پودر زغال (پودر گرافیت)، چسب، خاک اره، آرد حبوبات، قطران زغال سنگ، آب.

جدول زیر را کامل کنید.

نام	جزء (اصلی / افزودنی)	دلیل افزوده شدن
خاک اره	افزودنی مجاز	افزایش نفوذپذیری گاز، افزایش قابلیت تخریب بعد از ریختگی
پودر گرافیت		
چسب		
آرد حبوبات		
قطران زغال‌سنگ		
آب		

قالب‌های ماسه‌ای

با توجه به نوع ماسه و فرایند شکل‌پذیری یا سخت شدن قالب می‌توان روش‌های قالب‌گیری در ماسه را به‌صورت زیر تفکیک نمود. قالب‌گیری در ماسه‌تر، قالب‌گیری به روش CO_2، قالب‌گیری به روش‌هات باکس، قالب‌گیری پوسته‌ای با پشت‌بند ماسه.

تحقیق کنید

به‌صورت گروهی موارد مصرفی و مراحل تولید قالب به روش (هات‌باکس و پوسته‌ای با پشت‌بند ماسه) را به‌صورت گزارش تهیه و در کلاس ارائه کنید.

قالب‌گیری در ماسه تر: آسان‌ترین، در دسترس‌ترین، کم هزینه‌ترین و سریع‌ترین روش در بین روش‌های قالب‌گیری ماسه‌ای، روش قالب‌گیری در ماسه تر می‌باشد. ریخته‌گران همواره مایلند از این روش برای تولید قطعات ظریف و فلزات انعطاف‌پذیر استفاده کنند چرا که قابلیت از هم‌پاشیدگی بسیار بالای این روش بعد از ریخته‌گری کمترین آسیب را به این دسته از قطعات وارد می‌کند. در اجزای این ماسه آب به عنوان جزء فعال‌ساز چسب به حساب آمده که پس از تمام شدن فرایند قالب‌گیری باید اقدام به حذف آب و خشک کردن قالب نمایند. خشک نشدن کامل ماسه در زمان کوتاه برای این روش یک محدودیت به شمار می‌آید. از دیگر محدودیت‌های این روش، عدم استفاده از آن برای قالب‌گیری مدل‌های فومی یا مومی می‌باشد چرا که عمل کوبش که به‌منظور متراکم ساختن ماسه در این روش انجام می‌گیرد می‌تواند منجر به تغییر شکل و شکستگی در مدل‌های فومی یا مومی شود.

قالب‌گیری به روش CO_2: در این روش از چسبی حساس به گاز CO_2 به نام سیلیکات سدیم که از ترکیبات قلیایی سیلیس می‌باشد استفاده می‌شود. این چسب به‌صورت مایعی نسبتاً غلیظ و بی‌رنگ بوده که همین خصوصیات

فیزیکی باعث شده در بازار آن را به نام آب شیشه بشناسند. به‌طور معمول ترکیب مواد قالب‌گیری در این روش از دو جزء ماسه سیلیسی به همراه چسب سیلیکات سدیم می‌باشد، این مخلوط از استحکام مناسبی برخوردار نبوده، اما پس از خودگیری در اثر جذب گاز CO_2، بسیار سخت شده تا جایی که در برخی از موارد، خارج کردن قطعه ریختگی از قالب را دچار مشکل می‌کند. از آنجایی که در این روش کوبش ماسه نقشی در افزایش استحکام مفید قالب ندارد لذا کوبیدن یا متراکم ساختن ماسه در اطراف مدل در حدی انجام می‌گیرد که تمامی‌سطوح مدل و ضمائم آن توسط ماسه پوشیده شده باشد. از این رو ریخته‌گران برای ریخته‌گری مدل‌های ذوب شونده با اندازه‌های متوسط تا بزرگ، تمایل دارند که این روش را جایگزین روش ریخته‌گری در قالب تر نمایند.

ابزار و تجهیزات اختصاصی قالب‌گیری به روش CO_2

۱ **ماسه:** از آنجایی که ماسه‌های طبیعی به همراه خود مقداری خاک رس (چسب) دارند، پیشنهاد می‌شود که از ماسه مصنوعی که عاری از چسب است، استفاده گردد.

۲ **چسب سیلیکات سدیم (آب شیشه):** این چسب در بشکه‌های ۴ لیتری تا ۲۰۰ لیتری در بازار با همین نام‌ها یافت می‌شود.

۳ **میکسر:** به‌منظور مخلوط کردن ماسه با چسب از آن استفاده می‌شود.

۴ **ظرف دردار جهت نگهداری ماسه اضافی:** چسب موجود در مخلوط ماسه قالب‌گیری در اثر تماس با اتمسفر کارگاه به آرامی گاز CO_2 موجود در هوا را جذب کرده و سخت می‌شود، از این رو لازم است به‌منظور جلوگیری از سخت شدن و از بین رفتن ماسه اضافی پارچه خیسی روی آن قرار داده و در ظرف را ببندیم.

۵ **کپسول گاز CO_2 به همراه نازل تفنگی:** به‌منظور تسریع فرایند خودگیری چسب سیلیکات سدیم از گاز خالص CO_2 استفاده می‌شود.

مراحل قالب‌گیری یک مدل فومی در ماسه با چسب سیلیکات سدیم، به‌ترتیب قرار زیر می‌باشد.

۱ **آماده سازی ماسه:** ماسه را وارد میکسر کرده و به آرامی‌به آن چسب می‌افزاییم. میزان چسب باید به گونه‌ای باشد که اطراف هر ذره ماسه را لایه نازکی چسب پوشش دهد.

۲ **ریختن ماسه در درجه:** ماسه را روی مدل و سیستم راهگاهی که درون درجه و بر روی زیر درجه‌ای قرار گرفته‌اند، ریخته و با دست یا کوبه به آرامی آن را اطراف مدل و اجزای سیستم راهگاهی متراکم می‌کنیم.
(استفاده از دستکش الزامی می‌باشد، در صورت آغشته شدن دست به چسب می‌توان آن را با آب گرم پاک نمود.)

۳ **گازدهی اولیه:** سطح زیرین درجه را با خط‌کش صاف کرده و با ایجاد چند سوراخ توسط نازل گاز به آرامی گازدهی می‌کنیم.

۴ **گازدهی نهایی:** لنگه زیرین را با احتیاط برگردانده و با فاصله اقدام به دمیدن آهسته گاز روی سطح آن نموده و این کار را تا به‌دست آمدن سختی نهایی ادامه می‌دهیم.

۵ **قالب‌گیری لنگه بالا:** پس از استفاده از پودر جدایش در سطح، لنگه بالا و لوله راهگاه را در محل خود قرار داده سپس مطابق مرحله ۳ اقدام به گازدهی می‌کنیم.

۶ **تعبیه حوضچه بالا و زدن سیخ هواکش:** در مدل‌های فومی می‌توان لوله راهگاه را نیز از جنس فوم انتخاب نمود. در غیر این صورت همانند قالب ماسه‌ای‌تر حوضچه بالا و سیخ هواکش را اعمال می‌نماییم.

۷ **باز کردن درجه و تخلیه مدل:** پس از باز کردن درجه لازم است با میله داغ (ابزار فلزی)، مدل و سیستم راهگاه فومی را از قالب خارج سازیم .
(خارج نساختن مدل از قالب می‌تواند مشکلاتی نظیر افزایش فشار گاز در قالب و چسبیدن بقایای حاصل از سوختن فوم به سطح قالب را به‌وجود آورد.)

پرسش

افزایش فشار گاز در قالب و چسبیدن بقایای حاصل از سوختن فوم به سطح قالب می‌تواند چه مشکلاتی یا معایبی را در قطعه ریخته‌گری شده به‌وجود آورد؟

ریخته‌گری سریع‌ترین و غالباً اقتصادی‌ترین روش تولید یک قطعه باترکیب شیمیایی مورد نظر می‌باشد، ریخته‌گری فلزات به‌طور ساده عبارت است از ایجاد شکل مطلوب با ریختن فلز مذاب در محفظهٔ قالب به‌طوری‌که مذاب شکل تعبیه شده در قالب را به خود گرفته و پس از منجمد شدن به همان شکل باقی بماند. برای ذوب کردن فلزات از کوره‌های مختلفی استفاده می‌شود که همه آنها از طریق تبدیل کردن شکلی از انرژی به انرژی حرارتی باعث بالا رفتن دمای شارژ (فلز جامد) و تبدیل به مذاب فلز مورد نظر می‌شوند. در این میان ریخته‌گران با اضافه کردن عناصر مختلف اقدام به ساخت آلیاژ با خواص شیمیایی، فیزیکی، مکانیکی و متالورژیکی مختلف نموده و با ریخته‌گری آن در قالب، قطعه‌ای با خواص کاملاً متفاوت از ماده شارژ اولیه به‌وجود می‌آورند.

ریخته‌گری فلزات را می‌توان باتوجه به تعداد دفعات بار ریزی(ریخته‌گری مداوم و ریخته‌گری تک باری)، شکل محصول نهایی(شمش‌ریزی و شکل‌ریزی)، نوع قالب (ریخته‌گری در قالب دائم و موقت)، نحوه پرکردن قالب (ریخته‌گری ثقلی، گریز از مرکز و تحت فشار)، تقسیم‌بندی نمود.

اصول مدل‌سازی توسط ریخته‌گری

مدل‌سازان از قدرت و توانایی روش تولید ریخته‌گری استفاده کرده و به‌منظور تکثیر مدل و افزایش عمر و دوام مدل‌های خود در مواردی که تعداد قطعات سفارش داده شده بالا باشد مدل‌های چوبی، پلاستیکی و فومی ساخته‌شده را به مدل فلزی تبدیل می‌کنند. آنها با تغییر در نحوه قالب‌گیری و محاسبات دقیق سیستم راهگاهی و تغذیه توانسته‌اند تکنیک‌های متنوعی را جهت افزایش دقت و سرعت عمل قالب‌گیری با مدل‌های فلزی ابداع نمایند.

از جمله این روش‌ها می‌توان به ایده ساخت مدل‌های صفحه‌ای اشاره داشت، در این روش، مدل به همراه صفحه‌ای که سیستم راهگاهی و تغذیه مناسب و استاندارد روی آن مونتاژ شده است به‌کار برده می‌شود، با توجه به شکل قطعه نهایی این صفحات که وظیفه صفحه زیر درجه را انجام می‌دهند می‌توانند یک رو مدل یا دو رو مدل باشند.

پرسش

در یک کار گروهی در مورد زیر شاخه‌های تقسیم‌بندی انواع روش‌های ریخته‌گری، تحقیق نموده و در خصوص هر مورد توضیح مختصری را ارائه نمایید.

نحوه روشن کردن کوره زمینی و نکات ایمنی آن را بنویسید.

ابزار و تجهیزات مربوط به ذوب‌ریزی را نام برده وظیفه هرکدام را توضیح دهید.

فرق اساسی بین بوته و پاتیل در چیست؟

اطلاع داشتن از میزان دمای مذاب چه کمکی به ریخته‌گر می‌کند؟

ریختن مذاب با هر دمایی درون قالب چه تأثیری می‌تواند داشته باشد (تأثیر را در دو حالت بالا بودن دما و پایین بودن دما بررسی نمایید).

در کارگاه شما از چه ابزاری برای کنترل دما استفاده می‌شود؟

آیا می‌توان از رنگ مذاب آلومینیوم یا چدن، میزان دمای احتمالی آن را حدس زد؟ چگونه؟

مهم‌ترین نکات ایمنی و فنی در هنگام ریخته‌گری

۱ خیره شدن به مذاب بدون محافظ چشم یا صورت صحیح نمی‌باشد.

۲ خارج کردن بوته زمینی از کوره زمینی در صورت نداشتن لباس نسوز و کفش ایمنی با کفه نسوز توصیه نمی‌شود.

۳ محل استقرار بوته پس از خارج‌سازی از کوره و اطراف پاتیل در هنگام شارژ شدن با مذاب باید همواره با ماسه خشک ایمن‌سازی شده باشد.

۴ در صورت خیس بودن تجهیزات ذوب یا بارریزی مانند بوته، پاتیل، اطراف کوره و ... نباید کوره را به‌منظور تهیه مذاب روشن کرد.

۵ از قرار دادن بوته‌های خیس به‌منظور خشک شدن در کوره جداً خودداری شود.

۶ ابزارهایی که با مذاب تماس دارند لازم است خشک و عاری از آلودگی‌ها و اکسید باشد.

۷ سرعت مذاب‌ریزی باید متناسب با قطر لوله راهگاه بوده به‌گونه‌ای که همواره حوضچه بالا از مذاب پر باشد.

۸ همواره افرادی به عنوان کمک ذوب ریز باید مراقب افراد ذوب ریز بوده تا در صورت خستگی یا حادثه سریعاً کمچه ریخته‌گری را تحویل بگیرند.

۹ قبل از اقدام به ریخته‌گری، اطراف کوره و محل عبور ذوب ریزها به دقت بررسی کرده تا هیچ‌گونه وسیله یا ابزاری قرار نداشته باشد.

۱۰ در کارگاه ریخته‌گری این احتمال وجود دارد که هر وسیله‌ای داغ و سوزنده باشد.

پرسش

رعایت نکردن هر مورد از نکات فوق می‌تواند باعث بروز چه مشکلی گردد؟ (به‌صورت مورد ۱ تا ۱۰ توضیح دهید)

فعالیت

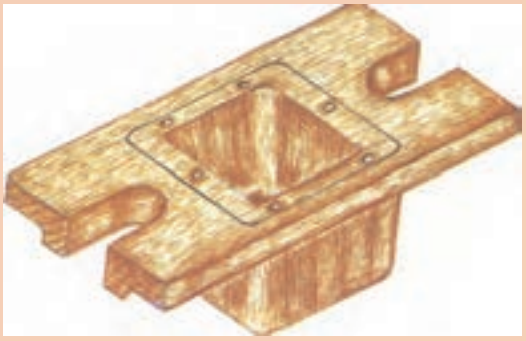
در کارگاه مدل‌سازی و ریخته‌گری برای هر فعالیت کاری یا اتفاق که در جدول زیر معرفی شده است از کدام ماده در دسترس استفاده می‌کنید؟ (با کشیدن خط موردهای مناسب را به هم وصل نمایید)

فعالیت‌کاری یا اتفاق	ماده در دسترس
آماده سازی ماسه	آب شیشه
سرویس و تمیز کردن دستگاه‌ها	کپسول گاز بوتان
رنگ‌کاری مدل	آب
روشن کردن کوره زمینی	تینر
قالب‌گیری با ماسه سیلیکات سدیم	بوته
آماده سازی ماسه CO_2	خاک اره
پاک کردن روغن ریخته شده روی زمین	کپسول گاز CO_2
مذاب ریخته شده در اطراف درجه وسطح زمین	روغن
خشک کردن درجه‌ها	پاتیل
ذوب کردن فلزات	گازوئیل
.....	ماسه خشک

فعالیت ۲

این فعالیت را به‌ترتیب مراحل زیر در کارگاه قالب‌گیری انجام دهید.

با رعایت کلیه نکات ایمنی و بهداشتی وارد کارگاه قالب‌گیری شده و مدل چوبی مطابق شکل روبه‌رو را که در بخش مدل‌سازی تولید نمودید را تحویل بگیرید.



شکل ۴

۱ میزان رطوبت و چسب در ماسه قالب‌گیری را بررسی نموده و در صورت مناسب بودن به اندازه مورد نیاز از آن الک نمایید.

۲ لنگه‌زیری درجه را بر روی صفحه زیر درجه برگردانده و مدل را به شکلی در آن قرار دهید که فضای کافی برای تعبیه اجزای سیستم راهگاهی در اطرافش وجود داشته باشد.

۳ درجه زیری را با ماسه پر کنید.

۴ در دو یا سه مرحله عمل کوبش ماسه و پرکردن دوباره را انجام داده تا دیگر در اثر کوبش سطح ماسه در درجه پایین نرود.

۵ با کارد تسمه، ماسه‌های اضافه روی سطح زیرین لنگه درجه را برداشته و سطح آن را صاف کنید، سپس آن را برگردانده و بر روی بخشی از میز که عاری از ماسه است قرار دهید.

۶ پس از خارج سازی ماسه‌های ریخته شده در محل ماهیچه طبیعی مدل، لنگه بالا را روی لنگه پایین قرار داده، لوله راهگاه را در محلی مناسب مستقر نموده، سطح قالب‌زیری را پودر جدایش زده و اقدام به پرکردن درجه‌رویی با ماسه نمایید.

(در هنگام پاشش پودر حتماً از ماسک استفاده کرده و سعی کنید کمترین میزان غبار را تولید نمایید.)

۷ کوبش را مطابق با حالت قبل، از اطراف درجه به طرف مرکز آن انجام داده و این کار را تا پرشدن درجه از ماسه متراکم شده ادامه دهید.

(دقت داشته باشید که میزان کوبش در لنگه بالا باید کمتر از لنگه پایین باشد)

۸ پس از حذف ماسه‌های اضافه روی سطح، اقدام به تعبیه حوضچه بالایی توسط ابزار قاشقی و خارج‌سازی لوله راهگاه نمایید، با استفاده از سیخ هواکش چند سوراخ با عمقی به ارتفاع لنگه بالا ایجاد کنید.

۹ با توجه به وجود ماهیچه طبیعی در قالب، لنگه فوقانی را به آرامی‌بلند کرده و در محلی مناسب قرار دهید.

۱۰ با راهنمایی هنرآموز خود و با استفاده از ابزار قاشقی و ابزار سرکج اقدام به تعبیه راهبار و راهباره در سطح جدایش لنگه‌زیری نمایید.

۱۱ توسط مدل درآور، مدل را به آرامی از درون ماسه قالب خارج نمایید.

۱۲ سطح میز و ابزار را تمیز کرده و مرتب نمایید، همچنین ماسه‌های به‌جا مانده به گود ماسه دان را برگردانید.

فعالیت ۳

با رعایت کلیه موارد ایمنی قالب آماده شده از فعالیت قبل را به‌منظور تولید قطعه مشابه به بخش ریخته‌گری برده و مراحل زیر را به‌ترتیب انجام دهید.

۱ دولنگه قالب را کنار هم روی سطح زمین قرار داده و بارعایت کلیه نکات ایمنی و تحت نظر هنرآموز اقدام به روشن نمودن مشعل و خشک کردن قالب نمایید.

(خشک کردن را درست تا لحظاتی قبل از ریخته‌گری ادامه دهید).

(دقت کنید که قالب را باید در چند مرحله توسط مشعل خشک نمایید. به این منظور می‌توانید به‌صورت ردیفی قالب‌ها را روی زمین چیده و به‌صورت رفت و برگشت آنها را خشک نمایید).

۲ دو لنگه قالب را با دقت جفت کرده و با چرخش آنها روی زمین حوضچه بارریز را به شکلی قرار دهید که ریخته‌گری در آن با تسلط بیشتری انجام گیرد.

۳ پس از آماده شدن مذاب و خارج‌سازی بوته یا ریختن مذاب در پاتیل و انجام عملیات کیفی مورد نیاز، با کمک هم گروهی خود کمچه ریخته‌گری را تا بالای اولین قالب حمل نمایید.

۴ با صاف نگه داشتن کمر خود، زانوها را خم کرده تا بوته یا پاتیل به ارتفاع مناسبی از لبه درجه قرار گیرد.

۵ با مایل کردن فرمان کمچه به طرف قالب بوته مذاب بر روی قالب خم شده و پس از خارج شدن مذاب از دهنه بوته حرکت دست خود را با سرعت پرشدن قالب تنظیم نمایید.

(در این مرحله لازم است یک نفر از روبه‌رو با ابزاری مثل شلاکه‌گیر ظرف مذاب را کنترل کرده تا از درون کمچه خارج نشود)

۶ هنگامی‌که سطح مذاب در حوضچه بالا دیگر فروکش نکرد نشان‌دهنده پر شدن قالب است. در این مرحله با برگرداندن کمچه ریخته‌گری را متوقف نمایید.

۷ روی زانوها بلند شده و به طرف قالب بعد حرکت نمایید، کلیه موارد مربوط به ریخته‌گری را برای دیگر قالب‌ها انجام دهید.

(در صورت خسته شدن حتماً بوته مذاب را بر روی بخشی از زمین کارگاه که توسط ماسه خشک پوشش داده شده قرار دهید و جای خود را با نفرات دیگر تعویض نمایید. هیچ‌گاه ایستاده عمل جابه‌جا کردن را انجام ندهید)

۸ با راهنمایی هنرآموز زمانی را برای به پایان رسیدن انجماد قطعه در نظر گرفته سپس با بردن درجه به داخل ماسه دان به آهستگی لنگه‌ها را باز کرده و اقدام به تخلیه و تمیز کردن درجه خود نمایید.

۹ درجه را پس از جفت کردن بر روی میز کار خود قرار دهید سپس توسط انبر و ابزار سر کج در ماسه‌دان قطعه خود را گرفته و ماسه‌های اضافه را از آن جدا نمایید.

(توجه داشته باشید که سیستم راهگاهی از قطعه جدا نشود)

۱۰ قطعه تمیزکاری شده را بر روی سطح میز کار خود در کنار درجه قرار دهید.

پرسش

- چرا قالب‌ها را باید در چند مرحله خشک کرد؟
- چرا بین آخرین مرحله خشک کردن و ریخته‌گری نباید فاصله زمانی زیادی باشد؟
- عملیات کیفی که درست قبل از ریخته‌گری، در بوته یا پاتیل روی مذاب صورت می‌گیرند کدام‌اند؟

فعالیت ۴

مدل فومی مشابه فعالیت قبل را تحویل گرفته و با رعایت کلیه موارد ایمنی و بهداشتی تحت نظارت هنرآموز و استادکار به‌ترتیب مراحل زیر قالب‌گیری نمایید.

۱ با تجهیزات کامل ایمنی (ماسک، دستکش، لباس کار، کفش ایمنی) وارد کارگاه قالب‌گیری شوید.

۲ دریچه تخلیه میکسر را بسته و با توجه به نیاز، مقداری ماسه خشک بدون چسب و افزودنی را درون میکسر ریخته و به آرامی به آن چسب اضافه نمایید تا مخلوطی همانند ماسه‌تر به‌دست آید.

۳ ظرفی مناسب را در زیر میکسر قرار داده و ماسه را در آن تخلیه نمایید.

۴ به‌وسیله سیم داغ و فوم، سیستم راهگاهی مناسبی به کمک هنرآموز و استادکار برای مدل مورد نظر با توجه به سایز و شکل درجه تهیه نمایید.

۵ مدل فومی را همانند آنچه که در فعالیت قبل انجام دادید روی صفحه زیر درجه گذاشته و اجزای سیستم راهگاه را جزءبه‌جزء در جای خود روی زیر درجه مستقر نمایید.

۶ با دست به همراه دستکش ماسه را اطراف مدل و سیستم راهگاه متراکم سازید.
(در هنگام متراکم‌سازی ماسه به اندازه‌ای نیرو وارد نمایید که باعث دفرمگی یا تخریب مدل نشود).

۷ ماسه‌های اضافی در سطح زیرین لنگه پایین را توسط کارد تسمه حذف کرده و ماسه‌های اضافه را به درون سطل ماسه برگردانده و در آن را ببندید.

۸ توسط نازل تفنگی به آرامی روی سطح را گازدهی نمایید تا سخت شود.

۹ لنگه پایین را به همراه زیر درجه برگردانده و پس از تخلیه ماسه ریخته شده در محل ماهیچه طبیعی، این بار عمل گازدهی را روی سطح جدایش تا سخت شدن کامل انجام دهید.

۱۰ لنگه بالا را بر روی لنگه پایین قرار داده و پودر جدایش اعمال کنید.

۱۱ از لوله فلزی یا میله مخروط ناقص فومی‌به عنوان لوله راهگاه استفاده کرده و مراحل قبل را مجدداً انجام دهید (اختلاف‌تراکم ماسه در لنگه بالا و پایین در این روش الزامی‌نیست).
(برای سخت شدن بهتر درجه به دلیل داشتن ماهیچه طبیعی لازم است پس از ایجاد حوضچه بالا توسط سیخ هواکش یا لوله خودکار سوراخ‌هایی را در سطح تا عمق ایجاد نموده و از آن طریق گازدهی نمایید.)

۱۲ دو لنگه را از هم جدا کرده و با استفاده از کمی حرارت (سیم داغ یا مشعل با فاصله) مدل و سیستم راهگاهی را از درون قالب تخلیه نمایید.

۱۳ سطح میز را تمیز کرده، ماسه‌های اضافه را درصورتی‌که هنوز سخت نشده‌اند، در ظرف سر بسته نگه دارید و ماسه‌های سخت شده را در ظرف دورریز مخصوصی، دور از دیگر ماسه‌ها در کارگاه بریزید.
(به‌دلیل نداشتن آب در ترکیبات این درجه‌ها نیاز به خشک کردن ندارند.)

پرسش

- دلیل تخلیه مدل از قالب چیست؟
- چرا باید مشعل را با فاصله از مدل نگه داشت؟

فعالیت ۵

با رعایت کلیه موارد ایمنی اقدام به آماده‌سازی مذاب نموده و همانند مراحل ذوب‌ریزی و تخلیه قالب در فعالیت ۴، ریخته‌گری در قالب CO_2 را زیر نظر هنرآموز خود انجام دهید.
(توجه داشته باشید هنگام تخلیه ماسه‌های تخلیه شده با ماسه‌های گود ماسه دان مخلوط نشوند. این ماسه‌ها باید در محل مشخص به‌منظور احیای دوباره در آینده نگهداری شوند)

پرسش

۱ تخلیه قالب CO_2 نسبت به قالب ماسه‌ای چه تفاوتی دارد؟
۲ چه مزیت‌هایی از قالب ماسه‌ای تر می‌شناسید که جزو معایب قالب CO_2 می‌باشد؟

فعالیت

- با روش‌هایی که تمرین آن را در بالا انجام دادید کلیه مدل‌های تولیدی چوبی و فومی را به‌منظور ساخت مدل فلزی قالب‌گیری و ریخته‌گری کرده و ارائه نمایید.
- تکمیل‌کاری یک مدل فلزی (ثانویه) تولید شده توسط مدل چوبی، چه تفاوتی با تکمیل‌کاری همین مدل تولید شده توسط مدل فومی دارد؟

نکته

از آنجایی که در ساخت مدل‌های ذوب شونده، شیب مدل (جهت خروج از قالب) اعمال نمی‌شود، لذا معمولاً چنانچه مدل فلزی را از طریق ریخته‌گری با استفاده از مدل‌های ذوب شونده تولید کنند، لازم است در کنار تکمیل‌کاری، شیب مجاز را نیز اعمال نمود.

- خشن‌کاری و پلیسه‌گیری مدل فلزی ریختگی مطابق فصل تکمیل‌کاری قطعات ریختگی انجام می‌شود.
- خشن‌کاری و پلیسه‌گیری مدل‌های فلزی ریختگی فعالیت‌های قبل را انجام دهید.

نکته

روش‌های پرداخت‌کاری و ابزار و تجهیزات مربوط به مدل فلزی ریختگی مانند فصل تکمیل‌کاری قطعات ریختگی است. انجام پرداخت‌کاری و ابزار و تجهیزات مربوط به مدل فلزی ریختگی و پر کردن حفره‌ها با بتونه مانند فصل تکمیل‌کاری قطعات ریختگی و تعمیر قطعات ریختگی انجام می‌شود.

- پرداخت‌کاری مدل‌های فلزی ریختگی فعالیت قبل را انجام دهید.

مدل صفحه‌ای

در سال ۱۸۲۷ میلادی شخصی به نام فرانکن فلد (Franken Feld) در آلمان از یک نوع مدل پلاستیکی از نوع رزینی یا مواد صمغی برای تولید درهای چدنی استفاده کرد، این مدل‌ها بعدها به مدل صفحه‌ای معروف شد. در مدل‌های صفحه‌ای مدل همراه صفحه بوده و از آنجاکه ریخته‌گری قطعه می‌تواند به روش دستی یا ماشینی (نیمه‌اتومات و یا تمام‌اتومات) در ماسه صورت گیرد، موجب سرعت در کار و قالب‌گیری آسان جهت تولید انبوه قطعات ریختگی می‌شود. در این مدل‌ها، صفحهٔ همراه مدل مشخص کنندهٔ خط جدایش و بنابراین ایجادکنندهٔ سطح جدایش دو لنگه درجه می‌باشد. در این مدل‌ها اکثر اجزای سیستم راهگاهی (شامل حوضچه پای راهگاه،

راهبار و راهباره) همیشه روی صفحه تعبیه می‌شود. ساخت و نصب سیستم‌های راهگاهی و تغذیه در روی مدل‌های صفحه‌ای، سرعت قالب‌گیری را زیاد و هزینه قطعه را پایین می‌آورد.

مزایای مدل‌های صفحه‌ای نسبت به مدل‌های دستی را می‌توان در موارد زیر ذکر کرد:

۱ مجتمع نمودن چندین مدل در روی یک صفحه (خصوصاً برای مدل‌های کوچک)

۲ تنظیم و نصب سیستم‌های راهگاهی و تغذیه روی مدل

۳ راحتی عمل در کار قالب‌گیری و ایجاد سطح جدایش غیر مسطح روی صفحه مدل (خصوصاً در مدل‌هایی با سطح جدایش غیر صاف)

۴ خرابی کمتر قطعات ریختگی (از سرخوردن و غیر یکنواخت کوبیدن قالب جلوگیری می‌شود)

۵ سرعت در قالب گیری و تولید انبوه قطعات ریختگی

۶ قابل استفاده در روش قالب‌گیری دستی و ماشینی

۷ دوام زیاد (چون عمل لق کردن و ضربه زدن با دست انجام نمی‌شود).

مدل‌های صفحه‌ای به دو روش زیر و دو شکل یک رو و دو رو طراحی و ساخته می‌شوند.

در نوع یک رو، مدل در یک طرف صفحه قرار می‌گیرد، در حالی‌که در نوع دو رو نصف مدل در یک طرف صفحه و نصف دیگر در طرف دیگر صفحه قرار دارد. در نوع دو صفحه‌ای دو قسمت مدل در دو صفحهٔ جداگانه قرار می‌گیرند و هر یک از این صفحه‌ها در درجهٔ جداگانه و به‌طور هم زمان قالب‌گیری می‌شوند. جنس این مدل‌ها ممکن است از چوب یا فلز باشد. این روش برای تولید انبوه و نیز قطعات نسبتاً بزرگ به‌کار می‌رود.

مدل‌های صفحه‌ای بر مبنای روش قالب‌گیری و بر مبنای چگونگی نصب مدل تقسیم‌بندی می‌شوند، که در ابتدا بر مبنای چگونگی نصب مدل روی صفحه و سپس بر مبنای روش قالب‌گیری هر کدام به‌ترتیب توضیح داده خواهند شد:

دسته‌بندی مدل‌های صفحه‌ای بر مبنای چگونگی نصب مدل روی صفحه:

مدل‌های مونتاژ شده روی صفحه: در این روش مدل‌ها را جداگانه تهیه می‌کنند و سپس روی سطح صفحه به‌وسیله پین، پیچ و یا چسب نصب می‌کنند.

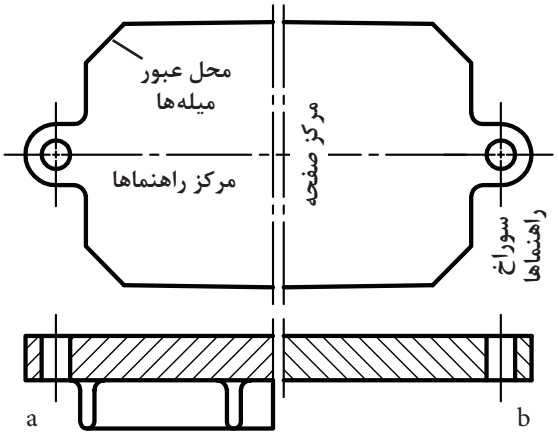
در این روش مدل‌ها باید دارای سطح جدایش یکنواخت (صاف) باشند.

مزایا:

- امکان تعویض مدل‌های تخریب شده و نصب مدل‌های جدید در روی صفحه
- تبدیل مدل‌های دستی به صفحه‌ای (نصب مدل‌های دستی بر روی صفحه)

فرم و ابعاد صفحه باید طوری در نظر گرفته شود که قابل استفاده برای قالب‌گیری ماشینی باشد، در روی این صفحات اغلب دو سوراخ برای هدایت میله‌های راهنما ایجاد می‌گردد. همچنین چهار گوشه صفحه را پخ ۴۵درجه می‌زنند تا جای عبور میله‌های راهنما باز شود. میله‌های راهنما از چهار گوشه صفحه عبور می‌کنند و درجه (قالب) را از صفحه جدا می‌سازند.

شکل روبه‌رو یک نوع صفحه ماشینی را نشان می‌دهد:



مدل صفحه‌ای یک‌طرفه = a

مدل صفحه‌ای دوطرفه = b

شکل ۵

جنس صفحات، به روش قالب‌گیری و ماشین‌های قالب‌گیری بستگی دارد و می‌تواند از فلز، چوب و مواد صمغی به‌صورت زیر انتخاب شود:

چوب فشرده (روکش فشرده شده) یا صفحات فشرده با مجموعه‌ای از روکش و مواد صمغی فشرده.

فلزاتی نظیر آلومینیوم، فولاد و چدن (خصوصاً برای صفحات بزرگ)

شکل ۶

مونتاژ کردن مدل روی صفحه: اغلب مدل‌های دو تکه، سطح جدایش یکنواختی دارند. با استفاده از دو صفحه، یک صفحه برای مدل رویی و یک صفحه برای مدل زیرین ساخته می‌شوند. برای اینکه مدل‌ها به‌طرز صحیحی در روی صفحات نصب شوند (پس و پیش یا سر خوردگی در قطعه ریختگی ایجاد نشود)، از دو روش زیر استفاده می‌کنند:

مونتاژ کردن بر مبنای خط‌کشی: نصب مدل بر مبنای خط‌کشی به شرح زیر است:

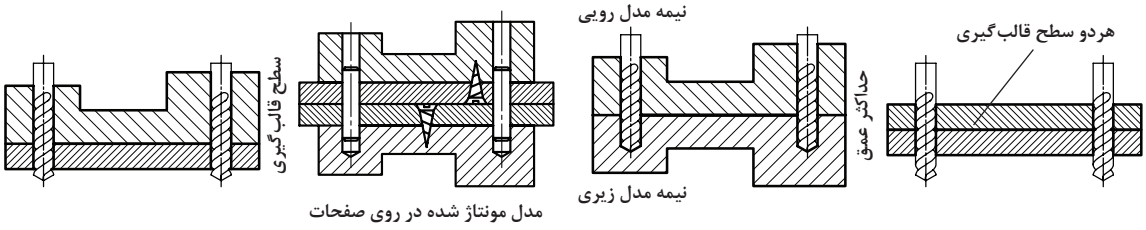
مرکز صفحه و مرکز میله‌ها را روی صفحه به‌دست می‌آورند.

مرکز مدل (محور عرضی و طولی مدل) را به‌دست آورده و روی صفحه منتقل می‌کنند.

نیمهٔ مدل را مطابق خطوط ترسیم شده روی صفحه قرار می‌دهند و آنها را با پیچ دستی محکم می‌بندند.

پس از کار سوراخ‌کاری در این روش ابتدا دو نیمه مدل را روی هم جفت می‌کنند و سپس در محل‌های تعیین شده سوراخ‌های عمودی مطابق شکل ۲a در آنها ایجاد می‌کنند. مراحل کار به شرح زیر است:

- نیمه مدل رویی را در محل تعیین شده روی صفحه می‌بندند و سوراخ‌های ایجاد شده قبلی را آن‌قدر ادامه می‌دهند تا صفحه نیز سوراخ شود، مانند شکل ۲b.
- صفحه سوراخ شده (صفحه اولی) را روی صفحه بعدی (دومی) قرار می‌دهند و کار سوراخ‌کاری را آن‌قدر ادامه می‌دهند تا این صفحه نیز سوراخ شود، مانند شکل ۲c.
- مدل‌ها را به وسیله میله‌های راهنما روی صفحات ثابت می‌کنند.
- پس از ثابت کردن مدل‌ها روی صفحات، سوراخ پیچ‌ها را در مدل و صفحه ایجاد می‌کنند.
- پس از سوراخ کردن محل پیچ‌ها، سوراخ‌های مدل را قلاویزکاری (پیچ‌بری) می‌کنند.
- نیمه‌های مدل را بر روی صفحات، سوار کرده و پیچ می‌کنند، مانند شکل ۲d.



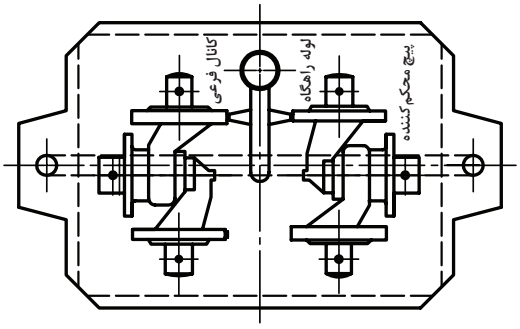
شکل ۷ ـ مدل مونتاژ شده بر روی صفحات

شکل ۸

مثال برای مونتاژ کردن مدل صفحه‌ای پوسته ونتیلاتور

نکات زیر هنگام مونتاژ کردن مدل‌های صفحه‌ای مورد توجه قرار گیرد:

- محور سوراخ‌ها، محور صفحه و ابعاد درجه روی صفحه ترسیم شود.



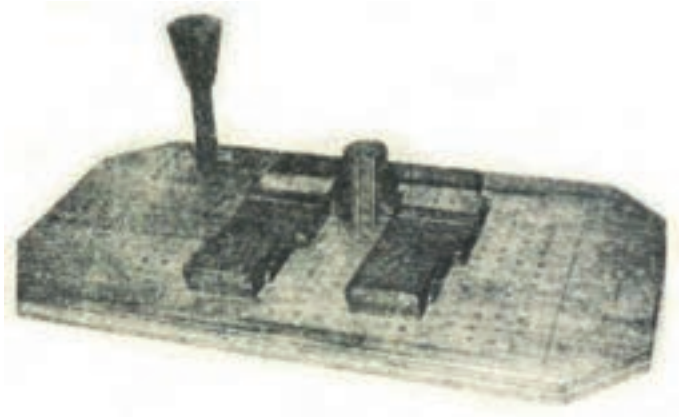
شکل ۹ ـ مونتاژ مدل پوسته ونتیلاتور در روی صفحه

- محل نیمه‌های مدل، سیستم‌های راهگاهی و تغذیه طوری روی صفحه تعیین شود که فواصل بین آنها متناسب باشد.
- محور مدل و صفحه با کمک پرگار، خط‌کش و سوزن خط‌کش مشخص شود.
- قطر سوراخ‌های مخصوص میله‌های راهنما و سوراخ‌های مخصوص پیچ کردن مدل روی صفحه، نسبت به یکدیگر متفاوت باشند تا از اشتباهات جلوگیری شود.

در شکل روبه‌رو یک نمونه صحیح نصب مدل و سیستم‌های راهگاهی در روی صفحه نشان داده شده است.

مدل صفحه‌ای مشبک

بدنه اصلی آن از یک صفحه چوبی فشرده که در داخل آن یک صفحه فلزی مشبک فلزی قرار دارد، تشکیل شده است. در روی این صفحه، سوراخ‌های متعددی با فواصل مساوی ایجاد شده است. به علت مساوی بودن فواصل بین سوراخ‌ها در هنگام نصب نیمه‌های مدل روی صفحه زیری و رویی امکان اشتباه قرار دادن مدل وجود دارد، بنابراین موقع نصب نیمه‌های مدل در روی صفحات باید دقت زیادی به عمل آید. نصب مدل و سیستم‌های راهگاهی با این روش با سرعت بیشتری انجام می‌گیرد.



شکل ۱۰ ـ مدل صفحه‌ای مشبک

مدل صفحه‌ای قابل تعویض

در داخل یک قاب چندین مدل متفاوت جاسازی و مجتمع می‌شوند. باز و بسته کردن مدل‌ها به‌وسیله یک قاب به راحتی امکان‌پذیر است، یعنی زمانی‌که بخواهند یکی از مدل‌ها را از صفحه خارج و مدل دیگری را جایگزین نمایند، این کار به‌راحتی صورت می‌گیرد. همچنین با استفاده از این روش می‌توان ابعاد مدل‌های صفحه‌ای را کوچک و یا بزرگ نمود. مزایای دیگر این مدل عبارت‌اند از:

- امکان تعویض قاب برای تنظیم مدل‌های داخل آن
- امکان استفاده از آن برای قالب‌گیری روش مغناطیسی

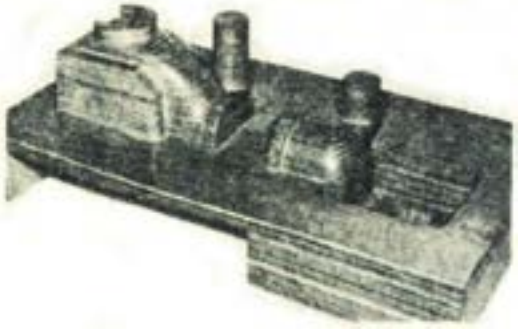
مدل صفحه‌ای توپر (پاسیو)

مدل‌های صفحه‌ای که تاکنون درباره آنها صحبت شده همگی قابل تعویض هستند؛ یعنی می‌توان مدل‌ها را به راحتی از روی صفحه باز نمود و مدل‌های دیگری جایگزین نمود. اما در مدل‌های صفحه‌ای توپر، مدل و صفحه به‌طور یک‌پارچه ساخته می‌شوند و امکان جدا کردن آنها از یکدیگر وجود ندارد.

مزایا: مزایای مدل‌های صفحه‌ای توپر به شرح زیر است؛

- محکم بودن مدل صفحه‌ای (مقاوم و با دوام)
- انجام ندادن کار بعدی روی قالب‌های ماسه‌ای به‌خصوص برای آن دسته از مدل‌هایی که سطح جدایش غیر یکنواخت دارند.

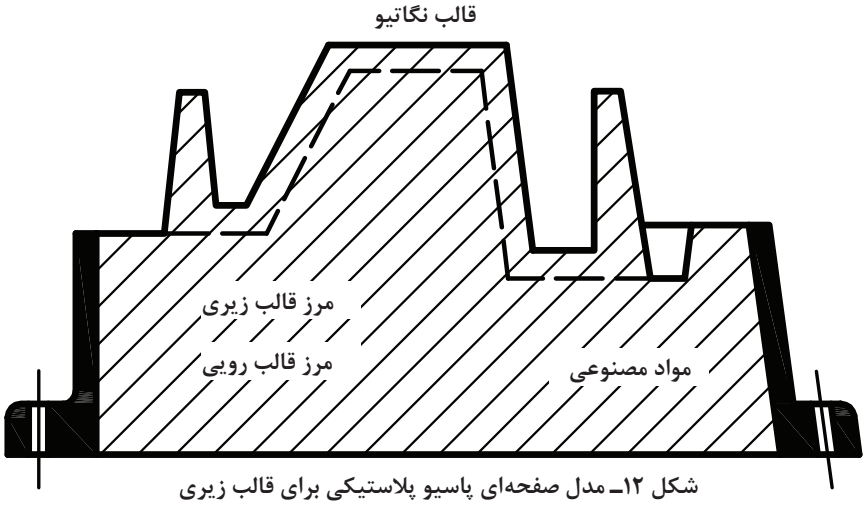
معایب: هزینه زیاد ساخت مدل و تعمیرات بعدی، قابل تعویض نبودن مدل.



شکل ۱۱ـ مدل صفحه‌ای پاسیو چوبی

مدل صفحه‌ای معکوس

این گروه از مدل‌های صفحه‌ای با کمک مدل اولیه چوبی یا فلزی ساخته می‌شوند. جنس مدل‌های صفحه‌ای معکوس، اغلب از مواد صمغی (آرالدیت‌ها) بوده و به‌صورت قالب‌های مثبت و منفی در داخل درجه‌های به هم پین شده ریخته‌گری پلاستیک می‌شوند. شکل زیر، مدل صفحه‌ای منفی یا قسمت فرو رفته قطعه ریختگی و شکل صفحه بعد، مدل صفحه‌ای مثبت یا قسمت برآمده قطعه ریختگی را نشان می‌دهد.

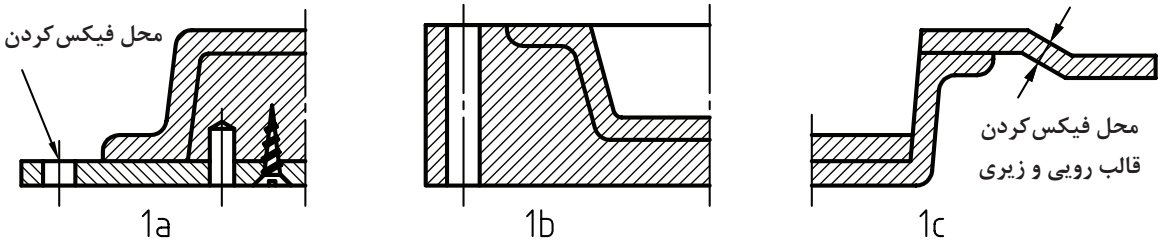


شکل ۱۲ـ مدل صفحه‌ای پاسیو پلاستیکی برای قالب زیری

دسته‌بندی مدل‌های صفحه‌ای بر مبنای سیستم قالب‌گیری

مدل صفحه‌ای یک طرفه: به‌وسیله آن می‌توان فقط یک طرف مدل را قالب‌گیری کرد. برای قالب‌گیری طرف دیگر مدل باید یک مدل صفحه‌ای جداگانه ساخته شود. بنابراین، برای ساخت مدل‌های صفحه‌ای یک طرفه از دو مدل صفحه‌ای جداگانه استفاده به عمل می‌آید. به عنوان مثال، در شکل ۱a مدل صفحه‌ای خارج قطعه و قسمت ۱b، مدل صفحه‌ای داخل قطعه نشان داده شده است.

مدل‌های صفحه‌ای یک طرفه را می‌توان به‌صورت‌های مونتاژ مانند شکل ۱a و یا سرخود (یک پارچه) ساخت.

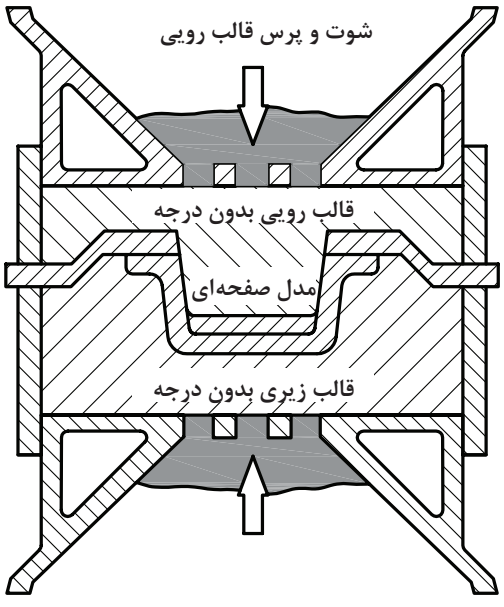


۱a= قسمت برآمده مدل یک طرفه ۱b= قسمت فرو رفته مدل یک طرفه ۱C= مدل صفحه‌ای دوطرفه

شکل ۱۳

مورد استفاده: اغلب مدل‌های صفحه‌ای که سطح جدایش یکنواخت داشته باشند، به این روش ساخته می‌شوند. زیرا این‌گونه مدل‌های صفحه‌ای به علت سبک بودن و داشتن سطح صاف به راحتی روی ماشین‌های قالب‌گیری مونتاژ می‌شوند (باز و بسته کردن آنها راحت است)، مزایای مهم دیگر آن قرار دادن هرکدام از صفحات به‌طور جداگانه در یک خط قالب‌گیری ماشینی می‌باشد که باعث سرعت بخشیدن در کار قالب‌گیری و در نتیجه تولید سریع و زیاد قطعه می‌گردد.

مدل‌های صفحه‌ای دو طرفه: در این نوع مدل‌ها بر خلاف مدل‌های صفحه‌ای یک طرفه، فرم مدل در دو طرف یک صفحه ایجاد می‌گردد و با یک حرکت ماشین می‌توان دو روی مدل را قالب‌گیری نمود.



شکل ۱۴

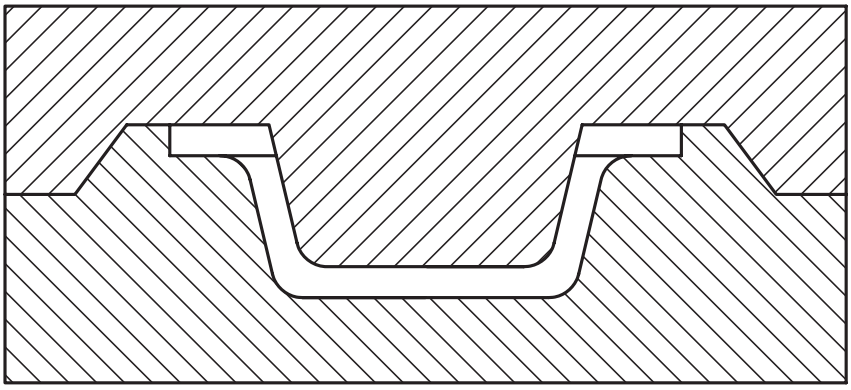
مثالی که در این درس برای مدل‌های صفحه‌ای دو طرفه آورده شده، همان مدل و یا قطعه‌ای است که در قسمت‌های ۱a و ۱b برای مدل‌های یک طرفه نشان داده شده است، به‌طوری‌که در شکل ۱c مشاهده می‌شود، قسمت خارجی مدل (قطعه) در زیر صفحه و قسمت داخلی مدل (قطعه) در روی صفحه قرار گرفته است و یا به عبارت دیگر فرم داخلی و خارجی قطعه در دو روی یک صفحه منعکس شده است. در شکل روبه‌رو روش قالب‌گیری ماشینی به‌وسیله این‌گونه مدل‌ها نشان داده شده است و همان‌طوری‌که مشاهده می‌شود با یک حرکت ماشین، هر دو طرف مدل به‌طور اتومات قالب‌گیری می‌شود.

هدایت قالب رویی بر روی قالب زیری در مدل‌های یک طرفه (قسمت‌های ۱a و ۱b) به‌وسیله میله‌های راهنما و در مدل‌های دو طرفه قسمت ۱c به‌وسیله توپی ماهیچه (ماهیچه سرخود) و شکستگی سطح جدایش انجام می‌گیرد.

برش در مقطع قالب

از مزایای مهم مدل‌های صفحه‌ای دو طرفه، یکنواخت به‌دست آمدن ضخامت قطعه ریختگی است. به عنوان مثال در شکل زیر، قالب حاصل از مدل صفحه‌ای شکل ۱c در برش نمایش داده شده تا دقت قالب‌گیری آن مشخص گردد.

موارد استفاده: مدل‌های صفحه‌ای دو طرفه را نیز مانند مدل‌های صفحه‌ای یک طرفه می‌توان به‌وسیله ماشین‌های قالب‌گیری اتومات مورد استفاده قرار داد.



شکل ۱۵ـ قالب رویی و زیری روی هم جفت شده است.

مدل‌های صفحه‌ای برآمده

مدل‌هایی هستند دو طرفه با سطح جدایش غیر یکنواخت، به همین لحاظ صفحه آنها نیز باید مانند مدل به‌صورت شکسته ساخته شود. ابتدا نیمه‌های مدل را به‌طور جداگانه و با سطح جدایش غیر یکنواخت (شکسته) می‌سازند و سپس آنها را به‌طور دقیق در دو روی صفحه مونتاژ و فیکس می‌کنند. به علت داشتن سطح جدایش شکسته، انجام کار فوق با مشکلاتی همراه است. به همین جهت این‌گونه مدل‌ها را به‌صورت پاسیو یا مدل صفحه‌ای سرخود از جنس فلز یا مواد مصنوعی (آرالدیت‌ها) به‌صورت یک‌پارچه ریخته‌گری می‌نمایند.

امکانات و مراحل ساخت یک مدل صفحه‌ای سرخود از جنس M۲:

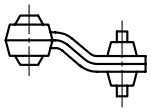
برای ساختن مدل‌های صفحه‌ای فلزی سرخود وسایل زیر مورد نیاز است:

- مدل اولیه چوبی یا فلزی که با دوبار محاسبه انقباضی ساخته شده باشد (یک‌پارچه یا دوپارچه)
- یک صفحه واسطه یا قاب فلزی که مطابق ابعاد درجه ساخته شده باشد.
- یک جفت درجه پین شده (راهنمادار) با سطح تراش‌کاری شده (مسطح)
- مواد قالب‌گیری و وسایل مربوط به آن به اندازه کافی

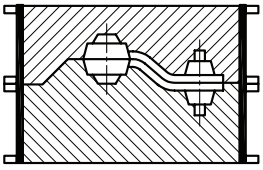
مراحل ساخت:

- ساده کردن مدل اولیه در یک درجه کمکی به‌وسیله گچ یا ماسه
- قالب‌گیری درجه زیری
- قالب‌گیری درجه رویی

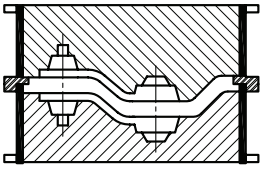
- قرار دادن قاب فلزی روی درجه زیری (قالب زیری)
- قرار دادن درجه رویی (قالب رویی) روی قاب و جفت کردن قالب رویی روی قالب زیری به‌وسیله میله‌های راهنما
- قرار دادن وزنه روی قالب‌ها و ریخته‌گری آن با فلز مورد نظر



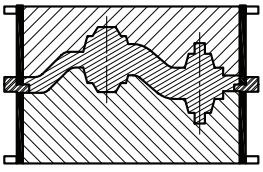
مدل



قالب‌گیری مدل با درجه‌های راهنمادار



قاب فلزی در بین قالب‌ها قرار داده شده است



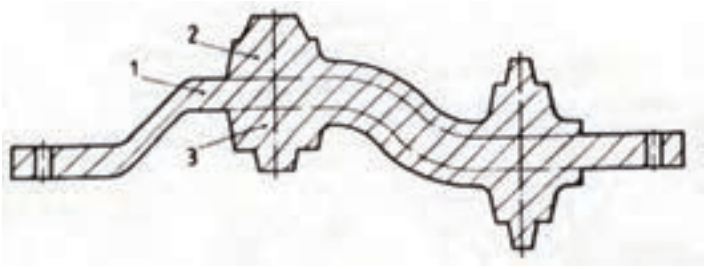
مدل صفحه‌ای ریخته شده

شکل ۱۶

نکات قابل توجه

- جنس قاب فلزی باید از جنس فلز مذاب مورد نظر باشد تا مدل و صفحه به‌طور یک‌پارچه از یک جنس ریختگی به‌دست آیند.
- کنترل مدل صفحه‌ای ریخته شده و تمیزکاری آن
- مدل‌های صفحه‌ای سرخود را نیز می‌توان از جنس مواد پلاستیکی (آرالدیت‌ها) ریخته‌گری پلاستیک نمود و یک مدل یک‌پارچه پلاستیکی به‌دست آورد که شرح وظایف آن در کتاب مدل‌های پلاستیکی توضیح داده شده است.

در شکل‌های فوق به‌ترتیب مدل اولیه، مراحل قالب‌گیری و مدل صفحه‌ای ریخته شده از جنس M۲ نشان داده شده است.



شکل ۱۷ـ صفحه۲و۳ـ نیمه رویی و زیری مدل

مدل صفحه‌ای ریخته شده

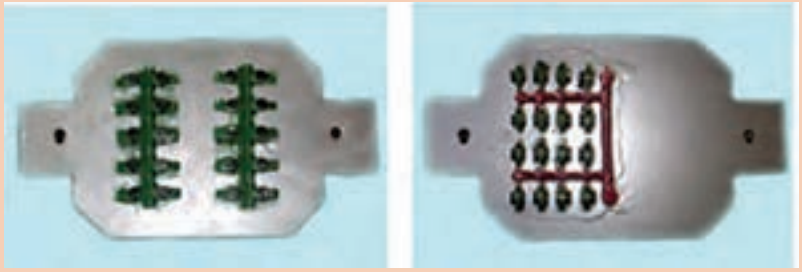
این روش بیشتر برای مدل‌هایی که دارای سطح جدایش غیریکنواخت (غیرمسطح) بوده و به علت ناهموار بودن خط جدایش نمی‌توان روی صفحه صاف نصب شوند استفاده می‌شود. بنابراین برای تهیه مدل صفحه‌ای، مدل به همراه صفحه از فلز یا مواد آرالدیتی و... ریخته‌گری می‌شوند.

شکل ۱۸

روش تهیه مدل صفحه‌ای از طریق ریخته‌گری

نکته

در هنگام ساخت مدل‌های صفحه‌ای در طراحی و ساخت مدل اولیه باید با توجه به جنس مدل و جنس قطعه موردنظر دو انقباض منظور گردد. یک انقباض جهت تبدیل مدل اولیه به مدل صفحه‌ای و یک انقباض جهت تبدیل مدل صفحه‌ای به قطعه موردنظر.



شکل ۱۹

نکات ایمنی

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

تجهیزات مورد نیاز

مدل، صفحه زیر درجه‌ای، درجه مناسب با راهنمای بلند (پین)، تسمه فولادی جهت ساخت قاب، جعبه‌ابزار قالب‌گیری، شمش آلومینیوم، قرص دگازر، سرباره‌گیر.

مراحل انجام کار

مدل‌هایی مطابق شکل انتخاب کنید.

شکل ۲۰

اجزای سیستم راهگاهی شامل حوضچه پای راهگاه، کانال اصلی و کانال فرعی را متناسب با مدل از چوب تهیه کرده همراه با مدل در زیر درجه زیرین قالب‌گیری کنید.

مراحل قالب‌گیری را برای دو مدل در درجه زیرین انجام دهید.

قالب زیرین را همراه با صفحه زیر درجه ۱۸۰ درجه برگردانید.

با ابزار قالب‌گیری سطح جدایش را برای مدل با سطح جدایش غیریکنواخت کاملاً مشخص و پرداخت کنید.

شکل۲۱

سطح قالب‌های زیرین را پودر جدایش بزنید.

شکل۲۲

لوله راهگاه را در محل خود قرار داده و درجه‌های رویی با پین بلند را روی قالب زیرین قرار داده، قالب‌گیری نمایید.

شکل۲۳

سیخ هوا زده و حوضچه بالای راهگاه را ایجاد کنید.
لوله راهگاه را خارج کرده و قالب رویی را بلند کنید و در محل مناسب روی سطح صاف قرار دهید.
با استفاده از فلز یا چوب، قابی متناسب با طول و عرض درجه زیرین تهیه کنید (ضخامت قاب باید متناسب با صفحه مدل مورد نیاز حدود ۸ تا ۱۲ میلی‌متر باشد)
مدل و اجزای سیستم راهگاهی را از قالب‌های زیرین خارج کنید و قاب آماده شده را روی لبه‌های درجه زیرین قرار دهید.
قالب رویی را روی قالب زیرین قرار دهید. در این حالت قاب بین دو نیمه قالب به اندازه ضخامت صفحه موردنظر فاصله ایجاد می‌کند.

توجه

جهت جلوگیری از بیرون زدن احتمالی مذاب از بین دو نیمه قالب، قاب را از بیرون با ماسه مرطوب بپوشانید.

قالب آماده بارریزی را در محل بارریزی قرار دهید.
قالب را با مذاب آلومینیوم بارریزی کنید.
پس از انجماد و سرد شدن، مدل صفحه‌ای را از قالب خارج کنید.

نکته

مدل صفحه‌ای ریخته شده را پس از قطع لوله راهگاه و تمیزکاری براساس ابعاد درجه متناسب با آن جهت عبور پین درجه از آن سوراخ‌کاری کنید.

شکل ۲۴

فعالیت ۶

مدل صفحه‌ای مدلی مطابق شکل زیر را ریخته‌گری کنید.

شکل ۲۵

فعالیت

صفحه‌ای را ریخته‌گری کنید و چند مدل کوچک با سطح جدایش یکنواخت را روی آن مونتاژ کنید.

فعالیت

صحت ابعاد، شکل ظاهری، وجود عیب و... مدل‌های فلزی ساخته شده را با استفاده از ابزار اندازه‌گیری و به‌صورت چشمی کنترل کنید.

نقشه کار: ساخت مدل فلزی

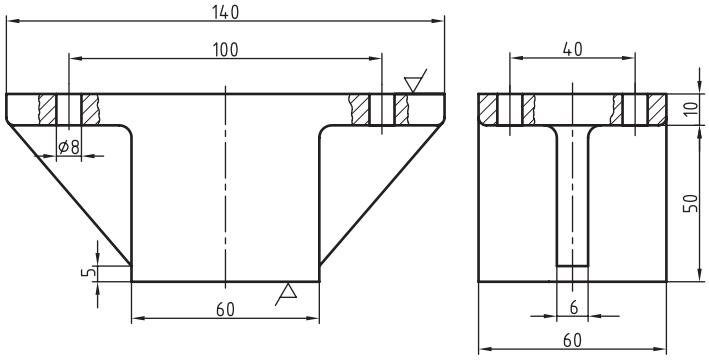
تبدیل نقشه مکانیکی قطعه مقابل را انجام داده و ساخت مدل آلومینیومی آن را انجام دهید. جنس قطعه برنج ـ درصد انقباض ۱/۲ ـ درصد انقباض آلومینیوم ۱/۴

شاخص عملکرد: ساخت مدل چوبی یا فومی با در نظر گرفتن انقباض مضاعف، کیفیت قالب ماسه‌ای، کیفیت قطعه ریختگی، کیفیت نهایی مدل فلزی

شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه مدل‌سازی و ریخته‌گری با روش مناسب

مواد مصرفی: کاغذ ـ چوب ـ چسب ـ بتونه ـ رنگ ـ فلز (آلومینیوم) و فوم و پوشان و مواد ذوب ساز و افزودنی

ابزار و تجهیزات: ماشین گندگی ـ اره نواری ـ سوهان ـ مته دستی ـ سنباده ـ گیره ـ کولیس ـ خط‌کش ـ سیم برش فوم ـ دستگاه تراش ـ سنگ برش و کف تراشی



معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	ساخت مدل چوبی یا فومی	۲	
۲	قالب‌گیری	۱	
۳	ریخته‌گری	۲	
۴	خشن‌کاری و پلیسه‌گیری	۱	
۵	پرداخت‌کاری	۱	
۶	نصب مدل روی صفحه و کنترل کیفی مدل	۲	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت قواعد و اصول در مراحل مختلف کار ۲ـ استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، کلاه، ماسک، دستکش نسوز، عینک ایمنی و... ۳ـ تمیز کردن محیط کارگاه و تفکیک ضایعات ۴ـ رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات *		

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

پودمان ۴

تکمیل کاری قطعه ریختگی

واحد یادگیری

تکمیل‌کاری قطعه ریختگی

مقدمه

پس از انجماد کامل قطعه، تخلیه قالب انجام می‌گیرد؛ سپس ماسه ماهیچه، سیستم راهگاهی، تغذیه، پلیسه و... از قطعه جدا می‌شوند. بعد از آن با استفاده از روش مناسب سطوح قطعه پرداخت‌کاری می‌شود. به مجموعه این اقدامات عملیات تکمیلی(Finishing Treatment) می‌گویند. در عملیات تکمیلی هدف افزایش کیفیت سطح قطعه جهت انجام عملیات‌های بعدی مانند: عملیات حرارتی (Heat Treatment)، ماشین‌کاری (Machining Treatment)، آبکاری و ... می‌باشد. افزایش دقت و تمرکز در حین قالب‌گیری سبب کاهش اضافات خواهد شد. به‌عبارتی دیگر با روش مناسب می‌توان، دوباره‌کاری و هزینه‌های اضافی احتمالی را کاهش داد. میزان انرژی، زمان و هزینه عملیات تکمیلی به تکنولوژی و دقت به‌کار رفته در فرایند تولید بستگی دارد.

استاندارد عملکرد

تکمیل‌کاری قطعات ریختگی با استفاده از ابزار و تجهیزات مناسب براساس استانداردهای مرتبط

پیش‌نیاز

تولید قطعه ریخته‌گری

تخلیه قالب

به شکل‌های زیر دقت کنید.

شکل ۱

همان‌طور که مشاهده می‌شود پس از اتمام بارریزی قالب باید تخلیه و قطعه خارج شود.

پس از پایان بارریزی و انجماد، قطعات باید سرد شوند. سرد شدن می‌تواند درون قالب و یا خارج از آن انجام گیرد. انتخاب نحوه سرد شدن قطعه به جنس فلز یا آلیاژ و مدول سطحی قطعه بستگی دارد. اگر لازم باشد قطعه در قالب سرد شود، باید به آن فرصت کافی جهت سرد شدن تا دمای مناسب داده شود، سپس تخلیه قالب انجام گیرد. سرعت سرد شدن بر روی ریزساختار مؤثر است، خواص مکانیکی قطعه تحت تأثیر ریزساختار و سرعت سرد شدن می‌باشد؛ در نتیجه تخلیه زود هنگام قالب سبب ایجاد خواص مکانیکی نامطلوب و بروز عیوب و یا کاهش عمر و کارکرد قطعه خواهد شد. چنانچه سرعت سرد شدن در ریزساختار تأثیری نداشته باشد، تخلیه قالب می‌تواند در دماهای بالا و بلافاصله پس از اطمینان از انجماد قطعه انجام گیرد. با روش‌هایی مانند: سردکردن تحت فشار هوا، سردکردن در حین ریخته‌گری و سردکردن طبیعی می‌توان سرعت سردکردن را افزایش داد.

فعالیت

با جست‌وجو در اینترنت در مورد سؤالات زیر تحقیق کنید و نتایج حاصل را در کلاس ارائه دهید.

- عوامل مؤثر در سرعت سرد کردن کدام‌اند؟
- چه فلزات و آلیاژهایی را نمی‌توان سریع سرد کرد؟
- عیوب ریخته‌گری ناشی از سرعت سرد کردن کدام‌اند؟

برای تخلیه قالب روش‌های مختلفی وجود دارد. روش تخلیه به عوامل متعددی مانند: روش ریخته‌گری، حجم تولید، تکنولوژی موجود در کارگاه، جنس قطعه، ابعاد قطعه (مدول‌سطحی) و... بستگی دارد. در کارگاه‌های سنتی این کار با فعالیت فیزیکی اپراتور و با نیروی دست انجام می‌گیرد.

حرارت ناشی از تماس مذاب با دیواره قالب سبب تجزیه برخی از مواد افزودنی و چسب‌های زودگداز در مخلوط ماسه خواهد شد؛ که با تولید گاز همراه است. لذا باید در حین تخلیه قالب، سیستم تهویه کارگاه روشن باشد. از طرفی دیگر، این واکنش‌ها سبب کاهش خواص مخلوط ماسه می‌شوند؛ لذا مخلوط ماسه پس از تخلیه قالب باید ابتدا بازیابی و سپس به ماسه‌دادن اضافه شود.

پرسش

۱ کاهش خواص مخلوط ماسه سبب بروز چه عیوبی در قطعه ریختگی می‌شود؟

۲ در اثر مواجهه با گازهای حاصل از تجزیه مواد مخلوط ماسه چه آسیب‌ها و بیماری‌هایی شما را تهدید می‌کند؟

عملیات تکمیلی

به شکل‌های زیر دقت کنید. پس از تخلیه قالب چه عملیاتی برروی قطعه ریختگی انجام می‌گیرد؟

شکل ۲

همان‌طور که می‌بینید پس از بارریزی و تخلیه قالب، مجموعه‌ای از عملیات بر روی قطعه انجام می‌شود، که به عملیات تکمیلی موسوم‌اند.

عملیات تکمیلی، مجموعه‌ای از فرایندها با هدف رسیدن به خواصی از قبیل: بهبود کیفیت ظاهر، مقاومت در برابر خوردگی، مقاومت در برابر سایش، سختی، حذف پلیسه و دیگر معایب سطحی و... بر روی سطح قطعه انجام می‌گیرد. این عملیات برحسب کار انجام شده روی قطعه به دو دسته تقسیم می‌شود:

الف) عملیات تکمیلی که منجربه تغییر شکل یا حذف در قطعه می‌شود؛
ب) عملیات تکمیلی که منجربه تغییر یا اضافه کردن در قطعه می‌شود.
عملیات تکمیل‌کاری شامل مراحل زیر است:

۱ ماسه‌زدایی؛ جداسازی ماسه قالب و ماهیچه از قطعه.
۲ جداسازی؛ جدا کردن اضافات شامل سیستم راهگاهی، تغذیه، پلیسه و ...
۳ تمیزکاری (Trimming) و پرداخت نهایی؛ حذف گوشه، زوایا و نقاط تیز از روی قطعه.

فعالیت

تحقیق کنید، برای هریک از مراحل عملیات تکمیلی سطوح قطعه چه روش و ابزاری وجود دارد؟ سپس جدول زیر را تکمیل کنید.

کارها	روش‌ها	ابزارها
ماسه زنی		
جداسازی		
تمیزکاری و پرداخت‌کاری		

فیلم

ماسه‌زدایی قطعات ریختگی

ماسه زدایی

در ریخته‌گری آلیاژها با نقطه ذوب بالا (مانند چدن‌ها) به‌دلیل دمای بالای بارریزی، واکنش‌های مخرب و نامطلوبی بین اجزای مخلوط ماسه با مذاب رخ می‌دهد که منجر به چسبیده شدن ماسه به سطح قطعه می‌شود. لذا باید پس از تخلیه قالب، سطوح قطعه تمیزکاری شود. میزان هزینه و زمان تمیزکاری به‌اندازه، میزان پیچیدگی قطعه و نوع فرایند تولید بستگی دارد.

فعالیت

در مورد عیوب ریختگی ناشی از چسبیدن ذرات ماسه ماهیچه و قالب به سطح قطعه تحقیق کنید و جدول زیر را تکمیل کنید.

ردیف	نام عیب	عامل بروز عیب	روش برطرف کردن
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			

پرسش

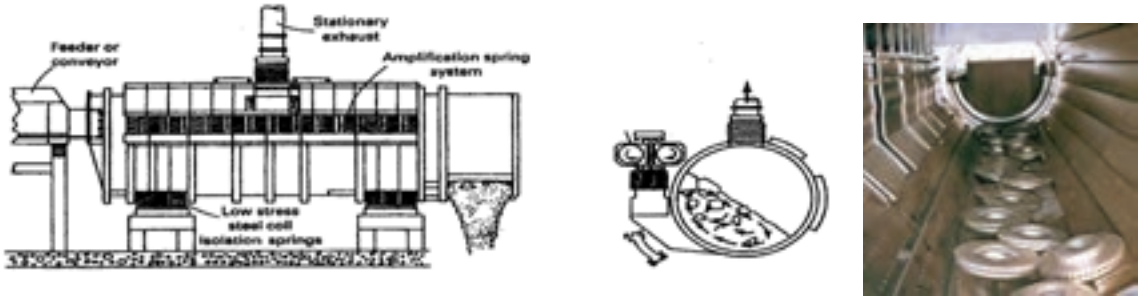
چگونه می‌توان واکنش‌های بین فلز مذاب و اجزای مخلوط ماسه را به حداقل رساند؟

روش‌های متنوعی برای تخلیه و ماسه‌زدایی قالب وجود دارد:

۱ **روش استوانه چرخشی:** در این روش از یک استوانه مشبک دوار استفاده می‌شود؛ در اثر چرخش آن ذرات ماسه از قطعه جدا و از سوراخ‌های موجود برروی بدنه استوانه خارج می‌شوند.

شکل ۳_ الف

۲ **روش‌استوانه لرزشی:** یک فرایند پیوسته است که برای قطعات ظریف و سرد کردن هنگام تخلیه مناسب است. این ماشین‌ها تمام اتوماتیک هستند و تمام وظایف تخلیه و ماسه زدایی را به‌طور کامل انجام می‌دهند. سیستم‌های پنوماتیکی موجود در این ماشین سبب تخلیه قالب می‌شود. مزیت این ماشین‌ها کاهش میزان گرد و غبار تولیدی به‌هنگام تخلیه قالب و افزایش سرعت عمل، افزایش کنترل مسائل زیست محیطی است.



شکل ۳_ ب

۳ **فرایند ارتعاشی:** رایج‌ترین و قدیمی‌ترین روش تخلیه و ماسه‌زدایی است. این روش دارای دامنه ارتعاشات بسیار بالایی است. لذا ممکن است در حین ارتعاش، سیستم راهگاهی و تغذیه از قطعه جدا شوند. این روش برای تولید در حجم بسیار بالا بسیار مناسب است.

شکل ۴

در کارگاه‌های ریخته‌گری سنتی عملیات تخلیه قالب و ماسه زدایی توسط اپراتور و به‌صورت فیزیکی و دستی انجام می‌گیرد؛ که برای آن ابزار ساده‌تری مانند: برس سیمی، چکش‌های دستی، چکش‌های پنوماتیکی و... به‌کار گرفته می‌شود. یکی از روش‌های مرسوم برای حذف ماسه چسبیده به سطح قطعه، استفاده از ضربه زدن با چکش و ابزار مناسب است. چکش‌های موجود در بازار، انواع مختلفی دارند و هر کدام برای کاربرد خاصی هستند؛ برای ضربه زدن به قطعه جهت ماسه زدایی باید از چکش‌های سرگرد و سرصاف استفاده کرد. گاهی برای حذف ماسه در گوشه‌های قطعه از قلم نیز به‌همراه چکش استفاده می‌شود. از چکش‌های پنوماتیکی نیز برای ماسه زدایی قطعات بزرگ استفاده می‌شود. ضربه زدن به قطعه منجربه ایجاد تنش‌های مکانیکی در قطعه خواهد شد، لذا در قطعات حساس و قسمت‌های نازک، احتمال شکسته شدن یا ترک خوردگی قطعه وجود دارد.

شکل ۵

پرسش

۱ اعمال تنش‌های مکانیکی (ضربه زدن) ناشی از تخلیه و ماسه زدایی سبب بروز چه عیوبی ریختگی می‌شوند؟

۲ راه‌های پیشگیری از بروز این عیوب را بنویسید.

چکش‌های پنوماتیکی برای ماسه زدایی قطعات بزرگ و هنگامی‌که مخلوط ماسه چسبندگی زیادی به قطعه داشته و قطعه از استحکام کافی در برابر تنش‌های مکانیکی برخوردار باشد به‌جای قلم و چکش به‌کار می‌رود.

شکل ۶

پس از آنکه ماسه از سطح قطعه توسط چکش و قلم یا چکش پنوماتیکی جدا شد، هنوز ممکن است مقادیر جزیی از ماسه در قسمت‌هایی به‌سطح قطعه چسبیده باشد. لذا برای حذف آنها از برس سیمی، فرچه سیمی و فرز سیمی استفاده می‌شود. برای انتخاب یک برس سیمی مناسب باید اطلاعات کافی از مشخصات و جنس مفتول به‌کار رفته در برس سیمی در اختیار داشت. فرچه‌سیمی و فرز سیمی متناسب با شکل و اندازه بافت و جنس مفتول انتخاب می‌شوند. انتخاب جنس مفتول سیمی متناسب با جنس قطعه و خواص سطحی آن است.

شکل ۷

جداسازی

پس از تخلیه قالب و ماسه زدایی لازم است اضافات مانند: سیستم راهگاهی، تغذیه، پلیسه و... از قطعه جدا شوند. این اضافات سبب کاهش راندمان ریختگی و راندمان کل می‌شوند. برای افزایش بهره اقتصادی باید در طراحی تغذیه و سیستم راهگاهی دقت کرد. امروزه با استفاده از محاسبات دقیق و نرم افزارهای شبیه‌ساز می‌توان میزان اتلافات و برگشتی‌ها را کاهش داد. نرم‌افزارهای شبیه‌ساز مختلفی در صنایع ریخته‌گری با اهداف مشخص به‌کار می‌روند. نرم افزار شبیه‌ساز محاسبات دقیقی جهت تعیین، تعداد، محل و ابعاد تغذیه، شکل، ابعاد و محل اتصال سیستم راهگاهی به قطعه ارائه می‌دهند؛ تا حداکثر راندمان به‌دست آید. معمولاً نتایج به‌دست آمده شبیه‌سازی شده تا ۸۰ درصد صحت دارند.

فعالیت

با استفاده از اینترنت نرم‌افزارهای شبیه‌ساز(Simulation software) مختلف مورد استفاده در صنایع ریخته‌گری را جست‌وجو کنید، سپس جدول زیر را تکمیل کنید.

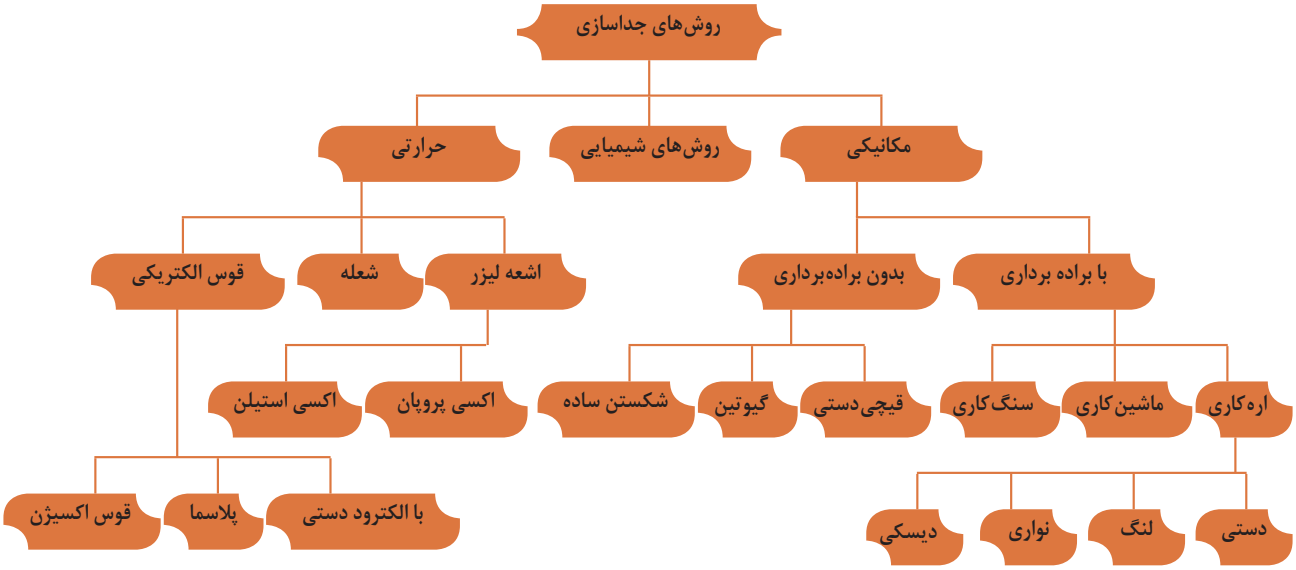
ردیف	نام شبیه‌ساز	نام لاتین	کاربردها	ویژگی ها	مزایا	معایب	میزان صحت نتایج با واقعیت
۱							
۲							
۳							
۴							

با اعمال تغییرات در طراحی می‌توان سطح تماس بین قطعه و سیستم راهگاهی یا تغذیه را کاهش داد تا بدین ترتیب هزینه‌های جداسازی کاهش یابد.

پرسش

چگونه می‌توان در طراحی تمهیداتی در جهت افزایش راندمان تغذیه و سیستم راهگاهی و همچنین کاهش هزینه‌های جداسازی انجام داد؟

جداسازی به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد. در شکل زیر انواع روش‌های جداسازی نشان داده شده است.



شکستن ساده (بدون براده برداری): از این روش برای شکستن سیستم راهگاهی و تغذیه در قطعات ترد و شکننده (چدنی) استفاده می‌شود. گاهی اوقات در هنگام تخلیه، اضافات از قطعه جدا می‌شوند. باید از ورود اضافات و پلیسه‌ها به‌درون مخلوط ماسه جلوگیری کرد.

پرسش

چرا جدا سازی راهگاه‌ها و تغذیه‌ها از قطعات ریختگی با استفاده از ضربه چکش پیشنهاد نمی‌شود؟

جداسازی با قوس الکتریکی: یکی از مقرون‌به صرفه‌ترین روش‌های جداسازی قطعات ریختگی در صنایع بزرگ و متوسط که به‌عنوان جایگزین عملیات سنگ‌زنی محسوب می‌شود. حرارت توسط قوس الکتریکی ایجاد شده بین الکترود گرافیتی و مس پوشش داده تولید می‌شود. حذف زوائد با سرعت زیاد انجام می‌گیرد. عیب عمده این روش تولید صدا و دود زیاد است. شکل روبه‌رو نازل مورد استفاده در این روش را نشان می دهد.

شکل ۸

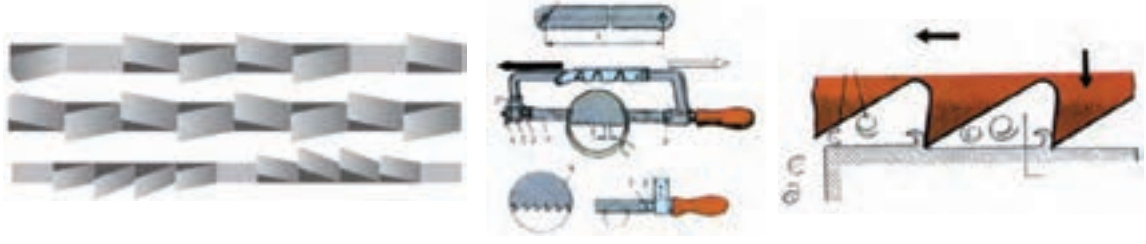
جداسازی با ابزار ساینده: در این روش جداسازی می‌تواند با اره دستی، سنگ‌کاری و ماشین‌کاری انجام گیرد. در جداسازی با کمان اره باید متناسب با جنس قطعه تیغه (جنس، شکل، اندازه تیغه) انتخاب شود. در جداسازی با چرخ ساینده (سنگ‌کاری) و سنگ فرز (ماشین‌کاری) با استفاده از سرعت بالای چرخ ساینده می‌توان اضافات

را از قطعه جدا کرد. این روش برای حذف زوائد بزرگ و یا کاهش ضخامت سطوح استفاده می‌شود. دقت بالا و اقتصادی بودن این روش سبب فراگیر شدن آن شده است. یکی دیگر از ابزار جداسازی اره نواری است که از تیغه‌ای شبیه تیغه‌های معمولی ولی به شکل یک حلقه استفاده می‌شود. تیغه نواری حول دو محور دستگاه حرکت دورانی دارد و در اثر تماس با قطعه کار عمل براده برداری صورت می‌گیرد.

اره نواری　　اره لنگ　　سنگ فرز　　اره دستی

شکل ۹

جداسازی با کمان اره: یکی از روش‌های جداسازی اضافات (سیستم راهگاهی، تغذیه و...) از طریق براده‌برداری با اره دستی است. در این روش جداسازی از طریق تیغه‌های کوچک گوه‌ای شکل تیغه انجام می‌گیرد. برای برش‌کاری مواد با جنس مختلف از تیغه‌ها مناسب استفاده می‌شود. شکل زیر انواع تیغه اره مناسب برای کارهای مختلف را نشان می‌دهد. به‌طور کلی برای برش‌کاری اجسام نرم از تیغه‌های درشت و برای برش‌کاری اجسام سخت از تیغه‌ها با دندانه ریز استفاده می‌شود. برای حرکت آزادانه تیغه درون شیار تیغه‌ها را به سمت چپ و راست متمایل می‌کنند.



شکل ۱۰

جداسازی با حرکت رفت‌وبرگشت(اره لنگ): این ماشین‌ها دارای تیغه اره صاف و با حرکت رفت‌وبرگشت هستند. کورس حرکت رفت‌وبرگشت تیغه در این ماشین‌ها مقداری مشخص است.

جداسازی با اره نواری: اره نواری از تیغه‌های شبیه تیغه‌های معمولی ولی به شکل یک حلقه استفاده می‌شود. تیغه نواری حول دو محور دستگاه حرکت دورانی دارد و دراثر تماس با قطعه‌کار عمل براده‌برداری

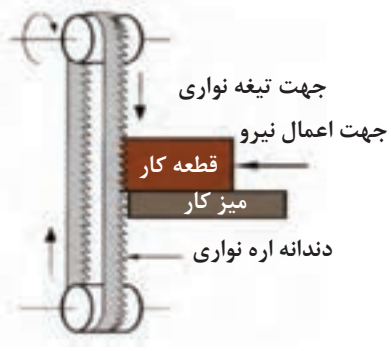
شکل ۱۱

صورت می‌گیرد .استفاده از این ماشین‌ها دارای مزایای زیر است:

۱ **دقت زیاد:** این ماشین‌ها به‌دلیل تیغه اره‌های نازک‌تر عمل برش‌کاری را با دقت زیادتری انجام می‌دهند.

۲ **سرعت بیشتر:** برش‌کاری پیوسته سبب سرعت بیشتر این روش شده است.

۳ **دورریز کمتر:** سطح مقطع باریک‌تر این روش سبب دورریز کمتر شده است.



شکل ۱۲

جداسازی با سنگ‌کاری (سنگ‌دستی): یکی دیگر از ابزار در عملیات جداسازی استفاده از سنگ‌دستی است. از این روش برای جداسازی تمام فلزات و آلیاژها استفاده می‌شود. در این روش فرایند براده‌برداری بسیار ظریف توسط ذرات ساینده چسبیده شده به‌صفحه برش انجام می‌گیرد. در روش سنگ‌زنی(grinding) دقت و سرعت عمل بالاست. سنگ برش در عملیات سنگ زنی توسط ذرات سخت عملیات برش را انجام می‌دهند و در واقع هر کدام از ذرات ساینده به‌معنای یک ابزار برش است که بخشی از برش را انجام می‌دهد.

برش‌کاری حرارتی:

این روش با استفاده از یک گاز سوختنی مثل استیلن C_2H_2 و اکسیژن O_2 به‌عنوان عامل سوختن و اکسیداسیون و براساس گداختن قطعه فلزی تا درجه حرارت ۸۷۱-۸۱۵ درجه سانتی‌گراد و اکسیداسیون صورت می‌گیرد. این فرایند به برش‌کاری فولادهای کربنی و کم‌آلیاژ محدود می شود و فلزات فعال و یا با اکسید دیرگداز به راحتی با شعله بریده نمی‌شوند.

پس از جداسازی سیستم راهگاهی با استفاده از دستگاه سنگ، سنگ فرز، سنباده دستی، نوار سنباده و... اقدام به پلیسه‌زنی می‌شود. سنگ فرز در دو نوع برقی و پنوماتیکی و متناسب با دقت و ظرافت یا بزرگی در اندازه کوچک و یا بزرگ‌تر برای سنگ‌زنی پخ‌ها و سطوحی خشن و برجسته و پلیسه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

آماده سازی قطعه

در کارگاه ریخته‌گری عوامل مخاطره آمیز زیادی وجود دارد. در هنگام تخلیه قالب امکان پاشش ذرات ماسه داغ، سوختگی، تصاعد گازهای سمی، انتشار گرد و غبار و... وجود دارد، لذا قبل از تخلیه قالب باید به وسایل ایمنی فردی مانند: دستکش نسوز(چرمی ساق بلند)، ماسک، عینک، ساق بند، روپوش و ... و ابزاری مانند انبر، چکش، برس سیمی و ... مجهز شد؛ همچنین در ابتدا سیستم تهویه و فن هواکش موجود در کارگاه را روشن کنید.

فعالیت

مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.

- ابتدا لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
- با استفاده از انبر به محل تخلیه قالب‌ها بروید.
- قالب‌هایی که از قبل ریخته‌گری شده‌اند و آماده تخلیه می‌باشند را در محل تخلیه قالب در کنار ماسه‌دان قرار دهید.
- با استفاده از دستکش چرمی لنگه‌های درجه را از یکدیگر باز کنید.
- با استفاده از انبر قطعه را از درون مواد قالب خارج کنید.
- ارتفاع گیره را با قد خود تنظیم کنید.
- قطعه را بر روی گیره، محکم ببندید.
- با استفاده از قلم و چکش و ضربات آرام ماسه اطراف قطعه حذف شود.
- به‌وسیله برس سیمی باقی ماسه اطراف قطعه را از بین ببرید.
- سپس با استفاده از سوهان مثلثی محل برش و جداسازی اضافات سیستم راهگاهی و تغذیه را با کمان‌اره علامت‌گذاری کنید.
- تیغه، کمان و سایر اجزا چک شود تا محکم و فاقد هرگونه ترک و... باشند.
- سیستم راهگاهی، تغذیه و... را با استفاده از کمان‌اره، جداسازی کنید.
- اره‌کاری تحت زاویه ۱۰ درجه نسبت به قطعه کار انجام گیرد.
- نیروی برش به‌صورت یکنواخت و مداوم بر قطعه کار انجام گیرد.
- از تمام طول اره برای جداسازی استفاده شود.
- چنانچه قطعه عیوب سطحی قابل جبرانی دارد برای تعمیر و ترمیم و انتخاب روش مناسب کنار گذاشته شود و چنانچه قابل تعمیر نیست به قسمت شارژ و برگشتی منتقل شود.

شکل ۱۳

فعالیت

مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.

- ابتدا لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
- با استفاده از انبر به محل تخلیه قالب‌ها بروید.
- قالب‌هایی که از قبل ریخته‌گری شده‌اند و آماده تخلیه می‌باشند را در محل تخلیه قالب در کنار ماسه‌دان قرار دهید.
- با استفاده از دستکش چرمی لنگه‌های درجه را از یکدیگر باز کنید. با استفاده از انبر قطعه را از درون مواد قالب خارج کنید.
- قطعه را برروی گیره، محکم ببندید.
- قلم مناسب را برروی چکش برقی نصب و با استفاده از آن ماسه‌زدایی را انجام دهید.
- با استفاده از انبر قطعه را جهت عملیات ماسه زدایی و برس‌کاری به‌روی گیره میزکار محکم ببندید.
- فرچه سیمی مناسب را برروی دستگاه چرخان ببندید و با برس سیمی ماسه‌زدایی را انجام دهید.
- با استفاده از دستگاه سنگ چرخان (سنگ‌دستی)، اضافات را از قطعه جدا کنید.
- با استفاده از سنگ سنباده مناسب سطوح باقیمانده از اره‌کاری و سطح خشن و برجستگی‌های خشن را سوهان‌کاری کنید.

نکات ایمنی

توجه داشته باشید قطعات بریده شده دارای لبه تیز هستند، هنگام جابه‌جایی آنها ازدستکش استفاده کنید.

شکل ۱۴

نکات‌کلیدی

- برای تعویض صفحه سنگ ابتدا دو شاخه دستگاه را از پریز جدا کنید. با توجه به ضخامت صفحه سنگ، طرف صحیح مهره مخصوص محکم‌کننده صفحه، قرار داده شود. از صفحه سنگ سالم استفاده شود. با آچار مخصوص مهره فلنجی محکم کننده کاملاً محکم شود. ابتدا شاسی روشن خاموش چک شود که بر روی حالت خاموش قرار دارد سپس دوشاخه را به پریز وصل کنید.
- برس‌ها نباید در هوای مرطوب یا غبار آلود و محیط اسیدی نگهداری شوند، توصیه می‌شود به‌منظور جلوگیری از زنگ زدگی رشته‌های سیم به خصوص در مناطق مرطوب در بسته‌های نایلونی قرار داده شوند؛ لذا قبل از استفاده از برس و هنگام خارج کردن آن از جعبه، لازم است ظاهر آن بررسی شده و از برس‌های زنگ زده و معیوب استفاده نشود.

نحوه خارج کردن طوقه:

وقتی از برس استفاده شده و سیم‌ها به نزدیک طوقه نگهدارنده رسید لازم است با واردکردن ضربه توسط چکش به طوقه نگهدارنده آن را بیرون انداخته و سپس برس قابل استفاده است.

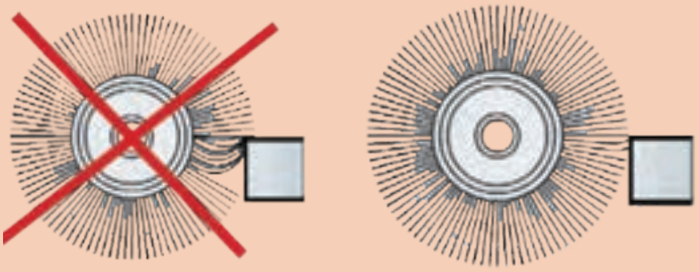
نکات ایمنی

عملیات تمیزکاری اولیه

- در حین باز کردن مواظب پاشش و خروج غبار، ذرات ماسه و انتشار بخار آب و گازهای موجود در قالب باشید.
- به هنگام تخلیه قالب از اعمال ضربه شدید به قالب خودداری کنید.
- در انتخاب جای پای مناسب دقت کنید و قبل از تأمین شرایط تعادل اقدام به ضربه‌زدن نکنید.
- به هنگام خارج کردن قطعه از درون قالب، انبر را در پشت قطعه یا قالب اهرم نکنید.
- قبل از عملیات چکش‌کاری، قطعه کار را برروی گیره ثابت نگه دارید.
- هرگز به قطعه در حالت معلق یا متحرک ضربه نزنید.
- قبل از ضربه‌زدن، وزنه و دسته‌چکش را کنترل کنید که معیوب یا شکسته نباشد. هرگز از چکش با دسته یا وزنه معیوب استفاده نکنید.
- هنگام ضربه زدن به سطوح خشن و شکننده دقت کنید احتمال شکستن و برخورد آن با شما وجود دارد.
- در هنگام وارد کردن ضربه به قطعه، دقت کنید ضربه به‌صورت عمودی به قطعه برخورد کند.
- در صورت استفاده از قلم برای ماسه‌زنی حتماً پشت قلم را با انبر قفلی بگیرید.
- از سالم بودن کمان اره و دسته آن اطمینان حاصل کنید.
- از سالم بودن تیغه اره و نداشتن ترک روی آن مطمئن شوید.
- به هنگام تعویض تیغه اره از صحیح بسته‌شدن جهت تیغه اره مطمئن شوید.
- دسته‌کمان و تیغه اره را محکم به کمان اره ببندید.
- اره به هنگام جلو رفتن براده‌برداری می‌کند و در موقع برگشت کمان اره تیغه درون قطعه را تحت‌فشار قرار ندهید.
- در پایان برش با اره دقت کنید که نیروی دست کم باشد تا باعث جراحت دست نشود.
- به دلیل برنده بودن تیغه اره آن را در جای مطمئن قرار دهید که به کسی آسیب نرسد.
- فقط سر رشته‌های برس بایستی با سطح مورد نظر تماس داشته باشد، فشار بیش از حد به میزان چشمگیری باعث کاهش کارایی و عمر برس‌ها می‌گردد، بنابراین پیشنهاد می‌شود حداکثر تداخل درگیری سطح، بیشتر از ۳٪ طول یال نباشد.
- قبل از شروع به‌کار پیچ صفحه چرخان را محکم کنید.
- برای بلندکردن دستگاه از دسته کمکی استفاده کنید.
- دستگاه روشن را روی میزکار یا زمین برای ساییدن قطعه قرار ندهید.

- در هنگام کار با دستگاه سنگ آن را با دو دست خود محکم ببندید.
- در هنگام کار حتماً از صفحه محافظ استفاده شود.
- در هنگام برش، از حرکت عرضی چپ و راست خودداری کنید.
- از صفحه سایش برای برش‌کاری استفاده نشود.
- برای برش قسمت‌های غیر تخت و مدور از سنگ برش استفاده نشود.
- تنها در هنگام کار دستگاه روشن باشد و بلافاصله پس از اتمام کار آن را خاموش کنید.
- در هنگام کار هرگز دستتان را از روی کلید برق برندارید.
- پس از اتمام کار دستگاه را از پریز برق بکشید.
- برای هر کاری از صفحه برش مناسب آن استفاده کنید.
- برای جلوگیری از گرم شدن قطعه فشار کمی برروی سنگ وارد کنید.
- برای جلوگیری از تغییر فرم قطعه از تمرکز نیرو بر یک نقطه جلوگیری کنید و قطعه را بر روی سنگ حرکت دهید.
- از بردن قطعه‌کار به‌طرف صفحه سنگ خودداری شود.
- فاصله تکیه‌گاه و زبانه را با محافظ تنظیم کنید و پس از هربار صاف‌کردن سنگ سنباده مجدداً تنظیم کنید.
- هیچ‌گاه حفاظ روی سنگ را از محل خود دور نکنید.
- قطعات خیلی کوچک را برای سنگ‌کاری با دست نگیرید.
- هرگز برای متوقف‌کردن سنگ از دست استفاده نکنید.
- درصورتی‌که در حین کار برق قطع شد، حتماً سوئیچ را در حالت خاموش قرار دهید.
- در هنگام برشکاری دستگاه را از طرف بیرون به طرف خود حرکت دهید بدن خود را در معرض جرقه‌ها قرار ندهید.
- به‌هنگام استفاده از فرچه سیمی باید از دستکش جهت جلوگیری از آسیب زدن سیم‌ها به دست استفاده کرد.
- بایستی قبل از روشن نمودن دستگاه از نصب صحیح برس بر روی محور دستگاه و محکم‌بودن آن اطمینان داشته سپس اقدام به روشن نمودن دستگاه و عمل برس‌زنی نماید.
- در طول عملیات برس زنی، برای جلوگیری از برخورد احتمالی رشته‌ها و پلیسه‌های کنده شده باید حفاظ ایمنی دستگاه بسته شده باشد.
- عملیات برس زنی باید در محیطی با تهویه مناسب انجام گیرد و در هنگام کار از کلاه ایمنی، عینک و ماسک مناسب استفاده شود تا گردوغبار ایجاد شده از عملیات برس‌زنی که گاهی سمی نیز می باشد باعث آسیب به کاربر نشود.
- هنگام برس‌کاری سطوح دارای لبه‌های تیز و ناهموار، اگر به‌علت بی احتیاطی، به قطعه کار فشار ناگهانی و ضربه شدید وارد شود، ممکن است به برس صدمه جدی وارد شود و باعث فاصله انداختن بین یال‌های برس می‌شود و توازن آن از بین رفته و دیگر قابل استفاده نمی‌باشد.
- چنانچه اپراتور هنگام برس‌کاری داخل شیارهای باریک و عمیق به‌علت بی‌احتیاطی با فشار ناگهانی و

ضربه شدید برس را وارد کار نماید، ممکن است برس در داخل قطعه کار گیرکند.



شکل ۱۵

آموزه‌های اخلاقی

پس از آنکه بارریزی قطعات چدنی تمام شد، علی‌رغم اینکه هنرآموز در مورد زمان تخلیه قطعات چدنی از قالب اطلاعات کافی را در کلاس بیان کرده است، هنرجویی بلافاصله اقدام به تخلیه قالب می‌کند. در حین تخلیه قالب، قطعه دچار شکست راهگاه می‌شود. سپس هنرجو اقدام به ماسه زدایی می‌کند. اما با توجه به اینکه قطعه از محل راهگاه معیوب شده است در عملیات جداسازی با مشکل مواجه می‌شود. لذا در کلاس به‌نحوی وانمود می‌کند که در اثر شوخی هم‌کلاسی‌اش قطعه به زمین خورده است و شکسته است. اما هنرآموز با مشاهده مقطع شکست محل راهگاه متوجه بروز عیب راه شکن می‌شود.

شما در قالب یک گروه چهار نفره موضوع را بررسی کنید و راهکار مناسب برای برخورد با این اتفاق را بیان کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.

آیا شما رفتار هنرجو را می پذیرید؟ چرا؟

هنرجو در فعالیت کارگاهی خود چه اشتباهاتی را مرتکب شده است؟

چه عواملی باعث شده است که هنر جو با هنرآموز صادق نباشد؟

به نظر شما برخورد هنرآموز با هنرجو به چه صورت باشد تا هنرجو به اشتباه خود پی ببرد؟

پیشنهاد خود را در مورد این حادثه بنویسید.

تمیزکاری

مرحله تمیزکاری به‌منظور افزایش کیفیت سطح قطعه انجام می‌گیرد. افزایش کیفیت سطح قطعه سبب افزایش مقاومت به خوردگی، خستگی و... می‌شود. در این مرحله حذف اثرات باقیمانده از اره کاری، پلیسه‌زنی و... انجام می‌گیرد.

به شکل زیردقت کنید.

شکل ۱۶

شکل ۱۷

تمیزکاری شیمیایی :

در این روش جهت تمیزکاری سطح از مواد شیمیایی استفاده می‌نمایند که به‌شرح زیر می‌باشد:

اسیدشویی(Pickling): از مواد شیمیایی جهت تمیز کردن سطح فلزات استفاده می‌نمایند. گاهی برای تمیزکاری سطح فلز از روش الکترولیز استفاده می‌شود؛ مانند آبکاری سطحی فولادهای زنگ نزن.

شست‌وشو با حلال (Solvent cleaning): این روش از تمیزکاری به دو طریق انجام می‌گیرد: الف) قطعه‌هایی که سندبلاست شده و نباید گرد و خاکی بر روی آن وجود داشته باشد با حلالی مانند الکل سفید؛ شست‌وشو داده می‌شوند؛ ب) قطعاتی که سندبلاست گردیده و بعد از آن آغشته به روغن می‌باشد مورد استفاده قرار می‌گیرند که با محلول مشخصی(White Spirit) مورد شست‌وشو قرار می‌گیرند.

تمیزکاری مکانیکی:

- با تراش‌کاری و ماشین‌کاری (Machining) می‌توان ناصافی‌های ضخیم را از بین برد.
- با سنگ‌زنی سطوح قطعه را صیقل و صاف می‌کنند.
- تمیزکاری دستی(Hand cleaning) (سنگ‌زنی دستی و سوهان‌کاری) که پلیسه‌ها یا اثرات تعمیری جوش را از بین می‌برند.
- تمیزکاری با سنباده‌ها با درجه‌های مختلف که می‌توان سطح فلز را با آنها تمیز کرد.
- تمیزکاری به‌وسیله برس‌های سیمی؛
- تمیزکاری به‌وسیله برس‌های برقی؛
- ماسه زنی (ماسه پاشی یا سندبلاست)، اکسیدهای سطحی و ماسه چسبیده به سطح قطعه را تا ۲ میلیمتر از بین می‌برد.
- ساچمه زنی (ساچمه پاشی یا شات بلاست) با ساچمه‌های چدنی با قطر ۵ میلیمتر؛
- تمیزکاری سطح قطعه با پاشش ذرات آب با فشار زیاد(Jet blast) .

فعالیت

در مورد سایر روش‌های تمیزکاری قطعات با تکنولوژی‌های پیشرفته مانند لیزر و... تحقیق کنید و نتایج را در کلاس ارائه دهید.

سوهان کاری

برای براده برداری اثرات باقیمانده ناشی از جداسازی سیستم راهگاهی و تغذیه و همچنین از بین بردن پلیسه‌ها از سوهان استفاده می‌شود. انواع سوهان از لحاظ شکل، اندازه اسمی و نحوه کاربرد آنها در سال قبل در کتاب مدل‌سازی و ماهیچه‌ها به طور کامل توضیح داده‌شده است.

فعالیت

در مورد انواع روش‌های ساخت و تولید سوهان تحقیق کنید، سپس نتایج جست‌وجو و تحقیق خود را در کلاس ارائه دهید.

سنگ زنی

برای صافکاری، پلیسه‌زنی و از بین بردن اثرات باقیمانده اره کاری و جداسازی از سنگ سنباده نیز استفاده می‌شود. سنگ سنباده توسط قاب محافظ پوشیده شده است تا از خطرات احتمالی جلوگیری کند. همچنین در جلوی سنگ سنباده تکیه‌گاه قابل تنظیمی وجود دارد که با فاصله کمی از محیط سنگ تنظیم شده است. چنانچه فاصله زیاد باشد امکان ذوب شدن قطعه کار و یا گیرکردن قطعه کار بین سنگ و تکیه‌گاه وجود دارد. سنگ‌ها را باید از تصادم و ضربه محافظت کرده و در محل خشکی نگاهداری کنند.

ترکیبات سنگ سنباده: سنگ‌های سنباده از ذرات سخت گوشه‌دار و تیز (وسیله تیز کردن) که با چسب مخصوصی بهم متصل شده‌اند ساخته می‌شوند.

انواع مواد سنباده‌زنی :مواد سنباده‌کاری بر دو نوع‌اند مصنوعی و طبیعی. مواد سمباده کاری طبیعی عبارت‌اند از کروندوم طبیعی و خاک سنباده یک نوع از مواد سنباده زنی طبیعی سنگ چخماق است. برای سنگ‌های سنباده اغلب مواد سنباده‌کاری مصنوعی مصرف می‌شود؛ مانند: الکتروکروند و سیلسیم‌کاربید.

انتخاب وسیله یا مواد سنباده‌زنی :کروند طبیعی برای فولاد و سیلسیم کاربید برای فلزات شکننده مانند چدن استفاده می‌شود.

فعالیت

در مورد فرایند تولید سنگ سنباده تحقیق کنید.

انتخاب دانه‌بندی:

الف) دانه‌بندی خشن: سنگ‌های سنباده‌ای که دانه‌بندی درشت داشته باشند دارای قدرت زیاد بوده ولی سطح قطعه‌کار زبر خواهد بود.

ب) دانه‌بندی ظریف: قدرت سنباده کاری این‌گونه سنگ‌ها کم بوده ولی سطح کار را کاملاً صاف پرداخت می‌نمایند.

اتصال یا چسب مواد سنباده‌کاری: ذرات بی‌شمار تیزکننده با چسبی مخلوط شده و در قالب‌ها به فرم سنگ سنباده در می‌آیند. چسب سرامیک، چسب معدنی، چسب ماگنزیت، چسب سیلیکات، چسب گیاهی و... . انتخاب چسب براساس کاربرد و بزرگی سطح اصطکاک حاصل بین سنگ سنباده و قطعه کار بستگی دارد.

سختی سنگ‌های سنباده: اگر در موقع سنگ زدن یکی از دانه‌های سنگ کند شود در نتیجه اضافه شدن فشار

برش آن دانه از چسب بدنه جدا خواهد شد. سختی یا نرمی سنگ هیچ ارتباطی با سختی ذرات سنباده کاری ندارد بلکه ارتباط مستقیم با نوع چسب یا اتصال آن دارد. سنگ‌های سخت نسبت به سنگ‌های نرم دارای اتصال محکم‌تری هستند. درجه سختی سنگ‌های سنباده را با حروف مشخص می‌کنند.

انتخاب درجه سختی: ذرات کند و سائیده شده سنگ بایستی از چسب جدا و جای خود را به دانه‌های تیز بدهند؛ از این جهت سنگ‌های نرم را برای فلزات سخت و سنگ‌های سخت را برای فلزات نرم به‌کار می‌برند. چنانچه سطح اصطکاک بین سنگ و قطعه کار زیاد باشد دانه‌های سنگ خیلی زود سائیده می‌شود و به این جهت برای چنین کارها لازم است که سنگ‌های نرم به‌کاربرده شود و در مورد سختی سنگ سنباده باید سختی سنگ را از سختی کار تشخیص داد.

تخلخل سنگ‌های سنباده :منظور از تخلخل عبارت از تقسیمات فضایی دانه‌ها و وسیله اتصال (چسب) و سایر سوراخ‌ها و خلل و فرجی است که در سنگ موجود است. میزان تخلخل را معمولاً با اعداد مشخص می‌کنند.

سنباده کاری

سنباده عبارت است از دانه‌های سخت ساینده و خورنده‌ای که با چسب‌های مخصوص مخلوط شده و برروی صفحات کاغذی و پارچه‌ای مخصوص چسبانده می‌شود و برای ساییدن و پرداخت در صنعت از آن استفاده می‌شود.

مواد ساینده مورد استفاده:

الف) مواد طبیعی: ماسه، سنگ چخماق (فلینت)، سنگ کوارتز، سنگ لعل (گارانت)؛

ب) مواد مصنوعی: کربور سیلیسیم، اکسید آلومینیم، براده فلزات،کاربید سیلیسیم.

انواع سنباده از لحاظ نوع پشت بند: پشت بند کاغذی، پشت بند پارچه‌ای، پشت بند الیافی(که برای قطعات فلزی و آلیاژی به‌کار می‌رود).

انواع سنباده از لحاظ شکل ظاهری و ابعاد: صفحه‌ای یا ورقه‌ای، رولی یا توپی، رولی با پشت بند پارچه‌ای، رولی با پشت‌بند کاغذی، سنباده تسمه‌ای یا نواری (نواری پرعرض، نواری کم‌عرض)، سنباده دیسکی یا دایره‌ای، سنباده پره‌ای یا ورقه ورقه.

شکل ۱۸

استاندارد و درجه‌بندی

سنباده‌ها بر اساس ریزی و درشتی ذرات ساینده و تعداد آنها در واحد سطح (اینچ مربع) درجه بندی و شماره‌گذاری می‌شوند هر قدر تعداد دانه‌ها بیشتر می‌شود اندازه آنها نیز ریزتر می‌شود بنابراین نرم‌تر می‌شود. در ایران معمولاً از سیستم اروپایی برای شناسایی درجه استفاده می‌شود.

جدول گروه‌بندی درجه‌های سنباده							
درجه	فوق‌العاده نرم	خیلی نرم	نرم	متوسط	زبر	خیلی زبر	فوق‌العاده زبر
شماره در سیستم اروپایی	۴۰۰ تا ۶۰۰	۲۲۰ تا ۳۸۰	۱۶۰ تا ۲۰۰	۱۲۰ تا ۱۵۰	۸۰ تا ۱۲۰	۴۰ تا ۸۰	۱۲ تا ۳۰

سنباده پوست آب :کاغذهایی هستند که چسب ضد آب سیلیس دارند و برای کارهایی که باید همراه آب استفاده شوند به‌کار می‌رود آب ذرات را به بیرون هدایت می‌کند و از پر شدن فاصله بین ذرات جلوگیری می‌کند.

نکته

در سنباده کاری باید به نکات زیر توجه کرد:

- همیشه از سنباده زبر شروع شده و به ترتیب از سنباده نرم‌تر استفاده می‌شود.
- در موقع سنباده‌زدن از تمام جهات و قسمت‌های آن استفاده کنید.
- سنباده‌های زبر پس از استفاده نرم شده و می‌توان به‌جای سنباده نرم استفاده کرد.
- هنگام استفاده با دست سنباده را از عرض نصف نموده و آن را سه لا کنید این کار باعث می شود هنگام کار سنباده نلغزد و آسیب به انگشتان نزند.

شکل ۱۹

دستگاه سنباده نواری:

دستگاه سنباده برای پرداخت‌کاری نهایی قطعه ریختگی استفاده می‌شود. سنباده‌های نواری قابل استفاده در انواع دستگاه‌های نواری که در حالت‌های مختلف افقی، تخت و زاویه دار کار سایش را انجام می‌دهند می‌باشد.

شکل ۲۰

پلیسه گیری قطعه

در کارگاه ریخته‌گری عوامل مخاطره آمیز زیادی وجود دارد. در هنگام تمیزکاری امکان پرتاب پلیسه و براده، تولید گازهای سمی انتشار گرد و غبار و... وجود دارد، لذا قبل از انجام تمیزکاری باید به وسایل ایمنی فردی مانند: دستکش، ماسک، عینک و... و ابزاری مانند انبر، چکش، برس سیمی و... مجهز شوید؛ همچنین در ابتدا سیستم تهویه و فن هواکش موجود در کارگاه را روشن کنید. در هنگام عملیات تمیزکاری باید محیط کارگاه از روشنایی کافی برخوردار باشد.

فعالیت

مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.

- لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
- سوهان و آلومینیوم سای مناسب را انتخاب کرده و سپس از سلامت آج و دسته آن اطمینان حاصل کنید.
- قطعه را روی گیره ببندید.
- با استفاده از آلومینیوم سای محل بروز و تشکیل پلیسه‌ها را تمیزکاری کنید.
- محل جداسازی سیستم راهگاهی و تغذیه را با استفاده از آلومینیوم‌سای سوهان‌کاری کنید.
- قطعه را از روی گیره باز کنید تمامی سطوح سوهان‌کاری شده را کنترل کنید.
- با استفاده از سنباده نواری یا سنباده دستی اثرات سوهان‌کاری را از بین ببرید.
- با استفاده از برس سیمی اقدام به تمیزکردن آج‌های سوهان کنید.
- میزکار خود را تمیزکنید و براده‌های بین گیره و میزکار را جمع آوری و در ظرف براده‌های فلزی آلومینیوم بریزید.
- چنانچه قطعه عیوب سطحی قابل جبرانی دارد برای تعمیر و ترمیم و انتخاب روش مناسب کنار گذاشته شود و چنانچه قابل تعمیر نیست به قسمت شارژ و برگشتی منتقل شود.

فعالیت

مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.

- ابتدا لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
- قطعه را روی گیره، محکم ببندید.
- صفحه برش را از روی دستگاه سنگ باز کنید و صفحه ساب مناسب ۶ میلی‌متری را بر روی دستگاه نصب کنید.
- با استفاده از دستگاه سنگ فرز دستی اقدام به پلیسه‌گیری و تمیزکاری قطعه بکنید.
- قطعه را از روی گیره باز کنید سپس با استفاده سنباده نواری پلیسه و اثرات باقیمانده ناشی از سنگ‌زنی را صیقل دهید.
- میزکار خود را تمیزکنید و براده‌های بین گیره و میزکار را جمع آوری و در ظرف حمل براده‌های فلزی آلومینیوم بریزید.
- قطعه را از روی گیره بازکنید.
- چنانچه قطعه عیوب سطحی قابل جبرانی دارد برای تعمیر و ترمیم و انتخاب روش مناسب کنار گذاشته شود و چنانچه قابل تعمیر نیست به قسمت شارژ و برگشتی منتقل شود.

نکات ایمنی

عملیات پلیسه گیری

- پس از اتمام کار ابزار را نظافت کنید.
- سوهان را مطابق شکل در دست بگیرید.
- در سوهان‌کاری براده برداری در هنگام حرکت به سمت جلو انجام می گیرد. لذا در مسیر برگشت به سوهان فشار وارد نکنید.
- پس از مدتی شیارهای سوهان از براده پر می‌شوند؛ لذا با استفاده از برس سیمی تمیز شود.
- هرگز به سوهان گریس و روغن آغشته نشود.
- هرگز از سوهان بدون دسته یا بادسته ترکدار، شکسته و معیوب استفاده نکنید.
- دسته سوهان در جای خود محکم باشد.
- از ضربه زدن به سوهان خودداری کنید.
- جا زدن غلط دسته سوهان ممکن است به دست شما آسیب برساند.
- از صفحه برش برای سنگ زنی استفاده نشود.
- قبل از انجام کار با سنگ ساب سیم و دوشاخه برق را کنترل کنید.
- قبل از انجام کار، محافظ و دستگیره دستگاه را کنترل کنید.
- قبل از انجام تمیزکاری صفحه دستگاه را کنترل کنید تا فاقد هرگونه ترک و زدگی باشد.
- برای صیقل دادن از صفحه سنگ ۶ میلی‌متری استفاده کنید.
- در کارهای خشن از صفحه سنگ سه میلی‌متری استفاده نکنید.
- از سلامت و اتصال سیستم ارت دستگاه مطمئن باشید.

- در هنگام روشن بودن دستگاه نباید دست را برای بازکردن گیره یا اندازه‌گیری جلو برد.
- دستگاه باید دارای سیستم حفاظتی کامل باشد و شخصی که با آن کار می‌کند باید دارای وسایل ایمنی باشدکامل باشد.
- در هنگام تعویض صفحه سنگ حتماً دو شاخه را از برق در آورید و به کلید دستگاه اکتفا نکنید.
- در زمان کار با دستگاه آن را از بدن خود دور کنید.
- در صورت بروز مشکل و نقص در دستگاه آن را برای تعمیر نزد افراد متخصص ببرید.
- چنانچه حین کار دستگاه دچار مشکل شد بلافاصله آن را خاموش و به هنرآموز اطلاع دهید.

ماسه زنی(ماسه پاشی یا سند بلاست)

همان‌طور که در درس شیمی پایه دهم خوانده‌اید، برای حفاظت سطوح قطعه در برابر عوامل خارجی و خوردگی، سطح قطعه را رنگ‌آمیزی می‌کنند؛ قبل از رنگ‌آمیزی باید سطوح قطعه را با روش مناسب آماده سازی کرد. رایج‌ترین روش آماده سازی سطوح قطعه، ماسه‌زنی(Sand blast) و ساچمه‌زنی(Shot blast) است.
به شکل زیر دقت کنید.

شکل ۲۱

همان‌طور که در شکل می‌بینید با انجام عملیات ماسه‌زنی می‌توان کیفیت سطح قطعه را بالا برد و آلودگی‌ها و ناخالصی‌های سطحی را از بین برد.

شکل ۲۲

فیلم

ماسه‌زنی و ساچمه‌زنی

ماسه زنی یکی از روش‌های تمیزکاری سطوح قطعات است که در آن با استفاده از فشار هوا، مواد ساینده را بر روی سطح قطعه می‌پاشند. این روش مشابه سنباده زدن با ورق‌های سنباده است با این تفاوت که مشکلاتی از قبیل ایجاد گوشه یا برآمدگی در سطح پایانی به‌وجود نخواهد آمد. در اثر برخورد شدید ذرات ماسه بر روی سطح

قطعه تمامی برجستگی‌ها، پلیسه‌ها و ناخالصی‌های سطحی شامل ماسه‌های باقیمانده، زنگ و... از روی سطح قطعه جدا می‌شود. این روش متداول‌ترین روش تمیزکاری قطعات در صنعت است که به‌طور گسترده در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ویژگی‌های ماسه زنی:

- سطح قطعه چکشی و براق می‌گردد.
- در صورت لزوم می‌توان سطح قطعه مات و زبر گردد.
- درجه زبری ایجاد شده بر روی سطح بستگی به جنس و اندازه مواد ساینده و دستگاه دارد.

دستگاه ماسه‌سازی کارگاهی

کابین ماسه‌زنی

دیگ ماسه

شکل ۲۳

ماسه‌زنی بر اساس کیفیت سطح مورد نیاز، به چهار گروه دسته‌بندی می‌شود:

Sa۱: ماسه زنی سبک است و تنها به‌منظور حذف عمده ماسه و پلیسه‌های سطحی قطعه انجام می‌گیرد.

Sa۲: ماسه زنی سبب می‌شود جزئیات سطح تا ۶۰ درصد حذف شوند.

Sa۲/۵: ماسه زنی تقریباً کامل انجام می‌گیرد و ۹۰ درصد جزئیات سطحی قطعه از بین می‌رود.

Sa۳: ماسه‌زنی کامل است که منجربه تمیزی، صیقلی و قابل رؤیت بودن سطوح براق قطعه می‌شود.

روش کار ماسه زنی

در این روش دستگاه تولید هوای فشرده(کمپرسور) هوا را با شیلنگ به مخزن ماسه متصل می‌کنند. ماسه از مخزن به‌صورت کنترل شده در مسیر هوای فشرده قرار می‌گیرد و از نازل خروجی با فشار خارج می‌شود. چنانچه نازل خروجی به طرف سطح فلزی گرفته شود باعث تمیز شدن و زبر شدن سطح می‌شود. قبل از شروع ماسه‌زنی سطح فلز باید بازرسی شده و آلودگی‌های روغنی با تینر تمیز شود. تجهیزات مورد استفاده در روش ماسه زنی شامل:

- کمپرسورهوا؛
- شیلنگ هوا جهت دمش(blasting) ماسه و هوا؛
- نازل ماسه زنی (لوله خروج ماسه با فشار)؛
- محفظه ماسه؛
- ماسه.

مواد ساینده

انتخاب مواد ساینده بسیار حائز اهمیت است. ماده ساینده انتخابی باید دارای سختی بالا، شکل و حتی چگالی (وزن مخصوص) مناسبی باشد. هر یک از مواد ساینده مورد استفاده در اندازه‌های مختلف وجود دارند. تعدادی از ساینده‌های متداول به شرح زیر می‌باشد.

- ماسه سیلیس؛
- مسباره؛
- سرامیک ـ خاکه سرامیک؛
- ذرات شیشه؛
- خرده شیشه؛
- اکسید آلومینیوم،
- کاربید سیلسیم.

فعالیت

در مورد نحوه تولید، کاربرد و خواص مواد ساینده زیر تحقیق کرده و جدول زیر را تکمیل کنید.

ماده ساینده	نحوه تولید	خواص	کاربرد	ویژگی
مسباره				
سیلیس				

شکل ۲۴

بازرسی آماده سازی سطح

- آماده‌سازی سطح باید در هوای خشک انجام شود. اگر دمای هوا در حدود نقطه شبنم (dew point) باشد سطح ماسه زنی سریعاً زنگ می‌زند.
- قبل از بازرسی سطح ماسه زنی شده، باید با هوای فشرده گرد و خاک آن تمیز شود. تمام گوشه‌ها و لبه‌ها باید به‌دقت بازرسی شود.
- آثار شکستگی ماسه روی سطح ماسه زنی شده را با برس سیمی و سنباده باید خوب تمیز تا از تاول‌زدگی رنگ جلوگیری شود.
- زمان بین پایان ماسه‌زنی و رنگ‌کاری نباید از ۴ ساعت تجاوز کند.

در هنگام ماسه زنی باید موارد زیر را رعایت کرد:

هوای فشرده باید بدون چربی و روغن و رطوبت باشد.

- ماسه خروجی باید فاقد ترکیبات آهکی باشد (آهک سبب چسبیدن بر روی سطح قطعه و تخریب سطح قطعه می‌شود.)
- بعد از ماسه‌زنی بلافاصله سطح قطعه باید با رنگ آستری پوشیده شود.
- جهت خروج ماسه، نازل و سطح باید زاویه‌ای در حدود ۴۵ درجه با یکدیگر داشته باشند. درصورتی‌که زاویه عمودی باشد سبب شکسته شدن ماسه روی سطح می‌شود و اگر مقدار زاویه کمتر باشد راندمان و زبری ماسه‌زنی کمتر می‌شود.
- پس از پایان عملیات ماسه‌زنی می‌توان با استفاده از دستگاه صافی‌سنج (gauge roughness) میزان کیفیت سطوح را اندازه‌گیری کرد. سطوحی را که میزان صافی آنها تا ۰/۸ میکرومتر است، سطح صاف و سطوحی که ضخامت آنها به ۱۲/۵ تا ۱/۲ میکرون می‌رسد سطح خشن می‌نامند.

نکات‌کلیدی

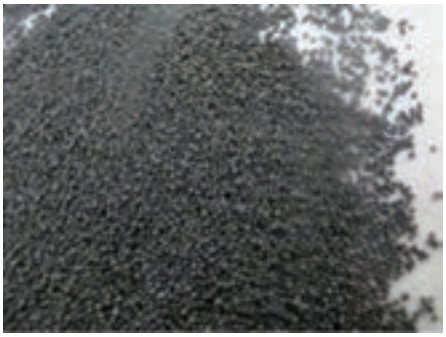
خطرات ناشی از عملیات ماسه زنی

خطرات بهداشتی ناشی از عملیات ماسه زنی برای فلزات و آلیاژهای مختلف در جدول زیر نشان داده شده است.

جنس	خطرات بهداشتی احتمالی	حد مجاز mg/m^3
آلومینیوم	سبب تحریک سیستم تنفسی می‌شود	۱۵
مس	سبب تحریک سیستم تنفسی می‌شود	۱
آهن	سبب سیدروزین می‌شود	۱۰
روی و مس	سبب تب دود فلزی می‌شود	۱۵
سرب	سبب نورپانی محیطی بالینی و تحت بالینی، شکست سلول‌های خونی و کم‌خونی، نقص عملکرد کلیه افزایش فشارخون، کاهش تعداد اسپرم و افزایش احتمال سرطان می‌شود	۰/۰۵

ساچمه زنی (ساچمه پاشی یا شات بلاست)

یکی دیگر از روش‌های افزایش کیفیت سطح قطعه ساچمه زنی است.



ساچمه

دستگاه ساچمه‌زنی قابل حمل

دستگاه ساچمه‌زنی کارگاهی

شکل ۲۵

فیلم

ساچمه‌زنی

در این روش، سطح فلز توسط پرتاب ساچمه‌های فلزی تمیزکاری می‌شود. انرژی لازم برای پرتاب ساچمه‌ها از یک توربین تحت نیروی گریز از مرکز به‌دست می‌آید و قطعه در یک محفظه مورد بارش ساچمه‌ها قرار می‌گیرد. فلسفه پیدایش این ماشین‌ها به‌منظور حذف نیروی انسانی، کاهش هزینه‌ها و معضلات زیست محیطی بوده است. از طرفی در هر فضایی قابل اجرا و سرو صدای کمتری ایجاد می‌کند. در این روش امکان جمع آوری ذرات فلزی وجود دارد. محدودیت‌های بهداشتی این روش نسبت به ماسه زنی کمتر است و دیگر نیاز به فضای محصور و مراقبت‌های زیست محیطی شدید را ندارد و از سرعت عمل بیشتری نیز برخوردارست.

روش کار ساچمه زنی

در این دستگاه‌ها ساچمه‌های فولادی پس از وارد شدن به توربین‌های گریز از مرکز دستگاه شتاب می‌گیرند پره‌های پارو مانند قابل تغییر داشته و سرعت بالایی دارد. مواد ساینده در طول شعاع چرخشی پره‌ها حرکت کرده و با سرعت زیاد در جهت قابل تنظیم و تعیین شده برخورد می‌کنند. همین که ماده ساینده با سطح برخورد کرد آن را تمیز می‌کند، سپس ماده ساینده کمانه کرده و داخل اتاقکی می‌شود که مجدداً مورد مصرف قرار می‌گیرد، ماده ساینده قابل مصرف از گرد و غبار و مواد اضافی جدا شده و مجدد استفاده می‌شود. جریان هوا گردو غبار را توسط شیلنگ به جمع‌کننده گرد و غبار برده که از آنجا دور ریخته می‌شود. ساچمه زنی عمدتاً در کارهای صنعتی و قطعات با تیراژ بالا استفاده می‌شود. با استفاده از ساچمه زنی می‌توان ماسه چسبیده به قطعه، زنگ احتمالی قطعات را حذف و یا قبل از رنگ‌آمیزی و آبکاری برای بهبود چسبندگی رنگ به سطح قطعه اقدام به زبر کردن سطح قطعه کرد.

برای دستیابی به بهترین کیفیت سطح در ساچمه زنی باید به نکات زیر توجه کرد:

- اگر قطعه به گریس یا روغن آغشته شده است، ابتدا سطح قطعه را با شوینده مناسب تمیز کنید.
- سطح قبل از ساچمه زنی باید خشک باشد.

شکل ۲۶

- ابتدا محدوده کوچکی را ساچمه زنی کنید در صورت مورد تأیید بودن باقی سطح قطعه را نیز ساچمه زنی کنید.
- تا حد ممکن از ریزترین ذرات فلزی استفاده شود تا بهترین نتیجه به‌دست آید. ذرات ریز کیفیت سطح بهتری ایجاد می‌کنند.
- هرچه سطح پرتاب ناودانی پر نگه داشته شود، کیفیت سطح بهتری به‌دست می‌آید.
- در هنگام توقف دستگاه، شیر کنترل را ببندید. درغیر این‌صورت عمق سطح ساچمه زنی بیشتر می‌شود.
- از ذرات با اندازه نامناسب و غیر یکنواخت استفاده نکنید.
- در لایه اول ساچمه زنی عمق لایه‌برداری زیادی را مدنظر قرار ندهید.

پرسش

فرق ماسه زنی (سندبلاست) وساچمه زنی(شات بلاست) چیست؟ کاربرد هر یک را بنویسید.

مراحل‌کار ماسه زنی و ساچمه زنی

ابتدا کلیه وسایل و تجهیزات و مصالح مورد نیاز از قبیل کمپرسور باد، میکسر بادی، همزن، پمپ ایرلس، ماسه را کنترل کرده و در محل مورد نظر در کارگاه یا فضای در نظر گرفته شده قرار دهید. عملیات ماسه زنی باید طبق استاندارد و دستورالعمل دستگاه انجام شود. هر دستگاهی بر اساس یک استاندارد مشخص تهیه شده است لذا باید قبل از شروع به فعالیت کاتالوگ، استاندارد و دستورالعمل مربوطه کاملاً مطالعه شود. برای شروع به‌کار شرایط جوی، وزش باد و رطوبت هوا باید مدنظر قرار گیرد.

فعالیت

مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.

- ابتدا لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
- قطعه را در محل در نظر گرفته شده برای ماسه زنی قرار دهید.
- نکات ایمنی و بهداشتی در مورد فضای کارگاهی و ماسه زنی را در هنگام کار مد نظر داشته باشید.
- قبل از استارت کمپرسور تمام شیلنگ‌ها، سر شیلنگ و نازل را مورد بررسی قرار دهید.
- فیلتر و سیستم برق و ارت را بازرسی کنید.
- نازل را تحت زاویه ۴۵ نسبت به سطح قطعه قرار دهید.
- استقامت و تعادل خود را برای بازکردن شیر نازل حفظ کنید.
- نازل را به سمت محل مدنظر نشانه بگیرید.
- سطح قطعه را مورد پاشش ماسه قرار دهید.
- پس از اتمام کار شیر نازل را ببندید.
- قطعه را بررسی کنید در صورتی‌که هنوز قسمتی از قطعه نیاز به ماسه زنی دارد به فعالیت ادامه دهید.
- ماسه پاشیده شده در اطراف را جمع‌آوری و الک کنید.

- ماسه را دوبار الک و به مخزن ماسه بازگردانید.
- شست‌وشوی سر و صورت و در صورت امکان استحمام کامل انجام گیرد.
- چنانچه قطعه عیوب سطحی قابل جبرانی دارد برای تعمیر و ترمیم و انتخاب روش مناسب کنار گذاشته شود و چنانچه قابل تعمیر نیست به قسمت شارژ و برگشتی منتقل شود.

نکته

کارگاه ریخته گری مجهز به دستگاه ساچمه زنی باید دارای تهویه مناسب و تجهیزات حفاظت فردی متناسب باشد.

فعالیت

مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.

- ابتدا لباس‌کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
- قطعه را در محل درنظر گرفته شده برای ساچمه زنی قرار دهید.
- نکات ایمنی و بهداشتی در مورد فضای کارگاهی و ساچمه زنی را در هنگام کار مدنظر داشته باشید.
- قبل از استارت کمپرسور تمام شیلنگ‌ها، سر شیلنگ و نازل را مورد بررسی قرار دهید.
- فیلتر و سیستم برق و ارت را بازرسی کنید.
- نازل را تحت زاویه ۴۵ نسبت به سطح قطعه قرار دهید.
- استقامت و تعادل خود را برای بازکردن شیر نازل حفظ کنید.
- نازل را به سمت محل مدنظر نشانه بگیرید.
- سطح قطعه را مورد پاشش قرار دهید.
- پس از اتمام کار شیر نازل را ببندید.
- قطعه را بررسی کنید در صورتی‌که هنوز قسمتی از قطعه نیاز به ساچمه زنی دارد به فعالیت ادامه دهید.
- ساچمه پاشیده شده در اطراف را جمع‌آوری و الک کنید.
- چنانچه قطعه عیوب سطحی قابل جبرانی دارد برای تعمیر و ترمیم و انتخاب روش مناسب کنار گذاشته شود و چنانچه قابل تعمیر نیست به قسمت شارژ و برگشتی منتقل شود.

نکات ایمنی

در ایمنی کار ماسه زنی باید نکاتی از قبیل: کنترل گرد و غبار، تأمین هوای سالم در حین کار، حفاظت فردی حین کار و کنترل اثرات زیست محیطی ناشی از فعالیت در حین کار مورد توجه قرارگیرد.

۱ از ماسه با حداکثر ۱٪ سیلیکا استفاده شود.
۲ سعی شود به‌جای سیلیکا از مس باره استفاده شود.
۳ ماسه زنی باید در محیطی محصور انجام گیرد.
۴ محل ماسه زنی، باید توسط علائم ایمنی مشخص شود.
۵ قبل از انجام کار باید سیستم اعمال فشار و آمادگی تجهیزات کنترل شود.
۶ هنرجو و هنرآموز بایست مجهز به لوازم حفاظت فردی شامل : لباس کار یکسره و چسبان و کلاه ایمنی مناسب باشد.

۷ بازکردن سوپاپ اطمینان، مانومتر و سایر تجهیزات ایمنی ظروف مخازن تحت فشار اکیداً ممنوع است.
۸ در صورتی که در حین کار نازل از دست خارج شد باید فوراً لوله ارتباط مخزن را قطع کرد.
۹ ماسه خروجی را باید به هنگام بازگرداندن به مخزن ماسه دوبار الک کنید.
۱۰ اگر به هنگام کار، ماسه درون نازل گیرکند ابتدا دستگاه را متوقف کنید و پس از رفع گیر مجدداً به کار خود ادامه دهید.
۱۱ محیط انجام ماسه زنی باید دارای وسایل پزشکی و ایمنی بهداشتی کافی باشد.
۱۲ قبل از انجام کار آموزش‌های لازم جهت کار و همچنین بستن مانومتر و شیر مخلوط کن مواد ساینده را به هنرجو داده و یا باز آموزی کنید.
۱۳ پس از اتمام کار شیلنگ‌ها را جمع آوری و در محیطی به دور از نور خورشید و مواد خورنده نگهداری کنید.
۱۴ درصورت وزش باد در محیط، ماسه زنی را قطع کنید.
۱۵ تمام شیلنگ‌ها باید از جنس پلاستیک باشند و دارای سیم ارت جهت جلوگیری از ایجاد الکتریسته ساکن باشند.
۱۶ خوردن و آشامیدن در حین کار اکیداً ممنوع می‌باشد.
۱۷ بعد از اتمام کار حتماً شست‌وشوی کامل و یا استحمام انجام گیرد.
۱۸ پس از پایان کار یک لیوان شیر بنوشید.

رنگ آمیزی

فلزات و آلیاژها تمایل بالایی برای واکنش با محیط اطراف خود دارند، که این امر سبب خوردگی(Corrosion) قطعه می‌شود. در اثر خوردگی خواص فلزات یا آلیاژها به شدت کاهش می‌یابد؛ در نتیجه عمر کارکرد قطعه کم می‌شود. برای جلوگیری از خوردگی فلزات روش‌های مختلفی وجود دارد، یکی از این روش‌ها ایجاد پوشش مناسب است. رنگ‌ها نوعی پوشش شیمیایی هستند که با تشکیل یک فیلم نازک، پیوسته و یکنواخت بر روی سطح قطعه ایجاد شده و سبب حفاظت سطح و زیبایی آن می‌شوند.
به شکل زیر دقت کنید.

شکل ۲۷

همان‌طور که دیده می‌شودیکی از راه‌های جلوگیری از خوردگی و زنگ زدن قطعات رنگ‌کاری آن است.

رنگ عبارت است از مخلوط مایع دارای رنگدانه که پس از اجرای آن به‌صورت فیلم نازک، تبدیل به سطح غیرشفافی بر روی سطح قطعه می‌شود. رنگ از سه جزء: پایه اصلی(رنگدانه Pigment)، حلال(Solvent) و مواد افزودنی(Additive) تشکیل می‌شود. رنگدانه‌ها از ذرات بسیار ریز به‌کار رفته در ساخت رنگ هستند که در یک حامل رزینی (بخش مایع رنگ) معلق هستند. رزین وظایف ایجاد فیلم نفوذ ناپذیر روی سطح، چسبندگی به سطح و مقاومت در مقابل عوامل خورنده دارد. هرچه سطح فلز تمیزتر باشد چسبندگی به طریق شیمیایی و قطبی افزایش می‌یابد و هر چه سطح فولاد زبرتر باشد چسبندگی رزین به طریق مکانیکی افزایش پیدا می‌کند. رنگدانه‌ها وظیفه زیبایی و نوع فام رنگ را دارند و به دو دسته رنگدانه‌های طبیعی و سنتزی تقسیم می‌شوند. هر کدام نیز به رنگ دانه‌های آلی و معدنی تقسیم می‌شوند.

رنگ در مصارف صنعتی به سه دسته تقسیم می‌شود:

الف) لایه آستری(Primer)؛ اولین لایه ایجاد شده بر روی سطح که پایه و اساس رنگ می‌باشد و تمام لایه‌ها بر روی آن قرار می‌گیرند. در لایه آستری رنگدانه‌هایی که خاصیت ضد خوردگی دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد. رنگدانه روی و رنگدانه سرب در لایه میانی. رنگدانه‌ها به‌عنوان ماده پرکننده عمل می‌کنند. در تشکیل لایه ضخیم فیلم شرکت کرده و به‌عنوان تقویت‌کننده از تشکیل ترک و شکستگی فیلم رنگ جلوگیری می‌کند. آستری باید دارای ویژگی‌های زیر باشد.

- چسبندگی عالی به سطح قطعه؛
- مقاومت در برابر عوامل خورنده؛ رنگ‌دانه‌های موجود در رنگ سبب توقف یا به تأخیر انداختن خوردگی در آستری می‌شوند.
- چسبندگی خوب با لایه میانی؛
- انعطاف پذیری مناسب.

ب) لایه میانی(Intermediate): ترکیب شیمیایی لایه میانی از اهمیت بالایی برخوردارست. لایه میانی باید دارای ضخامت فیزیکی، مقاومت شیمیایی، حداقل سرعت تبخیر و انتقال بوده و حداکثر مقاومت در برابر سایش و ضربه را ایجاد کند.لایه میانی باید چسبندگی خوبی به لایه آستری داشته باشد. اگر لایه میانی و آستری با یکدیگر اتصال خوبی نداشته باشند؛ پوشش لایه نهایی خیلی زود از بین می‌رود. از آنجا که لایه میانی همواره دارای نواقصی می‌باشد. لذا باید برروی آن لایه نهایی اعمال شود. ویژگی‌های عمده لایه میانی شامل:

- تأمین ضخامت لازم برای کل پوشش؛
- مقاومت بسیار زیاد در برابر خوردگی و مواد شیمیایی؛
- مقاومت زیاد در برابر ورود رطوبت و بخار؛
- ایجاد مقاومت الکتریکی؛
- چسبندگی بسیار قوی به آستری و لایه نهایی؛

ج) لایه نهایی(Finish Coat). مهم‌ترین ویژگی‌های لایه نهایی شامل:

- فراهم کردن یک لایه مقاوم مکانیکی و شیمیایی بر روی کل قطعه؛
- تشکیل سد مقاوم در برابر عوامل زیرین و بیرونی(محیطی)؛
- ایجاد یک سطح سخت و غیر قابل فرسایش بر روی سطح قطعه؛
- ایجاد جلوه زیبایی از قطعه؛

لایه نهایی که بر روی لایه میانی اعمال می‌شود؛ در خلل و فرج لایه میانی نفوذ می‌کند، و به‌عنوان خط مقدم

جلوگیری در برابر عوامل محیطی و خورنده محسوب می‌شود. البته باید یادآور شد که در قطعاتی که در صنایع نفت و گاز به‌کار می‌روند عمدتاً تنها از یک لایه برای رنگ‌آمیزی استفاده می‌شود.
هدف از افزودن تینر در هنگام رنگ‌آمیزی تنظیم گرانروی و هم‌ترازی و خشک کردن رنگ است.

انتخاب رنگ:

انتخاب یک رنگ مناسب به پارامترهای بسیار زیادی بستگی دارد. در واقع مهم‌ترین مرحله تصمیم‌گیری در فرایند رنگ‌آمیزی است. در انتخاب رنگ باید به عوامل خورنده اتمسفری، چگونگی آماده‌سازی سطح و روش اعمال رنگ نیز دقت کرد. در انتخاب یک رنگ باید در نظر داشت هدف از اعمال رنگ چیست؟ آیا هدف مقاومت در برابر خوردگی است یا جنبه تزیینی دارد؟ یا رنگ‌آمیزی به‌منظور تعمیر قطعه انجام گرفته است. مهم‌ترین مرحله در انتخاب یک رنگ مناسب، بررسی شرایط محیطی و رنگ و عوامل تأثیرگذار بر روی آن است. نکته دیگری که در انتخاب رنگ باید در نظر داشت جنبه اقتصادی آن است.

نکته

برای اعمال رنگ روی سطح قطعه (رنگ‌آمیزی) باید به نکاتی مانند: آماده‌سازی قبل از رنگ، تعیین نوع رنگ و نحوه اعمال آن توجه داشت.

حلال‌ها و انواع آن: حلال‌ها مایعات فراری هستند که برای حل کردن رزین به رنگ افزوده می‌شوند. این مایعات می‌توانند نقش اصلاح و تعدیل کننده رنگ را نیز داشته باشند. مهم‌ترین خواص حلال‌ها عبارت‌اند از: قدرت انحلال رزین، میزان تبخیر، نقطه جوش، قابلیت اشتعال و سمی بودن. حلال‌ها بر اساس قدرت تبخیر به سه دسته تقسیم می‌شوند: حلال‌ها با قدرت تبخیر پایین, متوسط و بالا.

افزودنی‌ها: افزودنی‌ها با اهداف مشخص به رنگ اضافه می‌شوند و شامل: خشک‌کن‌ها (جهت افزایش سرعت پلیمریزاسیون)، ضد پوسته(فنل‌ها)، مواد ضد رسوب، مواد هم‌تراز کننده سطح فیلم رنگ (جهت از بین بردن اثرات قلم مو روی سطح)، مواد بازدارنده خوردگی، مواد مقاوم‌کننده فیلم رنگ در مقابل رطوبت و مواد نرم کننده (به‌منظور انعطاف دادن به فیلم رنگ) می‌باشند.

فعالیت

در مورد مکانیزم‌های بازدارندگی از خوردگی در رنگ برای حفاظت از سطح قطعه تحقیق کنید، نتایج را در کلاس ارائه دهید.

مراحل رنگ‌کاری

برای افزایش چسبندگی رنگ به قطعه‌کار و ایجاد یک پوشش مناسب و یکنواخت بر روی سطح قطعه لازم است، پس از ساخت قطعه و قبل از رنگ‌آمیزی سطح قطعه را آماده کرد. مراحل آماده‌سازی شامل: چربی زدایی، زنگ‌زدایی و فسفاته کاری است؛ سپس اقدام به ایجاد لایه آستری بر روی سطح قطعه و زیرسازی مناسبی انجام می‌گیرد.

چربی زدایی: به‌منظور از بین بردن روغن، چربی، گریس؛ غبار و... از روی سطح قطعه که مانع از نفوذ آب روی سطح قطعه می‌شوند. این روش به سه طریق انجام می‌گیرد:

الف) از طریق شست‌وشو با محلول‌های خنثی مانند پرکالراتیلن، تری کلراتیلن، استون، نفت، بنزین و... .

ب) شست‌وشو با محلول‌های قلیایی گرم مانند: هیدروکسیدسدیم، کربنات سدیم و سایر پاک کننده‌های سنتز شده.

ج) به‌صورت الکتریکی، آندی، کاتدی، روش التراسونیک(ultrasonic) و... .

پس از پایان چربی زدایی باید کیفیت آن مورد بررسی قرار گیرد. تأیید و کیفیت آن به عواملی مانند: شکل هندسی قطعه، نوع چربی و آلودگی، حدود موردنیاز تمیزی، نوع چربی‌گیر مصرفی، درجه حرارت و غلظت محلول چربی‌گیر، روش چربی‌گیری. پس از چربی زدایی باید قطعه را با آب‌داغ شست‌وشو داد.

زنگ‌زدایی: چنانچه به هردلیلی قطعات در اثر نگهداری در انبار یا رطوبت کارگاه قطعه ریختگی دچار زنگ‌زدگی شود لازم است قبل از رنگ‌آمیزی زنگ از روی قطعه جدا شود. برای زنگ زدایی از روش‌هایی مانند: زنگ‌زدایی با برس سیمی، زنگ‌زدایی با سنباده، زنگ‌زدایی با سندبلاست مرطوب و خشک استفاده می‌شود.

فسفاته کردن: به‌منظور افزایش چسبندگی رنگ، جلوگیری از زنگ‌زدن فلز، عملیات فسفاته کردن روی سطح قطعه انجام می‌گیرد. در این مرحله با اعمال ترکیبات اسید فسفریک و اسید نیتریک سطح قطعه را ناهموار کرده تا شرایط برای رشد کریستال‌ها در نتیجه افزایش چسبندگی آماده شود. فسفاته کردن با ترکیبات مختلفی مانند: فسفات آهن و فسفات روی انجام می‌گیرد. فسفات آهن چسبندگی بیشتری برای رنگ ایجاد می‌کند و در اثر رنگ پریدگی مانع زنگ‌زدن قطعه می‌شود. فسفاته کردن روی دارای کیفیت سطح بهتری می‌باشد. فسفاته کردن به دو روش پاششی و غوطه‌وری انجام می‌گیرد. جدول زیر ویژگی‌های هر یک از دو روش فسفاته کردن را نشان می‌دهد.

روش پاششی		روش غوطه‌وری	
مزایا	معایب	مزایا	معایب
مناسب برای ظرفیت بالای تولید یکنواختی عالی کیفیت فسفاته کاری بالا زمان کم برای فسفاته کاری راندمان بالا	سرمایه گذاری زیاد برای خرید تجهیزات اولیه هزینه زیاد تأمین انرژی اشغال فضای زیاد	سرمایه‌گذاری سنگینی نیاز ندارد	پوشش ضخیم تر
		هزینه تأمین و نگهداری پایین	راندمان پایین
		فضای بسیارکمی اشغال می‌کند	زمان بر است
		مناسب برای هرگونه ظرفیت	
		امکان فسفاته‌کردن قطعات بسیارکوچک	

روش‌های رنگ آمیزی

فیلم

روش‌های رنگ آمیزی

برای رنگ‌آمیزی باید از یک روش مناسب استفاده کرد تا رنگ از عمر طولانی برخوردار باشد. برای رنگ‌آمیزی معمولاً رنگ در چند لایه اعمال می‌شود که بستگی به شرایط محیطی و کاری قطعه دارد. به‌طور مثال در شرایط آب و هوایی خنک حداکثر دو لایه و در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب تا سه لایه رنگ‌کاری انجام می‌گیرد. در انتخاب رنگ باید به مواردی مانند: نوع رنگ و ضخامت پوشش دقت کرد. اکثر رنگ‌های صنعتی با توجه به نوع حلال و سخت کننده دما و زمان مشخصی برای خشک کردن نیاز دارند تا فعل و انفعالات شیمیایی خود را کامل کنند. برای اعمال رنگ بر روی سطح قطعه روش‌های متداولی وجود دارد:

- با استفاده از قلم‌مو،

- روش غوطه‌وری،
- پیستوله بادی،

با توجه به این نکته که وظیفه رنگ حفاظت و زیبایی دادن به سطح است، بعضاً یک مرحله رنگ‌آمیزی به‌خصوص برای حفظ سطح از عوامل جوی و مکانیکی کفایت نمی‌کند و لازم است چند مرحله پیاپی رنگ‌آمیزی صورت گیرد تا کیفیت مطلوب حاصل شود. تعداد این مراحل بستگی به موارد زیر دارد. نوع و جنس سطح رنگ‌آمیزی شونده، نوع رنگ، مقاومت‌رنگ.

رنگ‌آمیزی با قلم مو: یکی از قدیمی‌ترین شیوه‌های رنگ‌آمیزی رنگ‌آمیزی توسط قلم مو است. کیفیت قلم‌موها عموماً به نوع مو یا الیاف به‌کار رفته در آن بستگی دارد و از این لحاظ به دو دسته کلی زیر تقسیم می‌شوند. قلم موهای مرغوب و عالی ساخته شده از موهای طبیعی حیوانات نظیر اسبی، خوک و غیره و قلم‌موهای معمولی ساخته شده از الیاف مصنوعی به تنهایی و یا به همراه موهای طبیعی حیوانات. قلم‌موها بر اساس شکل دارای انواع مختلفی هستند؛ مانند: قلم‌موی گرزی، گرد، قلم‌موی کپسولی، قلم‌موی تخت یا پهن و... .

رنگ‌آمیزی با غلتک: برای انجام سریع‌تر و همچنین یکنواختی بهتر از غلتک یا رولرهای مخصوص جهت رنگ‌آمیزی استفاده می‌نمایند. غلتک معمولاً برای رنگ‌آمیزی سطوح بزرگ به‌کار می‌رود. یکی دیگر از مزیت‌های غلتک امکان ایجاد طرح‌های متنوع در سطح رنگ شونده است. یکی از شرایط لازم برای مطلوب بودن رنگ‌آمیزی، غلظت مناسب رنگ است. و باید توجه داشت غلظت رنگی که با غلتک رنگ‌آمیزی می‌شود اندکی غلیظ‌تر از رنگی باشد که توسط قلم رنگ‌آمیزی می‌شود. بدین ترتیب هم رنگ از غلتک چکه نمی‌کند و هم به علت غلظت قدرت پوشش آن بالا می‌رود.

رنگ‌آمیزی توسط افشانه (پیستوله): این سیستم در بسیاری از کارگاه‌ها و کارخانجات بزرگ و کوچک متداول است. رنگ‌آمیزی به این روش مقرون‌به صرفه‌تر بوده و برای مواردی که تعداد قطعات یا سطح رنگ‌آمیزی شونده زیاد است، انجام می‌شود. در این سیستم رنگ آماده شده در مخزن تحت فشار، ریخته شده و در این مخزن کاملاً مسدود می‌شود به نحوی که هیچ منفذ خروجی نداشته باشد. سپس در اثر فشار هوا رنگ از طریق افشانه به سطح مورد نظر پاشیده می‌شود.

نکته

در حمل و نقل قطعات رنگ شده، برای جابه‌جایی، بارگیری و تخلیه قطعات رنگ شده باید از سیم بکسل‌های بافته شده غیرآلی استفاده شود؛ قطعات رنگ شده باید در هر شرایطی روی قطعات چوبی گذاشته شود.

فعالیت

مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.

- ابتدا لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
- سطح مقطع قطعه را بررسی کنید، در صورت وجود هرگونه عیب سطحی، حفره، تخلخل و...، ابتدا نسبت به برطرف کردن عیب اقدام کنید.
- با استفاده از الکل یا تینر اقدام به چربی‌زدایی سطح شود.
- سپس با استفاده از ترکیب تری کاتونیک و یا دی کاتونیک به روش غوطه وری یا پاششی سطح را فسفاته می‌کنند.

- رنگ لایه آستری را ابتدا با استفاده از حلال مناسب درحد مطلوب رقیق کنید.
- با استفاده از بومه سنج غلظت رنگ را بررسی کنید.
- برای اطمینان از غلظت رنگ قلم مو را درون رنگ فرو برده و به روش‌تجربی غلظت آن را کنترل کنید.
- لایه آستری را برروی سطح قطعه با استفاده از قلم‌مو اعمال کنید.
- پس از خشک شدن رنگ لایه دوم (لایه میانی) را اعمال کنید.
- پس از خشک شدن رنگ لایه میانی، لایه رویه را اعمال کنید.
- پس از خشک شدن کامل رنگ، کیفیت سطح نهایی کنترل شود.
- در صورت نیاز به تعمیر باید سطح رنگ تعمیر شود.
- برای تعمیر باید ابتدا محل بروز عیب را سنباده‌کاری کرد، سپس با استفاده از رنگ آستری محل بروز عیب را لکه گیری و پس از خشک شدن مجدداً رنگ لایه میانی و نهایتاً رنگ رویه اعمال شود.
- چنانچه قطعه عیوب سطحی قابل جبرانی دارد برای تعمیر و ترمیم و انتخاب روش مناسب کنار گذاشته شود و چنانچه قابل تعمیر نیست به قسمت شارژ و برگشتی منتقل شود.

نکته ایمنی

نکات ایمنی در هنگام رنگ‌کاری

۱ قبل از رنگ‌کاری دست‌ها را با کرم‌های مخصوص چرب کنید تا دست‌ها کمتر رنگی بشوند.

۲ پس از اتمام کار بقایای رنگ را از روی برس، قلم مو و پیستوله پاک کنید. لذا لازم است با استفاده از حلال مناسب آن را حذف کرد و نهایتاً خشک کرد.

۳ در هنگام کار از ماسک، عینک و لباس‌کار استفاده شود.

۴ در پایان دست‌ها را با آب صابون شسته و کاملاً خشک کنید.

۵ تبخیر تینر همراه رنگ، باعث خواب آلودگی افراد می‌شود.

۶ روشن‌کردن آتش و جوش‌کاری در محل اجرای رنگ ممنوع است.

۷ در هنگام رنگ‌آمیزی سیستم تهویه و هواکش موجود در کارگاه روشن شود.

ارزشیابی هنرجو در فصل چهارم: تکمیل کاری قطعه ریختگی

نقشه کار: تکمیل کاری قطعه ریختگی

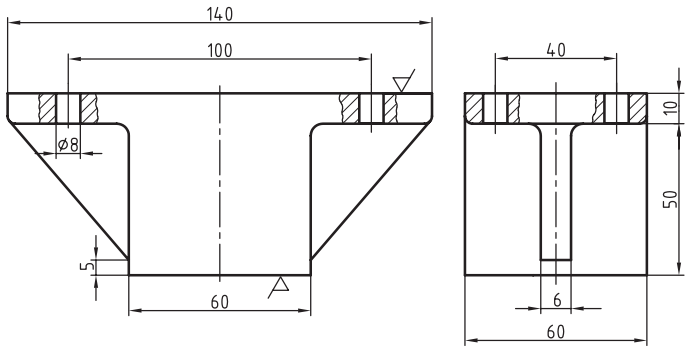
مدل فلزی قطعه مقابل را به روش CO_2 قالب‌گیری کرده و پس از مذاب ریزی آلومینیم و خارج کردن از قالب، سیستم راهگاهی و تغذیه را جدا کرده و تکمیل کاری آن را انجام دهید.

شاخص عملکرد: آماده سازی سطح، کیفیت ظاهری قطعه

شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه تکمیل کاری با روشنایی مناسب

مواد مصرفی: رنگ- سنگ برش و ساب- ساچمه فولادی- ماسه سایشی- سنباده

ابزار و تجهیزات: دستگاه شات بلاست- سند بلاست- سنگ فرز- ابزار پاشش رنگ- فرچه سیمی- قلم- چکش



معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تمیز کاری اولیه	۱	
۲	عملیات بلاست	۲	
۳	پلیسه گیری	۲	
۴	رنگ کاری	۱	
شایستگی های غیر فنی , ایمنی, بهداشت, توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ـ استفاده از لباس کار ، کفش ایمنی، کلاه ایمنی ، دستکش نسوز، عینک و ... ۳ـ تمیز کردن محیط کارگاه و تفکیک ضایعات ناشی از سنگ کاری و باقیمانده رنگ از سایر زباله ها ۴ـ رعایت دقت و نظم		۲	
میانگین نمرات *			

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

پودمان ۵

تعمیر قطعات معیوب ریختگی

واحد یادگیری ۱

انجام عملیات جوشکاری

مقدمه

در این واحد یادگیری انواع دستگاه‌های جوش و نحوه کار، روش‌های تمیزکاری سطح قطعات، قرار دادن صحیح قطعات کنار یکدیگر و روش‌های پیش‌گرم قطعات، انواع روش‌های جوشکاری و انواع جوش، روش‌های تمیزکاری سطوح جوشکاری و روش‌های عملیات حرارتی بعد از جوشکاری توضیح داده می‌شود.

استاندارد عملکرد

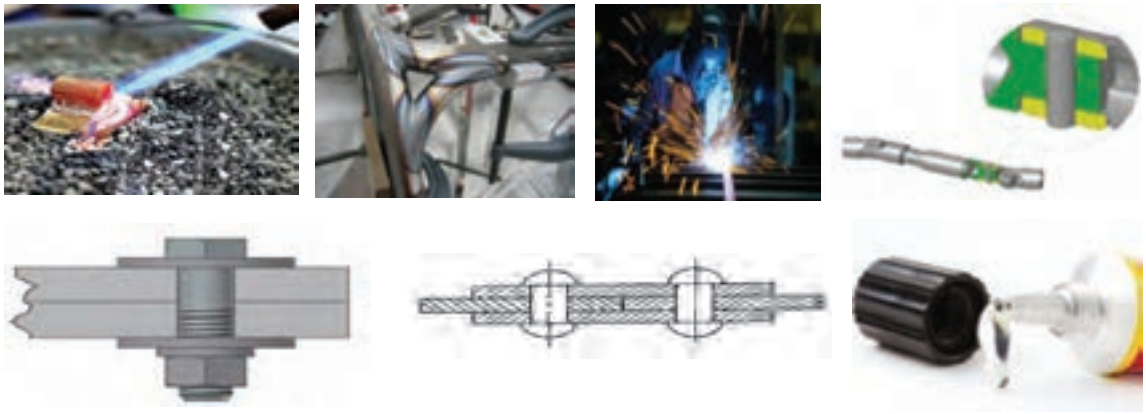
جوش‌کاری قطعات با استفاده از دستگاه‌های جوش و تجهیزات مربوطه مطابق با استانداردهای مرتبط.

پیش‌نیاز

تولید قطعه ریخته‌گری یا وجود قطعه معیوب در کارگاه ریخته‌گری.

جوشکاری

یکی از روش‌های اتصال قطعات، جوش‌کاری است. هدف از جوش‌کاری اتصال دایمی قطعات به یکدیگر است. جوش‌کاری به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد. جوش‌کاری یک روش حساس است؛ لذا لازم است پس از انجام عملیات جوش‌کاری، قطعات مورد بازرسی و کنترل قرار گیرد.
به شکل زیر دقت کنید.



شکل ۱

همان‌طور که در تصاویر نشان داده شده است، برای اتصال قطعات و مواد مهندسی روش‌های مختلفی وجود دارد. به‌طور کل روش‌های اتصال را می‌توان به روش‌های اتصال موقت (پیچ ـ مهره و پین ـ خار)، اتصال نیمه دائم (لحیم‌کاری و پرچ) و اتصال دائم (چسب‌های شیمیایی و جوش‌کاری) تقسیم‌بندی کرد.

فعالیت

به نظر شما کدام یک از مواد زیر قابل جوش‌کاری هستند؟

شکل ۲

فعالیت

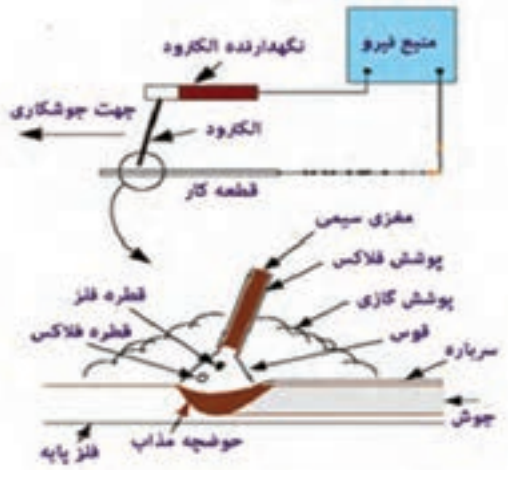
ویژگی‌های هر یک از روش‌های اتصال‌دهی قطعات را با یکدیگر مقایسه کنید و جدول زیر را تکمیل کنید.

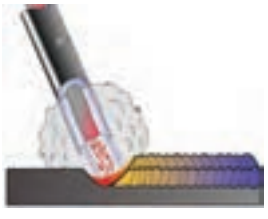
انواع اتصال	مزایا	معایب	کاربرد	ویژگی‌ها
پیچ ـ مهره				
پین ـ خار				
لحیم‌کاری				
پرچ				
چسب				
جوش‌کاری				

جوش‌کاری قطعات در اثر اتصال آنها از طریق اعمال حرارت و فشار انجام می‌گیرد؛ جوش‌کاری می‌تواند بین دو ماده با جنس مشابه و یا غیرمشابه انجام شود. جوش‌کاری با روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد؛ که به‌طور کل به روش‌های ذوبی و غیر ذوبی تقسیم می‌شوند. در روش‌های جوش‌کاری ذوبی اتصال از طریق ذوب موضعی بخشی از فلز پایه و فلز جوش انجام می‌گیرد اما جوش‌کاری غیر ذوبی با اعمال فشار و حرارت در حالت جامد انجام می‌شود. جوش‌کاری با روش‌های مختلفی انجام می‌شود، لذا باید روش مناسبی برای جوش‌کاری انتخاب کرد تا بهترین خواص کیفی، متالورژیکی، اقتصادی و ... به دست آید. در میان روش‌های جوش‌کاری روش جوش‌کاری قوس با الکترود دستی و جوش‌کاری با گاز بیشترین کاربرد را دارند.

جوش‌کاری قوس با الکترود روکش‌دار

دراین روش قوس الکتریکی بین یک الکترود روکش‌دار و قطعه کار ایجاد می‌شود که حرارت لازم برای ذوب کردن فلز پایه و الکترود را تأمین می‌کند. دراین فرایند از فشار استفاده نمی‌شود. الکترود دارای پوششی است که وظیفه آن حفاظت از حوضچه مذاب می‌باشد. پوشش در هنگام جوش‌کاری در اثر حرارت به‌صورت سرباره روی فلز جوش قرار می‌گیرد و از آن محافظت می‌کند. سرباره به عنوان یک عایق حرارتی عمل کرده و از سرد شدن سریع جوش جلوگیری می‌کند و سبب اصلاح کیفیت جوش می‌شود.





شکل ۳

الکترود و قطعه کار (فلز پایه) قسمتی از یک مدار الکتریکی هستند. این مدار از منبع تغذیه، کابل‌های جوش‌کاری، نگه‌دارنده الکترود (انبر)، قطعه کار (فلز پایه) و الکترود جوش‌کاری تشکیل می‌شود. یکی از دو کابل از منبع نیرو به قطعه کار و دیگری به نگه‌دارنده الکترود متصل است. جوش‌کاری زمانی شروع می‌شود که قوس بین نوک الکترود و قطعه کار برقرار شود. حرارت شدید قوس، نوک الکترود و سطح قطعه کار نزدیک به قوس را ذوب می‌کند. قطرات ریز فلز مذاب در نوک الکترود تشکیل می‌شود، که از طریق جریان قوس به حوضچه مذاب منتقل می‌شود. دراین حالت، فلز پرکننده (الکترود جوش) با مصرف تدریجی الکترود رسوب می‌کند. قوس روی قطعه کار با طول و سرعت معینی حرکت می‌کند و قسمتی از فلز پایه را ذوب و فلز جوش را افزایش می‌دهد.

پرسش

۱ عوامل مؤثر بر قوس الکتریکی در حین جوش‌کاری کدام‌اند؟

۲ برای‌ایجاد قوس مدار الکتریکی مورد نیاز باید مدار باز باشد یا بسته؟ دلایل خود را توضیح دهید.

تجهیزات مورد نیاز جهت جوش‌کاری قوسی با الکترود روکش‌دار

الف) انواع دستگاه‌های جوش‌کاری: متناسب با نوع جریان، دستگاه‌های جوش‌کاری متفاوت‌اند:

- دستگاه‌های جریان متناوب: ترانسفورماتور، موتور الکتریکی واینورتور.
- دستگاه‌های جریان مستقیم مانند:ترانسفورماتور یک‌سوکننده، موتور الکتریکی، موتورهای دیزل یا بنزینی، رکتی فایر- اینورتور.
- دستگاه‌های جریان مستقیم ـ متناوب مانند:ترانسفورماتور با یک‌سوکننده (رکتی فایر)، ترانسفورماتور ـ رکتی فایر، موتور- آلترناتور، رکتی فایر و اینورتور.

دستگاه‌های جوش‌کاری اختلاف پتانسیل (ولتاژ) برق شهر را کاهش و شدت جریان را افزایش می‌دهند (ترانسفورماتور کاهنده). اجزای‌ترانسفورماتور شامل سیم پیچ اولیه، سیم پیچ ثانویه و هسته الکتریکی است. قطر سیم پیچ اولیه نسبت به سیم پیچ ثانویه کمتر (جهت افزایش شدت جریان) و حلقه‌های سیم پیچ آن بیشتر است. با عبور جریان الکتریکی از سیم پیچ یک میدان مغناطیسی در مدار ایجاد می‌شود.

در یک‌سوکننده شدت جریان، به‌منظور کنترل شدت جریان، از دیود استفاده می‌شود. دیود وظیفه دارد شدت جریان الکتریکی را در مسیر جریان یک‌طرفه هدایت کند. دستگاه‌های جوش‌کاری با جریان مستقیم عمدتاً ترانسفورماتور ـ رکتی فایر هستند.

پرسش

ایجاد جریان متناوب در یک‌ترانسفورماتور کاهنده جوش‌کاری چگونه است.

فعالیت

نام شرکت‌های تولید کننده دستگاه‌های جوش‌کاری ساخت ایران را جست‌وجو و سپس جدول زیر را تکمیل کنید.

نام دستگاه	نام شرکت	مشخصات دستگاه

شکل زیر چند نمونه از دستگاه‌های جوش‌کاری را نشان می‌دهد.

دستگاه ترانسفورماتور جریان متناوب — دستگاه اینورتور — دستگاه ترانسفورماتور متناوب ـ مستقیم — دستگاه آلترناتور — دستگاه موتور الکتریکی

شکل ۴

ب) کابل جوش‌کاری: وظیفه کابل جوش‌کاری انتقال جریان الکتریکی از دستگاه جوش‌کاری است؛ کابل‌های جوش‌کاری دارای ضخامت زیادی هستند تا انعطاف‌پذیر بالایی داشته باشند. کابل اتصال از دستگاه به انبر الکترود(Electreo Lead) و کابل اتصال به دستگاه (Ground Lead) متصل می‌شود. این کابل‌ها در معرض اصطکاک بالایی هستند؛ لذا باید عایق‌کاری شوند.

کابل‌ها به‌طور مداوم بازرسی می‌شوند. کابل‌ها براساس قطر شماره‌گذاری می‌شوند. معمولاً در هر کابل جوش‌کاری ۸۰۰ـ۲۵۰۰ رشته سیم وجود دارد. لازم است به هنگام انتخاب روش جوش‌کاری کابل مناسب را نیز انتخاب کرد. هرکابل متناسب با روش جوش‌کاری انتخاب می‌شوند.

نمره کابل	قطر کابل	طول ۱۵ـ۰ متر	طول ۸۰ ـ ۳۰متر	طول ۸۰ ـ ۳۰متر
	میلی‌متر	آمپر	آمپر	آمپر
۴	۲۴/۴	۶۰۰	۶۰۰	۴۰۰
۳	۲۱	۵۰۰	۴۰۰	۳۰۰
۲	۱۹/۲	۴۰۰	۳۵۰	۳۰۰
۱	۱۸/۳	۳۰۰	۳۰۰	۲۰۰
۱	۱۶/۴	۲۵۰	۲۰۰	۱۷۵
۲	۱۵/۳	۲۰۰	۱۹۵	۱۵۰
۳	۱۴/۴	۱۵۰	۱۵۰	۱۰۰
۴	۱۳/۵	۱۲۵	۱۰۰	۷۵

پرسش

آیا عدم عایق‌کاری مناسب روی قوس تأثیر دارد؟

شکل ۵

نکته

انتخاب نامناسب کابل سبب ناکارایی و کوتاه‌تر شدن عمر آن می‌شود.

ج) ترمینال‌های کابل جوش‌کاری: کابل جوش‌کاری به‌وسیله ترمینال‌های عایق و یا بدون عایق، به‌صورت مکانیکی به دستگاه جوش‌کاری متصل می‌شوند. ترمینال‌ها باید با دوام باشند. عدم اتصال مناسب ترمینال به‌ترانسفورماتور سبب کاهش شدت جریان عبوری از کابل و افزایش درجه حرارت می‌شود.

پرسش

کابل جوش‌کاری چگونه به ترمینال متصل می‌شود؟

فعالیت

در مورد جنس، روش تهیه و شرکت‌های تولیدکننده داخلی ترمینال‌های کابل جوش‌کاری تحقیق کنید. سپس نتایج را در کلاس ارائه کنید.

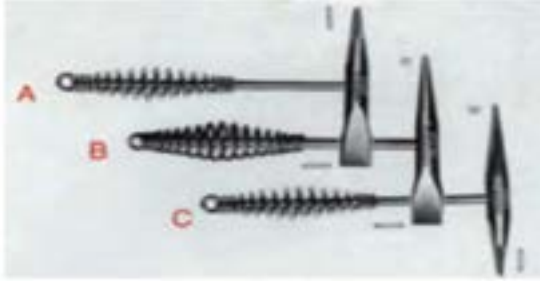
شکل ۶

انواع ترمینال‌های بدون عایق

ترمینال عایق‌دار

د) دستگاه‌ها و ابزار تمیزکننده جوش‌کاری: لازم است قبل و پس از جوش‌کاری سطوح را تمیز کرد. قبل از جوش‌کاری با استفاده از برس سیمی گرد و غبار، روغن، لایه‌های اکسیدی و ... تمیز می‌شود. حضور این عوامل سبب بروز عیوبی در قطعه کار خواهد شد. پس بهتر است قبل از جوش‌کاری حذف شوند. جهت تمیزکاری سطوح از ابزار و تجهیزاتی مانند: دستگاه ساچمه‌زنی (سند بلاست)، برس‌های چرخان سیمی، فرچه سیمی و چکش چوبی و ... استفاده می‌شود. فلزات غیرآهنی معمولاً در تولید انبوه از طریق شیمیایی تمیزکاری می‌شوند. در جوش‌کاری چند پاسه باید قبل از جوش‌کاری پاس دوم گل جوش به‌وسیله چکش تمیز شود و سرباره آخرین پاس نیز باید قبل از رنگ‌کاری یا عملیات حرارتی حذف شود. به هنگام حذف سرباره جوش باید از وسایل‌ایمنی مناسب مانند ماسک شفاف استفاده کرد. شکل زیر انواع برسی سیمی و چکش مورد استفاده در حذف سرباره را نشان می‌دهد.

برسی سیمی



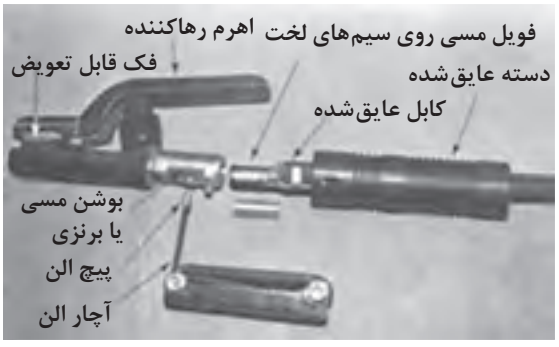
انواع چکش سرباره

شکل ۷

فعالیت

تحقیق کنید آلودگی‌های سطحی سبب بروز چه عیوبی در جوش خواهند شد.

هـ) انبر الکترود: یکی دیگر از متعلقات جوش‌کاری با الکترود روکش‌دار انبر الکترود است که در دست اپراتور قرار می‌گیرد. انبرها دارای شکل‌های متفاوتی هستند. اتصال الکترود به انبر جوش‌کاری به‌صورت مکانیکی انجام می‌گیرد. در داخل دسته انبر جوش‌کاری یک بوشن برنج یا مسی قرار دارد که رشته‌های سیم در داخل آن قرار می‌گیرد. در اطراف رشته‌های سیم کابل یک فویل مسی پوشیده شده است تا رشته‌های سیم را به هم فشرده نگه دارد و همچنین در صورت شل بودن بین کابل و بوشن افت شدت جریان به‌وجود نیاید. قسمت روی انبر از مواد عایق درست شده است تا در برابر حرارت زیاد و عبور جریان الکتریکی مقاوم باشد. انبر الکترود متناسب با قطر الکترود و مقدار شدت جریان ساخته می‌شود. انبرهای جوش‌کاری با ظرفیت‌های مختلف مثلاً ۲۰۰ تا ۵۰۰ آمپر تولید می‌شوند.



شکل ۸

و) ماسک جوش‌کاری: به‌منظور حفاظت پوست و چشم جوشکار در برابر تشعشع و حرارت ناشی از قوس از ماسک جوش‌کاری استفاده می‌شود. انواع ماسک مورد استفاده در جوش‌کاری شامل ماسک کلاهی و ماسک دستی است. ماسک کلاهی روی سر قرار می‌گیرد و توسط بندی که پشت سر است تنظیم می‌شود و ماسک دستی بیشتر برای بازدید کننده، بازرس و یا خال جوش زدن به‌کار می‌رود. جنس ماسک از انواع فیبر فشرده، پشم شیشه و یا پلاستیک است شیشه ماسک دارای شماره‌بندی مشخص است.

فعالیت

تحقیق کنید در طول جوش‌کاری قوسی با الکترود روکش‌دار چه نوع گازها و اشعه‌های مضر تولید می‌شود و اثر هر یک را بر سلامتی جوشکار بنویسید.

نکته ایمنی

درصورت عدم استفاده از ماسک جوش‌کاری، اشعه مضر قوس الکتریکی باعث آسیب چشم می‌شود. در چنین مواردی باید به پزشک مراجعه شود.

شکل ۹

روش SMAW	روش GMAW	روش GTAW	شماره شیشه
تا قطر ۴ میلی‌متر	-	-	۱۰
قطر ۶ ـ۴ میلی‌متر	-	-	۱۲
بزرگ‌تر از ۶ میلی‌متر	-	-	۱۴
-	برای فلزات غیرآهنی با ضخامت تا ۴ میلی‌متر	-	۱۱
-	برای فلزات آهنی تا ضخامت ۴ میلی‌متر	-	۱۰
-	-	برای ضخامت‌های مختلف	۱۲

ز) الکترود: الکترود از یک مفتول فلزی تشکیل شده است که اطراف آن توسط یک فلاکس (Flux) پوشیده شده است. الکترودها به وسیله اعداد و حروفی مشخص می‌شوند. به‌منظور جلوگیری از تماس الکترود با هوا و جذب رطوبت محیط لذا لازم است الکترودها در جعبه‌های مقوایی و قوطی‌های فلزی نگهداری شوند. این قوطی‌ها دارای المنت‌هایی هستند که رطوبت الکترود را خشک می‌کنند و اصطلاحاً به آنها آون می‌گویند.

پرسش

چرا الکترودها نباید دارای رطوبت باشند؟

پوشش الکترود: مزایای پوشش الکترود شامل: الف) ایجاد گازهای محافظ، ب) کنترل شرایط قوس، ج) اکسیژن زدایی و نیتروژن زدایی، د) کنترل سرعت سرد شدن توسط ایجاد سرباره، و) حفاظت از فلز جوش، هـ) تأمین عناصر آلیاژی مورد نیاز منطقه جوش ز) تأمین انرژی حرارتی مورد نیاز علاوه بر انرژی قوسی می‌باشند. الکترودها بر حسب ترکیب شیمیایی پوشش تقسیم‌بندی می‌شوند: الف) اکسیدی، ب) اسیدی، ج) روتیلی، د)سلولزی و و) بازی.

فعالیت

شرکت‌های تولیدکننده داخلی الکترود را جستجو کنید. ضمناً تنوع تولیدی آنها را با یکدیگر مقایسه کنید. نتایج را در قالب گزارشی در کلاس ارائه دهید.

پارامترهای مؤثر بر جوش‌کاری قوسی با الکترود روکش دار:
به‌منظور ایجاد جوش با کیفیت و جهت جلوگیری از به‌وجود آمدن عیوب جوش‌کاری لازم است، عوامل تأثیرگذار بر کیفیت جوش را شناخت.
شدت جریان و اختلاف پتانسیل: مهم‌ترین پارامترها در فرایندهای جوش‌کاری ذوبی شدت جریان و اختلاف پتانسیل می‌باشند. عدم انتخاب صحیح یا کنترل آنها باعث به‌وجود آمدن عیوب در جوش می‌شود زیرا مقدار حرارت قوس ارتباط مستقیم با مقدار شدت جریان و اختلاف پتانسیل دارد. بنابراین روی صفحه کلید دستگاه‌های جوش‌کاری کلیدهای مخصوصی برای تغییر پیوسته یا پله‌ای وجود دارد.

فعالیت

تحقیق کنید عیوب جوش‌کاری ناشی از انتخاب نامناسب شدت جریان و اختلاف پتانسیل کدام‌اند؟

نوع جریان جوش‌کاری: دستگاه جوشکاری یا منبع الکتریکی، مسئله اصلی در فرایند جوش‌کاری با قوس الکتریکی می‌باشد. هدف اول هر منبع الکتریکی، تأمین توان الکتریکی، شدت جریان و اختلاف پتانسیل مناسب جهت حصول یک قوس قابل کنترل و پایدار می‌باشد. در جوشکاری با الکترود دستی از هر دو نوع جریان متناوب و مستقیم استفاده می‌شود. انتخاب نوع جریان به انتخاب نوع الکترود بستگی دارد. نوع جریان مصرفی بر روی عملکرد الکترود تأثیر می‌گذارد. هر نوع جریان، مزایا و محدودیت‌هایی دارد که این موارد هنگام انتخاب نوع جریان برای کاربرد خاص باید مدنظر قرار گیرند. هنگام استفاده از الکترودهای نازک‌تر و متناسب با آن، جریان‌های جوشکاری کمتر، جریان مستقیم خصوصیات عملیاتی بهتر و ثبات قوس بیشتری را فراهم می‌کند.
کاهش اختلاف پتانسیل: کاهش اختلاف پتانسیل در کابل‌های جوشکاری در هنگام استفاده از جریان متناوب کمتر است. بنابراین استفاده از جریان متناوب برای جوشکاری در شرایطی که محل جوشکاری از منبع تغذیه الکتریکی فاصلهٔ بیشتری دارد، مناسب‌تر است.
شروع قوس: برقراری قوس با جریان مستقیم معمولاً راحت‌تر انجام می‌شود؛ به‌خصوص اگر از الکترودهای با قطر کمتر استفاده گردد.
طول قوس: طول نوک الکترودها تا سطح کار را طول قوس گویند. جوشکاری با طول قوس کوتاه، در جوشکاری با جریان مستقیم آسان‌تر از جریان متناوب می‌باشد.
وضعیت جوشکاری: در وضعیت‌های عمودی و سربالا، استفاده از جریان مستقیم‌ترجیح داده می‌شود، زیرا می‌توان از شدت جریان کمتری استفاده کرد. اما برای جوشکاری در سایر وضعیت‌ها، با جریان متناوب نیز می‌توان اتصال رضایت بخشی به دست آورد.
ضخامت فلز: با استفاده از جریان مستقیم می‌توان ورقه‌های فلزی ضخیم و نیز مقاطع سنگین را جوشکاری کرد. استفاده از جریان مستقیم برای جوشکاری ورق‌های فلزی مطلوب‌تر از جریان متناوب می‌باشد. هنگام استفاده از جریان متناوب پایداری قوس در سطوح جریان ضعیف‌تر، بی‌ثبات‌تر از زمانی است که از جریان مستقیم استفاده می‌شود. معمولاً بررسی دقیق کاربرد جوشکاری در هر مورد خاص، مشخص می‌کند که استفاده از کدام یک از جریان‌های متناوب یا مستقیم مطلوب‌تر است. منابع تغذیه الکتریکی نیز، هم به‌صورت متناوب، هم به‌صورت مستقیم و هم به‌صورت واحدهای مرکب در دسترس می‌باشند منبع تغذیهٔ مورد استفاده در فرایند قوس باید از نوع جریان ثابت باشد نه از نوع اختلاف پتانسیل ثابت؛ چرا که برقراری و تنظیم طول قوس ثابت با استفاده از

منبع تغذیهٔ با اختلاف پتانسیل ثابت، برای جوشکار بسیار مشکل‌تر است.

راه‌اندازی دستگاه

قبل از اینکه دستگاه ترانسفورماتور جوش‌کاری را راه‌اندازی کنید، باید دستورالعمل‌های ذکر شده در دفترچه راهنمای این دستگاه را مطالعه کنید. در ابتدا از سطح روغن، سلامت مدار الکتریکی، اتصال کابل و سایر اتصالات برقی اطمینان حاصل کنید. سپس دستگاه را به سیستم برق کارگاه متصل کنید. به هنگام اتصال صدایی جزئی از دستگاه شنیده می‌شود که ناشی از ایجاد میدان القائی و مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی هسته و سیم‌پیچ است. سپس چراغ روشن و خاموش روی برد الکتریکی دستگاه کنترل شود که دستگاه روشن باشد.

فعالیت

مراحل زیر را تمامی افراد زیر نظر هنرآموز انجام دهید.

۱ لباس کار بپوشید و به تجهیزات ایمنی و حفاظت فردی مناسب برای جوش‌کاری مجهز شوید.
۲ قطعه کار از جنس فولاد ساختمانی با ضخامت ۵ و ابعاد ۱۰۰ در ۱۵۰ میلی‌متر تهیه کنید.
۳ قطعه کار را با استفاده از سوزن خط‌کش و خط‌کش مطابق نقشه خط‌کشی کنید.
۴ فیوز اتصال دستگاه به برق کارگاه را کنترل کنید.
۵ از اتصال کامل کابل‌ها مطمئن شوید (هیچ کابلی نباید سولفاته یا شل باشد).
۶ اتصال کابل به قطعه کار و اتصال کابل به انبر به دستگاه کنترل شود.
۷ کلید برق را روشن کنید.
۸ چراغ روی برد الکتریکی دستگاه کنترل شود (چراغ باید روشن باشد).
۹ شرایط ظاهری دستگاه در حالت مدار باز چک شود.
۱۰ شدت جریان را روی شدت جریان مورد نظر تنظیم کنید. (تنظیم شدت جریان باید متناسب با ضخامت قطعه، قطر الکترود، نوع الکترود می‌باشد).
۱۱ یک الکترود E۶۰۱۳ به قطر ۴ میلی‌متر در دهانه انبر قرار دهید.
۱۲ انبر را در محل مناسب قرار دهید.
۱۳ ماسک کلاهی را متناسب با اندازه سر خود تنظیم کنید و شیشه ماسک را تمیز کنید.
۱۴ کابل انبر الکترود را به قطب منفی (-) ترمینال دستگاه متصل کنید و دقت کنید لقی نداشته باشد.
۱۵ قطعه کار را با استفاده از برس سیمی تمیز کنید و آن را در محلی قرار دهید که به هنگام جوش‌کاری بر آن مسلط بوده و قدرت مانور مناسبی داشته باشید.
۱۶ قطعه کار را روی میز کار خال جوش بزنید.
۱۷ خط جوش به طول ۳۰، ۵۰، ۷۰، ۹۰، ۱۰۰ میلی‌متر بروی سطح قطعه کار ایجاد کنید.
۱۸ پس از پایان جوش‌کاری روی قطعه به‌وسیله چکش سرباره جوش را حذف و با استفاده از برس سیمی اطراف محل جوش را تمیز کنید.
۱۹ برای مصرف بهینه از انرژی و صرفه‌جویی در مصرف برق زمانی که نیاز به روشن بودن دستگاه نیست، دستگاه را خاموش کنید.
۲۰ پس از پایان جوش‌کاری باید دستگاه جوش‌کاری را خاموش کرد: بنابراین با استفاده از کلید اصلی

روشن و خاموش دستگاه را در وضعیت خاموش یا OFF قرار داده، سپس کابل و انبر را جمع کرده و برای ایمنی بیشتر سه شاخه برق را از پریز برق اصلی جدا کنید. دستگاه را در جای مناسب قرار دهید.

۲۱ محل کابین و میز جوش‌کاری را از شلاکه‌ها و جرقه‌ها پاک کنید و در صورت لزوم وسایل را به انبار تحویل دهید.

۲۲ در حین جوش‌کاری تغییرات شدت جریان را بررسی کنید.

۲۳ نتایج را در گزارش کار خود بیان و دلایل و تجزیه و تحلیل خود را در کلاس برای سایر هنرجویان ارائه کنید.

نکات ایمنی

۱ به هنگام جوش‌کاری از دستکش، لباس و کفش عایق استفاده شود.

۲ در موقعیت‌هایی که احتمال تماس بدن جوشکار با هادی‌های برق‌دار وجود دارد باید اجزای هادی عایق‌بندی گردد.(انبر)

۳ کلیه قسمت‌های برق‌دار دستگاه و تابلوهای برق آنها باید به‌منظور جلوگیری از تماس تصادفی، محافظت گردد.

۴ مقدار جریان مورد استفاده در دستگاه جوش‌کاری قوس الکتریکی باید متناسب با نوع کار انتخاب گردد.

۵ کابل‌های جوش‌کاری قوس الکتریکی باید از نوع انعطاف‌پذیر و متناسب با نوع کار باشد.

۶ قبل از آغاز جوش‌کاری باید از ایمن بودن کلیه اتصالات و تجهیزات اطمینان حاصل نمود.

۷ استفاده از هر نوع هادی به جز کابل جوش‌کاری برای تکمیل مدار جوش‌کاری ممنوع است.

۸ در مکان‌هایی که تعدادی دستگاه جوش یا برش قوس الکتریکی در کنار هم مورد استفاده قرار می‌گیرند، بایستی تمهیدات لازم برای پیشگیری از خطرات برق گرفتگی و آتش‌سوزی مد نظر قرار گیرد.

۹ در هنگام جوش‌کاری باید از نشت روغن، سوخت و آب سیستم خنک‌کننده موتورهای جوش‌کاری و همچنین انتشار گازهای حفاظت‌کننده قوس جوش جلوگیری به عمل آید.

۱۰ قبل از جابه‌جایی دستگاه‌های جوش‌کاری باید نسبت به قطع کردن منبع برق آنها اقدام نمود.

۱۱ جایگاه‌های کار فلزی در هنگام عملیات جوش‌کاری می‌بایست نسبت به زمین عایق گردیده و یا سیستم اتصال به زمین مؤثر، مجهز گردند.

۱۲ گیره‌های الکترود باید مجهز به صفحات یا سپرهای حفاظتی باشد تا دست کارگر را در مقابل حرارت حاصله از قوس الکتریکی حفظ نماید.

۱۳ هنگام تعویض الکترودهای جوش‌کاری رعایت اصول‌ایمنی الزامی است.

۱۴ پیچاندن کابل جوش‌کاری به دور اعضای بدن ممنوع است.

۱۵ تجهیزات جوش‌کاری که در فضای باز مورد استفاده قرار می‌گیرند باید از شرایط نامساعد جوی به طور ایمن محافظت گردند.

۱۶ نصب تجهیزات ایمنی برای جلوگیری از آسیب دیدن اعضای بدن که در داخل منطقه عمل جوش‌کاری قرار دارند الزامی‌است.

تحقیق کنید

چه عواملی سبب تخریب الکترود می‌شود؟
چگونه می‌توان به بهترین شکل الکترودها را در برابر عوامل تخریب، نگهداری کرد؟

فعالیت

مراحل زیر را تمامی افراد زیر نظر هنرآموز انجام دهید.

۱ لباس کار بپوشید و به تجهیزات ایمنی و حفاظت فردی مناسب برای جوش‌کاری مجهز شوید.
۲ قطعه کار از جنس فولاد ساختمانی با ضخامت ۵ و ابعاد ۱۰۰ در ۱۵۰ میلی‌متر تهیه کنید.
۳ قطعه کار را با استفاده از سوزن خط‌کش و خط‌کش و گونیا خط‌کشی کنید.
۴ فیوز اتصال دستگاه به برق کارگاه را کنترل کنید.
۵ از اتصال کامل کابل‌ها مطمئن شوید (هیچ کابلی نباید سولفاته یا شل باشد).
۶ اتصال کابل به قطعه کار و اتصال کابل به انبر به دستگاه کنترل شود.
۷ کلید برق را روشن کنید.
۸ چراغ روی برد الکتریکی دستگاه کنترل شود (چراغ باید روشن باشد).
۹ شرایط ظاهری دستگاه در حالت مدار باز کنترل شود.
۱۰ شدت جریان را روی شدت جریان مدنظر تنظیم کنید. (تنظیم شدت جریان باید متناسب با ضخامت قطعه، قطر الکترود، نوع الکترود می‌باشد.)
۱۱ ماسک کلاهی را متناسب با اندازه سر خود تنظیم کنید و شیشه ماسک را تمیز کنید.
۱۲ کابل انبر الکترودگیر را به قطب منفی (ـ) ترمینال دستگاه متصل کنید و دقت کنید لقی نداشته باشد.
۱۳ یک الکترود E۶۰۱۳ به قطر ۴ میلی‌متر را روی سندان قرار دهید و با استفاده از چکش پوشش آن را حذف کنید.
۱۴ با استفاده از سنباده باقی روکش را تمیز کنید.
۱۵ الکترود E۶۰۱۳ را در دهانه انبر قرار دهید.
۱۶ قطعه کار را با استفاده از برس سیمی تمیز کنید و قطعه کار را در محلی قرار دهید که به هنگام جوش‌کاری بر آن مسلط بوده و قدرت مانور مناسبی داشته باشید.
۱۷ قطعه کار را روی میز کار خال جوش بزنید.
۱۸ شروع به جوش‌کاری کنید.
۱۹ پس از پایان جوش‌کاری روی قطعه به‌وسیله برس سیمی‌اطراف محل جوش را تمیز کنید.
۲۰ یک الکترود E۶۰۱۳ به قطر ۳/۵ میلی‌متر را با روکش در دهانه انبر قرار دهید.
۲۱ انبر را در محل مناسب قرار دهید.
۲۲ ماسک کلاهی را متناسب با اندازه سر خود تنظیم کنید و شیشه ماسک را تمیز کنید.
۲۳ کابل انبر الکترودگیر را به قطب منفی (ـ) ترمینال دستگاه متصل کنید و دقت کنید لقی نداشته باشد.
۲۴ قطعه کار را با استفاده از برس سیمی تمیز کنید و قطعه کار را در محلی قرار دهید که به هنگام جوش‌کاری بر آن مسلط بوده و قدرت مانور مناسبی داشته باشید.
۲۵ قطعه کار را روی میز کار خال جوش بزنید.
۲۶ شروع به جوش‌کاری کنید.

۲۷ پس از پایان جوش‌کاری با استفاده از برس سیمی‌اطراف محل جوش را تمیز کنید.
۲۸ دستگاه را خاموش کنید.
۲۹ سطح جوش‌کاری دو قطعه را با یکدیگر مقایسه کنید و نتایج و دلایل را در گزارش کار خود بیان کنید.

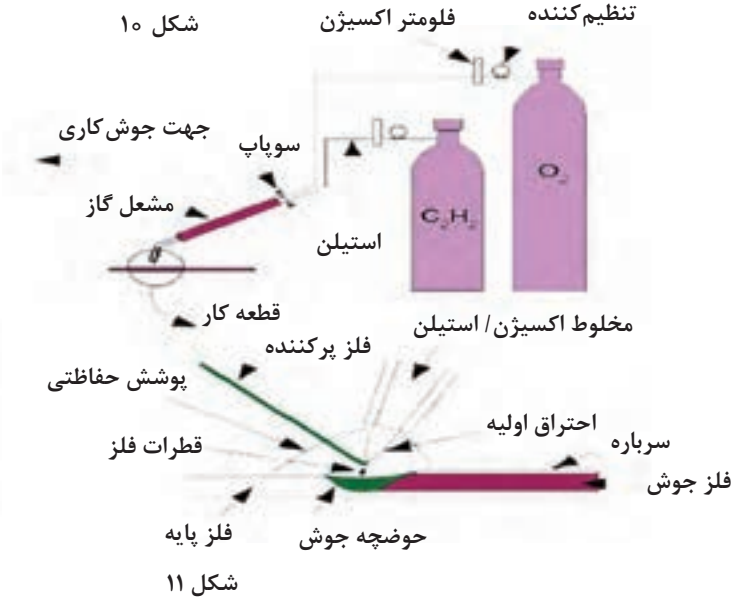
نکته

همیشه باقیمانده الکترود را در محل مناسب بریزید.

به‌منظور ایجاد جوش با کیفیت و جهت جلوگیری از به‌وجود آمدن عیوب جوش‌کاری لازم است فرد جوشکار از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت جوش آگاهی داشته باشد وآنها را در عمل انجام دهد.

جوش‌کاری با شعله گاز

شکل ۱۰



شکل ۱۱

در این روش منبع حرارتی لازم جهت جوش‌کاری با گاز با استفاده از فعل و انفعال شیمیایی ناشی از سوختن دو گاز تأمین می‌گردد. در جوش‌کاری با شعله گاز حرارت لازم از فعل و انفعال شیمیایی ناشی از سوختن گاز اکسیژن و یک گاز دیگر که‌این گاز می‌تواند: استیلن، هیدروژن، بوتان یا پروپان باشد. اما به خاطر مزایای گاز استیلن نسبت به سایر گازها ترجیح داده می‌شود. سوختن این دو گاز دمایی حدود ۳۱۰۰°C است که می‌تواند هر فلزی را ذوب کند و به هم متصل می‌شوند.

دستگاه جوش‌کاری اکسی استیلن:

مهم‌ترین وسیله مورد استفاده در جوش‌کاری اکسی استیلن، دستگاه جوش‌کاری است. این دستگاه متشکل از دو کپسول گاز اکسیژن و استیلن می‌باشد. به هر یک از کپسول‌ها یک وسیله تبدیل فشار یا مانومتر متصل می‌گردد؛ که دارای دو فشارسنج می‌باشد؛ یکی برای نشان دادن مقدار گاز داخل کپسول‌ها و دیگری برای تنظیم فشار گاز. دو فشارسنج مزبور که به‌وسیله دو شیلنگ گاز جداگانه به مشعل هدایت می‌شوند و در نهایت شعله جوش‌کاری را ایجاد نموده و جوش‌کاری انجام می‌گیرد.

تجهیزات	مزایا	معایب
سیلندر گاز سوخت به همراه رگولاتور فشار؛	انعطاف پذیری بالا؛	نیاز به اپراتور با مهارت بالا؛
سیلندر اکسیژن به همراه رگولاتور فشار؛	تجهیزات ارزان و قابل حمل؛	سرعت جوش‌کاری پایین؛
مشعل جوش‌کاری؛	بدون نیاز به تأمین برق	دمای شعله کمتر از جوش‌کاری قوسی؛
شیلنگ آبی رنگ اکسیژن؛	مناسب برای جوش‌کاری ورق‌های نازک،	تولید گاز و دود زیاد،
شیلنگ قرمز رنگ سوخت گاز؛	لوله‌های جدار نازک و لوله‌های با قطر کم؛	نامناسب بودن برای فلزات دیرگداز؛
چرخ دستی برای جابه‌جایی سیلندرهای گاز؛		حرارت ورودی بسیار زیاد؛
		امکان انفجار؛
		گران بودن جوش‌کاری قطعات ضخیم.

سیلندر گاز:

سیلندر گاز و اکسیژن: کپسول گاز اکسیژن دارای فشار داخلی ۱۵۰ اتمسفر است و کپسول گاز استیلن دارای فشار داخلی ۱۵ اتمسفر است و حرارت سوختن تا ۱۳۰۰ درجه سانتی‌گراد را می‌تواند تولید کند.

فعالیت

نکات ایمنی مربوط به هر یک از کپسول‌های اکسیژن و اکسی‌استیلن را جمع‌آوری و در کلاس برای سایر هنرجویان ارائه کنید.

رگولاتورها (وسیله تبدیل فشار)

چون فشار داخل کپسول‌های اکسیژن و استیلن زیاد است و نمی‌توان مستقیماً از آنها استفاده کرد؛ لذا در مسیر آنها رگولاتور قرار می‌دهند تا فشار آنها را کاهش دهد. وسیله تبدیل فشار سه وظیفه مهم دیگر را نیز به عهده دارد. الف) فشار گاز داخل سیلندر را مشخص می‌کند. ب) فشار قوی را به فشارکمتر که برای کار مناسب باشد، تقلیل می‌دهد یعنی فشار ۱۵۰ kg/cm^2 در کپسول اکسیژن را به فشار حدوداً ۵ kg/cm^2 تبدیل می‌کند. در کپسول‌های استیلن نیز فشار ۱۵ kg/cm^2 را به فشار ۰/۳ تا ۰/۵ تبدیل می‌کند. ج) در تمام مدت کار فشار را ثابت نگه می‌دارد.

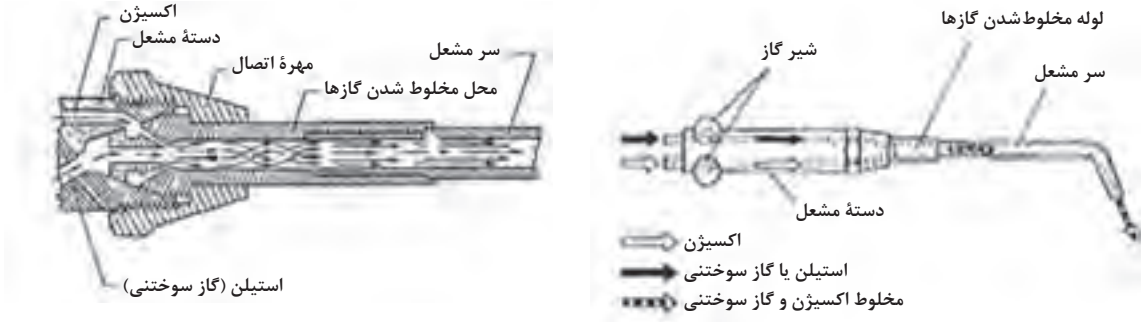
فعالیت

نکات ایمنی مربوط به رگولاتور را جستجو و در قالب یک فایل پاورپوینت در کلاس برای سایر هنرجویان ارائه کنید.

شکل ۱۲

مشعل جوش‌کاری

برای تشکیل شعله‌های مختلف جهت جوش‌کاری فلزات و آلیاژهای آنها و نیز با توجه به ضخامت‌های مختلف آنها باید مشعل به‌طور صحیح و متناسب با قطعه کار تنظیم شود. امروزه مشعل‌های ساخته شده دارای مشخصاتی هستند که این مشخصات روی مشعل‌ها نوشته شده است. مشخصات مزبور عبارت‌اند از مقدار مصرف گاز در ساعت، ضخامت قطعات مورد نظر و نیز فشارهای لازم برای اکسیژن و استیلن که باید توسط رگولاتور تنظیم گردد.



شکل ۱۳

شکل ۱۴

قسمت‌های مختلف مشعل جوش‌کاری: هر مشعل از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است که عبارت‌اند از: الف) انژکتور، ب) محفظه اختلاط، ج) مهره، د) لوله‌های گاز.

مشعل جوش‌کاری: گازهای اکسیژن و استیلن به‌وسیله شیلنگ به مشعل هدایت می‌شوند که مقادیر مصرف هر یک از آنها به‌وسیله یک شیر کنترل می‌شوند. گاز اکسیژن از وسط انژکتور و گاز استیلن از اطراف انژکتور خارج شده و در محفظه اختلاط با یکدیگر ترکیب شده سپس از خروجی مشعل خارج می‌گردد. اجزای آن شامل: الف) دسته مشعل، ب) شیر اکسیژن، ج) شیر استیلن، د) لوله هدایت استیلن، هـ) لوله هدایت اکسیژن و و) قسمت خروجی گاز.

انواع شعله: عموماً سه نوع شعله وجود دارد:

الف) شعله احیاء: شعله‌ای است که دارای استیلن اضافی بوده، بنابراین حرارت سوختن آن پایین است و کربن‌های اضافی را وارد فلز می‌نماید. این عمل (وارد شدن کربن در فلز) با پوششی که در حوضچه مذاب ظاهر می‌گردد مشخص می‌شود. بعد از آن گرده جوش که دارای کربن اضافی است منجمد شده و سطح جوش محدبی حاصل می‌گردد. به سبب تزریق کربن اضافی به حوضچه مذاب، گرده جوش بسیار سخت و شکننده می‌شود. شعله احیاء به سبب دارا بودن کربن اضافی برای جوش‌کاری فولادهای پر کربن ایده‌آل است. به هر حال در هنگام جوش‌کاری فولادهای پرکربن، کربن اضافی شرایط ایده‌آلی را به‌وجود می‌آورد.

ب) شعله خنثی: با تنظیم دقیق‌تر، توسط شیر سوزنی مشعل، اکسیژن افزایش داده می‌شود تا گاز استیلن به اندازه حداقل جریان داشته باشد که بیانگر مناسب بودن نسبت اکسیژن با استیلن است. در نتیجه شعله خنثی حاصل می‌گردد. این نوع شعله بیشترین کاربرد را در جوش‌کاری دارد. این نوع شعله اثرات کمتری روی فلز پایه و خط جوش می‌گذارد و معمولاً گرده جوش ظریفی حاصل شده و در نتیجه خواص جوش حاصله با فلز پایه تقریباً یکسان خواهد بود. حرارت شعله خنثی برای جوش‌کاری اغلب فلزات کافی است.

ج)شعله اکسید کننده: با افزایش اکسیژن توسط شیر سوزنی روی مشعل، شعله اکسیدکننده به‌وجود می‌آید. این شعله پرحرارت‌ترین شعله‌ای است که می‌توان توسط اکسیژن و گاز سوختنی تولید نمود. شعله اکسیدکننده، اکسیژن اضافی را داخل حوضچه مذاب تزریق می‌کند و موجب اکسیده شدن و یا سریع سوختن قطعه کار می‌گردد. در این شعله پرتاب شدن جرقه‌های براق و روشن از حوضچه مذاب می‌باشد. اکسیژن اضافی گرده جوش کثیفی به‌وجود می‌آورد. در جوش‌کاری فلزاتی مانند: مس و روی و فولاد منگنزدار و چدن استفاده از شعله اکسیدکننده مفید می‌باشد.

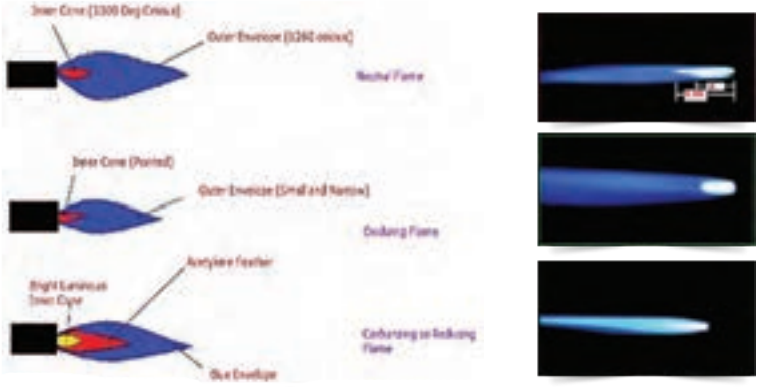
سیم‌جوش‌ها: سیم‌جوش‌ها در روش جوش‌کاری با گاز می‌تواند از جنس فولاد، برنج، نقره، مس و ... بسته به جنس قطعه کار باشد.

شکل شعله: گازهای اکسیژن و استیلن بعد از مخلوط شدن و خروج از مشعل مشتعل شده و تولید شعله با شکل‌های مختلف می‌کند و به‌طور کلی شکل شعله را می‌توان به سه بخش تقسیم کرد.

الف) هسته آبی مخروطی، که در این قسمت نوع شعله مشخص می‌گردد.

ب) ناحیه‌ای که باعث ذوب فلزات می‌شود.

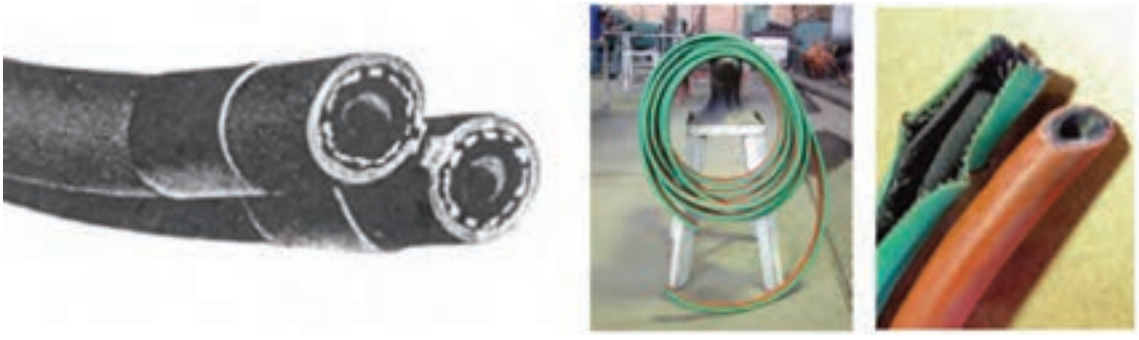
ج) قسمت هاله زرد رنگ اطراف شعله می‌شود.



شکل ۱۵

شیلنگ

برای انتقال گاز از رگولاتور به مشعل از شیلنگ لاستیکی مخصوص استفاده می‌شود، که قابلیت انعطاف و استحکام مناسبی داشته باشد. شیلنگ‌ها عمدتاً سه لایه هستند. لایه داخلی از لاستیک مخصوص و لایه‌های میانی از الیاف بافته شده و لایه خارجی از لاستیک مقاوم ساخته شده است. شیلنگ‌ها به‌صورت دوتایی و به هم چسبیده یا تکی وجود دارد. شیلنگ قرمز به کپسول گاز استیلن و شیلنگ سبز به کپسول گاز اکسیژن متصل می‌شود. شکل زیر چند نمونه شیلنگ را نشان می‌دهد. به هنگام اتصال شیلنگ به رگولاتور و مشعل باید دقت کرد تا هیچ نشتی نداشته باشد. برای اتصال محکم باید از بست مناسب استفاده شود و از به‌کاربردن سیم برای بستن و محکم کردن استفاده نشود.



شکل ۱۶

فندک جوش‌کاری: فندک عامل ایجاد جرقه برای روشن کردن مشعل جوش‌کاری است.

فعالیت

نکات‌ایمنی مربوط به شیلنگ را جست‌وجو و در قالب یک فایل پاورپوینت در کلاس ارائه کنید.

نکات مهمی که در هنگام جوش‌کاری با گاز بایستی در نظر گرفت:

الف) آماده کردن قطعه کار، ب) انتخاب صحیح مشعل، ج) تنظیم صحیح رگولاتور، د) تنظیم صحیح شعله، ح)سرعت مناسب جوش‌کاری خ) هماهنگی ذوب فلز و مفتول جوش ز) زاویه صحیح مشعل.

زاویه مشعل: زاویه مشعل نسبت به قطعه کار با ضخامت قطعه کار متناسب است یعنی هر چه ضخامت فلز مورد جوش‌کاری کمتر باشد زاویه مشعل نیز کمتر خواهد بود و هرچه فلز ضخیم‌تر باشد زاویه بیشتر خواهد بود.

روش‌های جوش‌کاری با گاز اکسی استیلن: اصولاً جوش‌کاری به دو روش انجام می‌گیرد: روش پیش‌دستی و روش پس‌دستی. اگر هنگام جوش‌کاری حرارت مشعل را روی گرده‌های جوش متمرکز نمایید جوش‌کاری پیش‌دستی نامیده می‌شود. معمولاً روش پیش‌دستی را برای جوش‌کاری قطعات نازک استفاده می‌کنند. چنانچه حرارت نوک شعله بر خلاف گرده‌های جوش باشد جوش‌کاری را پس‌دستی می‌نامند. برای جوش‌کاری قطعات ضخیم از روش پس‌دستی استفاده می‌کنند.

نکته

در جوش‌کاری اکسی‌استیلن از سیم‌جوش‌های متناسب با جنس قطعه از نوع برنجی و فولادی استفاده می‌شود که عمل اتصال دو قطعه را انجام می‌دهد.

راه‌اندازی دستگاه

قبل از اینکه دستگاه جوش‌کاری اکسی استیلن راه‌اندازی شود، باید مطابق استاندارد و دستورالعمل‌های‌ایمنی کپسول، شیلنگ، مشعل، رگولاتور و ... بازرسی شوند. به هنگام جوش‌کاری باید سیستم تهویه کارگاه روشن باشد و به وسایل‌ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.

فعالیت

مراحل زیر را هنرجویان زیر نظر هنرآموز و استادکار انجام دهند.

۱ لباس کار بپوشید و به تجهیزات‌ایمنی و حفاظت فردی مناسب برای جوش‌کاری مجهز شوید.

۲ قطعه کار از جنس فولاد ساختمانی با ضخامت ۵ و ابعاد ۱۰۰ در ۱۵۰ میلی‌متر تهیه کنید.

۳ با استفاده از دستگاه سنگ‌زنی یک شیار روی قطعه کار ایجاد کنید.

۴ با استفاده از برس سیمی سطح قطعه را تمیز کنید.

۵ با استفاده از سوزن و خط‌کش قطعه را خط‌کشی کنید.

۶ با استفاده از فندک مشعل را روشن کنید. روشن کردن مشعل طبق دستورالعمل زیر انجام می‌گیرد:

الف ـ پس از باز کردن شیر تنظیم رگولاتور که در زیر آنها قرار دارد شیر فلکه کپسول را به آرامی باز کنید.

ب ـ برای روشن کردن مشعل ابتدا شیر گاز سوختنی مشعل (شیر قرمز رنگ) را کمی باز کرده و فندک بزنید تا شعله ایجاد شود.

ج ـ چنانچه مقدارگاز زیاد باشد شعله از مشعل فاصله می‌گیرد لذا باید مقدار گاز را کم کنید و چنانچه شعله کوتاه و دودزا باشد مقدار گاز کم است و باید کمی اضافه شود.

د ـ شیر اکسیژن را به آرامی باز کنید تا شعله به رنگ آبی درآید. وقتی شعله تنظیم است که با باز کردن اهرم اکسیژن اضافی روی مشعل برش طول مخروط سفید رنگ شعله کوتاه یا بلند نشود. لذا با کم و زیاد

کردن میزان اکسیژن خروجی شعله مناسب به‌دست می‌آید.

۷ چندین بار عمل روشن کردن و تنظیم کردن شعله را تکرار کنید تا به مهارت کافی برسید.

۸ شعله را روشن و تنظیم کنید.

۹ شعله را به سه روش احیایی، اکسیدی و خنثی ایجاد کنید و هر بار با یک روش جوش‌کاری کنید.

۱۰ با فشار دادن اهرم اکسیژن اضافی تنظیم بودن شعله را کنترل کنید.

۱۱ مشعل جوش را به طور عمود در ابتدا روی یکی از خطوط جوش قرار دهید تا قطعه در آن محل سرخ شود.

۱۲ فاصله نوک سر مشعل تا سطح قطعه کار حدود ۵ میلی‌متر باشد.

۱۳ اهرم اکسیژن اضافی را فشار دهید و محل شروع جوش‌کاری را حرارت دهید حال مشعل را در امتداد جوش به آرامی به جلو ببرید، در حین پیشروی فاصله مشعل تا قطعه کار و عمود بودن مشعل با سطح کار همیشه مورد نظر باشد.

۱۴ ابتدا سطح قطعه را پیش‌گرم کنید.

۱۵ با استفاده از سیم جوش شروع به جوش‌کاری کنید.

۱۶ پس از پایان جوش‌کاری روی قطعه به‌وسیله چکش سرباره جوش را حذف و با استفاده از برس سیمی اطراف محل جوش را تمیز کنید. شیلنگ‌های گاز و ابزار و وسایل دیگر را جمع کنید و وسایل و محل کار را تمیز کنید.

۱۷ محل کابین و میز جوش‌کاری را از شلاکه‌ها و جرقه‌ها پاک کنید و در صورت لزوم وسایل را به انبار تحویل دهید.

۱۸ نتایج را در گزارش کار خود بیان و دلایل و تجزیه تحلیل خود را در کلاس ارائه کنید.

روشن کردن مشعل:

۱ برای روشن کردن مشعل نخست شیر استیلن روی مشعل را باز کرده و گاز استیلن که از نوک مشعل بیرون می‌آید را روشن کنید. شعله اکسیژن لازم وکافی را جهت سوزاندن بخشی از استیلن از هوای اطراف مشعل دریافت می‌کند و نهایتاً مشعل روشن می‌شود.

۲ شیر سوزنی را باید تا زمانی باز نمود که انتهای شعله از مشعل قطع شود و سپس با بستن شیر شعله را به نوک مشعل متصل نمایید. این کار روشی است جهت تشخیص و تخمین مقدار جریان استیلن صحیح از نوک مشعل که از مشخصات اصلی این شعله فراوانی کربن آزاد شده در هوا است.

۳ در مواقعی از این شعله جهت اندود کردن (کربنی کردن) روی قالب‌های ریخته‌گری استفاده می‌شود.

نکات ایمنی

نکات ایمنی جوش‌کاری اکسی استیلن

۱ کپسول‌های استیلن با احتیاط کامل حمل و نقل شود زیرا کوچک‌ترین ضربه و بی‌احتیاطی به کپسول موجب انفجار آن می‌شود.

۲ کپسول‌ها را در مجاورت کوره و یا در مقابل اشعه مستقیم آفتاب قرار ندهید.

۳ کپسول‌ها را در حالت عادی بیش از ۲۰ درجه نباید خم کرد و تحت هیچ شرایطی کپسول پر شده استیلن را نباید به حالت افقی خواباند.
۴ در صورت داغ شدن کپسول در حین جوش‌کاری بلافاصله جوش‌کاری را قطع نموده و اقدامات ایمنی لازم جهت خنک کردن کپسول را انجام دهید.
۵ تماس روغن، گریس و مواد قابل اشتعال و انفجار با کلیه دستگاه‌ها و تجهیزات جوش‌کاری و برشکاری گازی ممنوع می‌باشد.
۶ استفاده از گاز اکسیژن به عنوان جایگزین هوای فشرده ممنوع است.
۷ استفاده از شعله جهت انجام آزمایش نشتی گازها در کپسول‌ها و متعلقات آن ممنوع است.
۸ برای روشن نمودن مشعل جوش‌کاری و برشکاری باید از فندک مخصوص آن استفاده نمود.
۹ در پایان کار و مواقعی که عملیات جوش‌کاری و برشکاری انجام نمی‌گیرد باید دستگاه‌ها از منابع اصلی گاز جدا گردد.
۱۰ کلیه محل‌های اتصال از سیلندر گاز تا مشعل را باید قبل از روشن نمودن مشعل به روش ایمن مورد آزمایش نشتی قرار داد.
۱۱ شیلنگ و اتصالات رابط باید استاندارد بوده و فاقد نشتی، پوسیدگی و یا هر نوع نقص دیگری باشند.
۱۲ اتصالات و مهره‌های اتصال باید قبل از استفاده مورد بررسی قرار گیرند و در صورت وجود هر گونه عیب یا نشتی، تعویض گردند.
۱۳ سیلندرهای اکسیژن و انواع گازها باید همواره مورد بازدید و آزمایش قرار گیرند.
۱۴ استفاده از سیلندرهای گاز و مولدهای گاز استیلن که دارای آسیب دیدگی یا خوردگی بوده و یا در معرض آتش‌سوزی قرار داشته‌اند ممنوع است.
۱۵ سیلندرهای گاز نباید در معرض صدمات فیزیکی، شیمیایی، تابش مستقیم نور خورشید و شرایط نامساعد جوی قرار گیرند.
۱۶ سیلندرهای گاز باید به‌طور قائم و مطمئن در جای خود محکم گردند تا از افتادن احتمالی آنها جلوگیری شود.
۱۷ سیلندرهای گاز باید دور از مواد قابل اشتعال و انفجار نگهداری و استفاده گردد.
۱۸ نگهداری سیلندر اکسیژن در مکان تولید گاز استیلن ممنوع می‌باشد.
۱۹ استفاده از اتصالات، تبدیل‌ها، وسایل غیرایمن و غیر استاندارد اکیداً ممنوع است.
۲۰ جابه‌جایی سیلندرهای گاز با اهرم کردن شیر یا سرپوش حفاظتی آن ممنوع می‌باشد.
۲۱ سیلندر گاز پر یا خالی نباید به عنوان غلتک یا تکیه‌گاه استفاده گردد.
۲۲ سرپوش حفاظتی سیلندرهای گاز باید در جای خود به طور محکم قرار گیرد مگر در مواردی که سیلندر گاز در حال استفاده می‌باشد.
۲۳ به‌منظور جلوگیری از بروز صدمات فیزیکی در هنگام جابه‌جایی انواع سیلندرهای گاز، استفاده از یک محفظه مناسب و ایمن الزامی‌است.
۲۴ هنگامی‌که لازم است سیلندرها به همراه رگولاتورهای متصل به آن جابه‌جا شوند، باید پس از بستن شیر و قرار دادن روی وسیله ایمن نسبت به جابه‌جایی آنها اقدام نمود.

۲۵ استفاده از سیلندر گاز بدون رگولاتور استاندارد ممنوع است.
۲۶ گرم کردن کپسول و شیر گاز مخزن استیلن توسط شعله ممنوع است و در صورت نیاز، این کار باید توسط آب گرم صورت گیرد.
۲۷ رنگ شیلنگ‌ها و بدنه سیلندرهای گاز باید مطابق با استاندارد باشد.
۲۸ بهره برداری از سیلندرهای گاز فقط به‌صورت ایستاده مجاز است و به هیچ عنوان نباید در حالت افقی یا وارونه از گاز داخل آن برای عملیات جوش‌کاری و برشکاری استفاده نمود.
۲۹ قرار دادن اشیاء بر روی انواع سیلندرهای گاز ممنوع است.
۳۰ قبل از جدا کردن رگولاتور از سیلندر گاز، باید شیر سیلندر گاز به طور کامل بسته شود.
۳۱ سیلندرهای گاز باید دور از عملیات جوش‌کاری و برشکاری قرار گیرند تا شعله، سرباره داغ و جرقه به آنها نرسد. در غیر این صورت باید از موانع ضد آتش استفاده نمود.

جوش‌کاری روشی است که به دانش و تکنولوژی زیادی نیاز دارد. اگر جوش‌کاری به درستی انجام نگیرد سبب بروز عیوبی در جوش خواهد شد. اولین مرحله برای انجام جوش‌کاری، آماده‌سازی سطوح است.

فعالیت

با توجه به مطالب قبلی، برای تمیزکاری سطوح قبل از جوش‌کاری چه روشی را پیشنهاد می‌دهید.

پرسش

برای آماده‌سازی قطعه کار در روش جوش‌کاری قوس با الکترود دستی چه روش‌های تمیزکاری مناسب‌تر است؟

آماده‌سازی سطح

به تصاویر زیر دقت کنید.

شکل ۱۷

آماده‌سازی برای جوشکاری

آماده‌سازی سطح، دربرگیرنده کلیه عملیات روی سطح قطعه، قبل از جوش‌کاری، شامل زدودن چربی، رطوبت، زنگ‌زدگی و ... می‌باشد. در واقع آماده‌سازی، زدودن هر ماده خارجی، رسوب‌های چسبنده، لایه اکسیدی و ... است.

نکته

قبل از عملیات جوش‌کاری موارد زیر رعایت گردد:

۱ محافظت از تجهیزات و سطوح ماشین‌کاری شده نزدیک به محل جوش‌کاری.

۲ مهارکردن قطعات پیچیده و حجم سنگین.

۳ پیش‌گرم کردن قطعه.

۴ تمیزکاری محل جوش.

روش‌های مکانیکی	روش‌های شیمیایی	روش‌های حرارتی و انرژیک
آماده‌سازی با وسایل دستی؛	چربی‌زدایی با حلال؛	استفاده از شعله؛
آماده‌سازی با ابزارهای برقی؛	اسید شویی؛	استفاده از امواج ماوراء صوت؛
پاشش آب؛	آماده‌سازی با مواد قلیایی؛	استفاده از اشعه لیزر.
پاشش ساینده (زبره پاشی).	غوطه‌وری در الکترولیت.	

عوامل زیادی در کیفیت سطح آماده‌سازی مؤثر هستند که در زیر به چند مورد اشاره می‌شود.

- جنس سطح پایه و سختی آن و شکل کلی ساختار؛
- میزان آلودگی اولیه در سطح و چسبندگی آلودگی به سطح؛
- جنس، چگالی، سختی و شکل ذرات ساینده؛
- فشار هوا، تمیزی آن، رطوبت و وضعیت آب وهوایی؛

برس: استفاده از برس یک روش قدیمی‌است که برای تمیزکردن سطوح قبل از جوش‌کاری و یا درزهای جوشکاری به‌کار می‌رود.

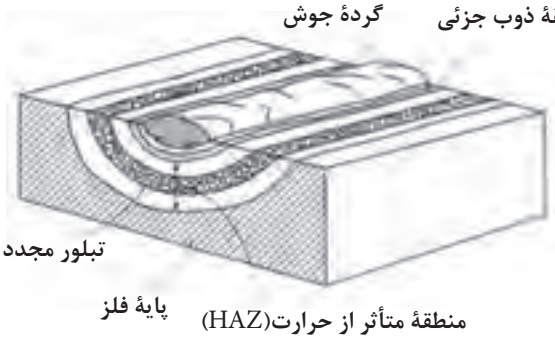
دیسک سنباده

این روش دارای کیفیت خوب و با سطوح درخشنده‌ای می‌باشد.

ماسه زنی

مناسب‌ترین روش برای آماده‌سازی سطوح پاشش ساینده با هوا می‌باشد. نتیجه آماده نمودن سطوح وقتی رضایت‌بخش خواهد بود که سطوح کاملاً تمیز شده باشند.

عملیات حرارتی در جوش



شکل ۱۸

عملیات حرارتی در جوش به دو گروه عمده تقسیم می‌شود:

عملیات حرارتی پیش‌گرم (Preheat weld heat treatment)؛

عملیات حرارتی پسگرم (Post Weld Heat Treatment).

عملیات پیش‌گرم

عملیات پیش‌گرم عبارت است از حرارت دادن قطعه به‌منظور بالا بردن دمای آن قبل از عملیات جوش‌کاری. به معنای دیگر قطعات را قبل از جوش‌کاری تا درجه حرارت معینی حرارت می‌دهند و بلا فاصله بعد از رسیدن قطعه کار به آن درجه حرارت، جوش‌کاری آغاز می‌شود.این عملیات به دو صورت حرارت دادن به کل فلز پایه و یا قسمتی از آن انجام گیرد تا آنکه منطقه مورد نظر به دمای مناسب جهت شروع جوش‌کاری برسد که به آن دمای پیش‌گرم گفته می‌شود. حرارت دادن فلز تا لحظه شروع جوش‌کاری ادامه می‌یابد پیش‌گرم به‌منظور جلوگیری از اختلاف دما و سرد شدن فلز جوش قبل از جوش‌کاری است و این امر یکی از مهم‌ترین عوامل پیش‌گرم فلز پایه است.

فعالیت

مراحل زیر را تمامی افراد تحت نظر هنرآموز و استادکار انجام دهید.

۱ لباس کار بپوشید و به تجهیزات ایمنی و حفاظت فردی مناسب برای جوش‌کاری مجهز شوید.

۲ قطعه کار از جنس فولاد ساختمانی st ۳۷ با ضخامت ۵ و ابعاد ۱۰۰ در ۱۵۰ میلی‌متر تهیه کنید.

۳ با استفاده از برس سیمی و سنگ سنباده سطح قطعه کار و محل جوش‌کاری و خط جوش را تمیز کنید.

۴ با استفاده از سوزن خط‌کش و خط‌کش، قطعه کار را خط‌کشی کنید.

۵ کلید چاقویی یا فیوز اتصال دستگاه به برق کارگاه را کنترل کنید.

۶ از اتصال کامل کابل‌ها مطمئن شوید (هیچ کابلی نباید سولفاته یا شل باشد).

۷ اتصال کابل به قطعه کار و اتصال کابل به انبر به دستگاه کنترل شود.

۸ کلید برق را روشن کنید.

۹ چراغ روی برد الکتریکی دستگاه کنترل شود (چراغ باید روشن باشد).

۱۰ شرایط ظاهری دستگاه در حالت مدار باز کنترل شود.

۱۱ شدت جریان را روی شدت جریان مورد نظر تنظیم کنید. (تنظیم شدت جریان باید متناسب با ضخامت قطعه، قطر الکترود، نوع الکترود باشد).

۱۲ یک الکترود E۶۰۱۳ به قطر ۴ میلی‌متر در دهانه انبر قرار دهید.

۱۳ با استفاده از مشعل دستی اقدام به پیش‌گرم کردن قطعه کنید.

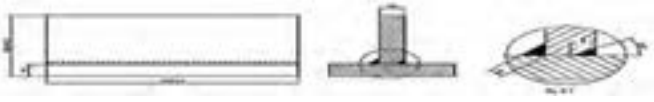
۱۴ برای پیش‌گرم کردن قطعه ۴ دمای ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد را انتخاب کنید و

همواره دما را توسط ترمومتر بررسی کنید.
۱۵ انبر را در محل مناسب قرار دهید.
۱۶ ماسک کلاهی را متناسب با اندازه سر خود تنظیم کنید و شیشه ماسک را تمیز کنید.
۱۷ کابل انبر الکترودگیر را به قطب منفی (-) ترمینال دستگاه متصل کنید و دقت کنید لقی نداشته باشد.
۱۸ قطعه کار را با استفاده از برس سیمی تمیز کنید و قطعه کار را در محلی قرار دهید که به هنگام جوش‌کاری بر آن مسلط بوده و قدرت مانور مناسبی داشته باشید.
۱۹ قطعه کار را روی میز کار خال جوش بزنید.
۲۰ یک خط جوش روی سطح قطعه کار ایجاد کنید.
۲۱ تأثیر دمای پیش‌گرم را در شدت جریان اعمالی در نظر بگیرید.
۲۲ تأثیر دمای پیش‌گرم را در سرعت جوش‌کاری در نظر بگیرید.
۲۳ پس از پایان جوش‌کاری روی قطعه به‌وسیله چکش سرباره جوش را حذف و با استفاده از برس سیمی اطراف محل جوش را تمیز کنید.
۲۴ برای مصرف بهینه انرژی و صرفه‌جویی در مصرف برق زمانی که نیاز به روشن بودن دستگاه نیست، دستگاه را خاموش کنید.
۲۵ پس از پایان جوش‌کاری باید دستگاه جوش‌کاری را خاموش کرد: لذا کلید اصلی روشن و خاموش دستگاه را در وضعیت خاموش یا OFF قرار داده، سپس کابل و انبر را جمع کرده و برای‌ایمنی بیشتر سه شاخه برق را از پریز برق اصلی جدا کنید. دستگاه را در جای مناسب قرار دهید.
۲۶ محل کابین و میز جوش‌کاری را از شلاکه‌ها و جرقه‌ها پاک کنید و در صورت لزوم وسایل را به انبار تحویل دهید.
۲۷ تأثیر تغییرات دمای پیش‌گرم در شدت جریان، سرعت جوش‌کاری و عیوب جوش را بررسی کنید.
۲۸ نتایج را در گزارش کار خود بیان و دلایل و تجزیه تحلیل خود را در کلاس ارائه کنید.

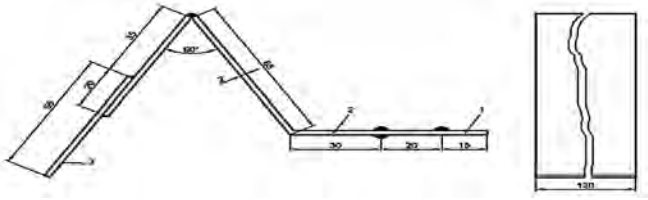
ارزشیابی هنرجو در واحد یادگیری: انجام عملیات جوشکاری

نقشه کار: انجام عملیات جوشکاری
جوشکاری قطعات مقابل را به روش الکترود دستی و گاز انجام دهید.
شاخص عملکرد: آماده‌سازی قطعه کار و اتصالات جوش‌کاری، انجام عملیات جوش‌کاری، کیفیت جوش و گرده جوش
شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه عمومی با روشنایی مناسب
مواد مصرفی: الکترود- سیم جوش - سنباده - صفحه سنگ‌ساب - گاز مایع - گچ حرارتی
ابزار و تجهیزات: دستگاه جوش برق (موتور جوش، رکتی‌فایر)- فرچه- دستگاه سنگ - مشعل و المنت برای پیش‌گرم - چکش و ... کپسول گازسوخت و اکسیژن - شیلنگ و مشعل - چکش گل‌زنی - وایر برس سیمی‌آون

جوشکاری الکترود دستی



جوشکاری گاز



شکل ۱۹

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی تجهیزات جوش‌کاری	۲	
۲	آماده‌سازی قطعه کار	۱	
۳	انجام جوش‌کاری	۲	
۴	عملیات تکمیلی	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲- استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش، ماسک جوشکاری و ... ۳- تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه و تفکیک ضایعات جوشکاری و سنگ کاری و ... از مواد دیگر، ۴- رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات *		

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

واحد یادگیری ۲

تعمیر قطعات معیوب ریختگی

مقدمه

پس از ساخت قطعه به روش ریخته‌گری، عیوب قطعه ریختگی با استفاده از ابزار، تجهیزات و روش مناسب اصلاح می‌گردد.
در این فصل انواع روش‌های آماده‌سازی سطح قطعه ریختگی، پر کردن عیوب سطحی قطعه ریختگی و برطرف کردن برجستگی‌های اضافی و ابزار و تجهیزات مورد نیاز و روش کار با آنها در هر مورد توضیح داده می‌شود.

استاندارد عملکرد

تعمیر قطعات معیوب ریختگی قابل اصلاح با استفاده از ابزار و تجهیزات مناسب براساس استانداردهای مرتبط

پیش‌نیاز

تولید قطعه ریخته‌گری

تعمیر قطعات ریختگی

مقدمه

پس از بارریزی، قطعه منجمد شده از قالب خارج می‌شود. دراین حالت تمام قطعات ریختگی دارای اضافاتی مانند: سیستم راهگاهی، تغذیه، ماسه ماهیچه و اضافاتی مانند پلیسه و ... می‌باشند. از طرفی قطعه‌های ریختگی از کیفیت سطحی مناسبی برخوردار نیستند. دقت و تمرکز کافی در حین قالب‌گیری سبب کاهش اضافات در قطعه ریختگی می‌شود. همچنین در آلیاژهای با نقطه ذوب بالا مانند چدن پس از انجماد معمولاً ماسه قالب به سطح قطعه می‌چسبد؛ بنابراین قبل از اجرای مراحل بعدی روی قطعه، نظیر ماشین‌کاری، عملیات حرارتی و ... باید قطعه تحت عملیات آماده‌سازی قرار گیرد.

آماده‌سازی

به شکل زیر دقت کنید.

شکل ۲۰

همان‌طور که می‌بینید بعد از تخلیه قالب باید روی قطعه عملیاتی انجام شود تا بتواند مورد استفاده قرار بگیرد.

آماده‌سازی شامل مراحل ذیل است:

- ماسه‌زدایی و حذف ماسه ماهیچه و قالب از قطعه؛
- جدا کردن اضافات شامل سیستم راهگاهی، تغذیه و پلیسه‌ها؛
- پرداخت‌کاری سطح قطعه جهت برطرف کردن نقاط تیز.

ماسه‌زدایی:

واکنش‌های بین اجزای مخلوط ماسه با مذاب، منجر به چسبیده شدن ماسه به سطح قطعه می‌شود. لذا باید پس از تخلیه قالب، ماسه روی سطوح قطعه تمیزکاری شود. میزان هزینه و زمان ماسه‌زدایی به‌اندازه، میزان پیچیدگی قطعه و نوع فرایند تولید بستگی دارد. برای انجام ماسه‌زدایی از ابزار و روش‌های مختلفی از جمله ماسه‌زدایی به وسیله ضربه، ویبراتور، درام چرخشی، سند بلاست و ... استفاده می‌شود.

جدا کردن اضافات

جداسازی اضافات به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد، مانند: شکستن ساده (بدون براده برداری)، به وسیله قوس

الکتریکی، به‌وسیله ابزار ساینده، به‌وسیله کمان اره، سنگ‌کاری (سنگ دستی) و روش‌های حرارتی و مشعل دستی.

پرداخت‌کاری سطح قطعه

پس از جداسازی سیستم راهگاهی با استفاده از دستگاه سنگ، سنگ فرز، سنباده دستی، نوار سنباده و ... اقدام به پلیسه‌زنی می‌شود. این مرحله به‌منظور افزایش کیفیت سطح قطعه انجام می‌گیرد. افزایش کیفیت سطح قطعه سبب افزایش مقاومت به خوردگی، شکست و ... می‌شود. تمیزکاری به روش‌های مختلفی مانند: تمیزکاری شیمیایی، اسیدشویی، شست‌وشو با حلال، تمیزکاری مکانیکی (ماشین‌کاری، سند بلاست، شات بلاست، سنباده‌زنی، سنگ‌زنی، سوهان‌کاری و ...) انجام می‌گیرد.

برای انجام این مرحله از کار به ابزار و وسایل زیر نیاز است:

انبر، دستکش، چکش، گیره، کمان اره، ویبراتور، سوهان، آلومینیوم سای، دیسک ساینده، دستگاه سند بلاست و برس سیمی.

فعالیت

مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار انجام دهید.

۱ پس از پوشیدن لباس کار، کفش‌ایمنی، عینک، دستکش چرمی، ماسک، پیش‌بند و ساق‌بند چرمی و با استفاده از انبر به محل تخلیه قالب‌ها بروید.

۲ قطعه‌هایی را که ظاهراً دارای عیوب سطحی از مرحله کار قبل هستند را از انبار تحویل بگیرید.

۳ قطعه را روی گیره ببندید.

۴ ماسه باقیمانده روی سطح قطعه را با استفاده از قلم و چکش با ضربات آرام جدا کنید.

۵ باقی ماسه را با استفاده از برس سیمی‌دستی تمیز کنید.

۶ اگر چسبندگی ماسه به قطعه زیاد است از دستگاه سنگ دستی با فرچه سیمی استفاده کنید.

۷ با استفاده از کمان اره، سیستم راهگاه، تغذیه و ... را از قطعه جدا کنید.

۸ با استفاده از سوهان یا آلومینیوم سای محل اره‌کاری و جداسازی را تمیز کنید.

۹ اگر سطح نیاز به پلیسه‌گیری و تسطیح دارد با استفاده از سنگ‌زنی دستی و پس از تعویض فرچه سیمی با صفحه ساب، سطوح قطعه را پرداخت کنید.

۱۰ قطعه را از روی گیره باز کنید.

۱۱ قطعه را درون دستگاه سند بلاست قرار دهید و تحت پاشش ماسه قرار دهید.

۱۲ پس از اتمام ماسه زنی سطوح قطعه را بازرسی کنید.

۱۳ محل بروز عیوب را با چالک (chalk)یا متال مارکر (metal marker) علامت بزنید.

۱۴ ماسه محیط و اطراف را جمع‌آوری کنید و پس از الک به درون مخزن برگردانید.

۱۵ اطراف گیره و میز کار را تمیز کنید.

نکات ایمنی

- هنگام جابه‌جایی قطعات حتماً از انبر و دستکش استفاده کنید.
- در تمام مراحل آماده‌سازی از کلاه ایمنی با ماسک محافظ استفاده شود.

هدف نهایی از تولید قطعه به‌روش ریخته‌گری، ساخت قطعه با شکل، ابعاد، اندازه و خواص مورد نظر جهت کاربرد در ماشین‌ها و تجهیزات با حداقل هزینه و قیمت می‌باشد؛ به‌طوری که رضایت مشتری و مصرف‌کننده را از نظر قیمت و کیفیت تأمین کند. قطعه‌های ریختگی مانند سایر محصولات تولیدی همواره دارای نواقص و عیوبی هستند که در برخی موارد موجب مردود شدن قطعه(Rejection)، افزایش برگشتی و ضایعات و در نهایت کاهش راندمان ریخته‌گری و کل تولید خواهد شد. علاوه بر این، بروز عیب در قطعه‌های ریختگی با اتلاف منابع انرژی، آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش روحیه نیروی انسانی و ... همراه است. برای بررسی سلامت قطعه‌های ریختگی از استانداردهای مختلفی استفاده می‌شود، که در آنها حد پذیرش و سلامت قطعه متناسب با شرایط کاربردی و انتظارات مصرف‌کننده در نظر گرفته می‌شود. بدین‌ترتیب می‌توان حساسیت به عیب را تشخیص و میزان قطعه‌های معیوب خارج از محدوده پذیرش را کاهش داد. یکی از روش‌های کاهش اتلافات و برگشتی‌ها در کارگاه ریخته‌گری، ترمیم و تعمیر قطعات معیوب است. تعمیر قطعه‌های معیوب اگر چه روشی زمان‌بر و نیازمند به امکانات و تجهیزات و در نتیجه صرف هزینه‌های بیشتر است، اما سبب کاهش هزینه‌ها و قیمت تمام شده نهایی می‌شود. لازم به ذکر است که معمولاً تعمیر یاترمیم قطعه، سبب کاهش خواص متالورژیکی، در نتیجه کاهش عمر و کارایی قطعه خواهد شد.

عیوب قطعات ریختگی

به شکل‌های زیر دقت کنید.

شکل ۲۱

همان‌طور که مشاهده می‌کنید تمام قطعات حاوی نواقص و ناهمگنی‌هایی هستند؛ که اصطلاحاً به آنها **عیوب ریختگی** گفته می‌شود.

قطعات ریختگی، محصولات نهایی یا نیمه‌تمامی هستند که در طی فرایند ریخته‌گری تهیه شده و معمولاً حاوی عیوب، نواقص و ناهمگنی‌هایی بوده که در برخی مواقع باعث مردود شدن قطعه در نتیجه افزایش قطعات برگشتی و ضایعات و کاهش راندمان تولید می‌شود. کلیه نقص‌های ناشی از عدم محاسبات فنی و علمی‌کافی،

نبود طراحی و تکنولوژی، انتخاب مواد اولیهٔ نامناسب، عدم کنترل فرایند تولید و نبودن تجهیزات مناسب را **عیوب ریخته‌گری** می‌نامند.

این عیوب باعث خارج شدن قطعه از محدودهٔ استاندارد و حد پذیرش می‌شود. عیوب ریخته‌گری را می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی کرد:

نواقص: این دسته از عیوب سبب برگشت قطعه در طی فرایند تولید می‌شوند، بنابراین امکان عرضه به مرحله نهایی و فروش را ندارند.

ناهمگنی‌ها: اشکالات درونی و سطحی هستند که سبب کاهش کارایی قطعه در حین کار و از کارافتادگی زود هنگام قطعه خواهند شد. بعضی از نواقص و ناهمگنی‌ها را می‌توان تعمیر و یاترمیم کرد. باید توجه داشت که تعمیر وترمیم قطعات، خود مستلزم صرف زمان و هزینه می‌باشد. با این حال میزان اتلاف مواد و ضایعات را در نهایت کاهش داده و سبب جلوگیری از تحمیل هزینه‌های نهایی بیشتر در تولید خواهد شد.

شکل زیر مراحل تولید یک قطعه ریختگی را نشان می‌دهد. مراحل تولید و خطای نیروی انسانی و تجهیزات در بروز عیوب ریختگی مؤثرند.

نکات کلیدی

اگر در تولید قطعه ریختگی استانداردها رعایت نشود، قطعه از حد سلامت خارج خواهد شد در نتیجه در طی بازرسی مورد پذیرش قرار نخواهد گرفت.

در تولید قطعهٔ ریختگی، اطلاع از شرایط کاربرد محصول و حساسیت قطعه در تعیین حد استاندارد، حد پذیرش و حد سلامت مهم است.

عوامل مؤثر در تعیین استاندارد: ـ شرایط کاربردی قطعه ـ انتظار مصرف کننده ـ امکانات موجود در کارگاه

تقسیم‌بندی عیوب ریختگی:

عیوب ریختگی براساس محل مشاهده به سه گروه تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف) عیوب قابل مشاهده در سطح قطعه ریختگی که پس از تخلیه و تمیزکاری امکان مشاهده را دارند، مانند: عیب نیامد و پلیسه.

ب) عیوب قابل مشاهده پس از ماشین‌کاری، مانند: سوسه و سردجوشی.

ج) عیوبی که تحت کار مکانیکی یا حین کار، بروز می‌یابند یا به هنگام بازرسی توسط آزمون‌های درون ساختاری (آزمون اشعه‌ایکس، رادیوگرافی، آلتراسونیک و ...) قابل مشاهده هستند، مانند: آخال درونی.

با انجام کنترل فنی می‌توان این عیوب را تشخیص داد. کنترل فنی از دو جزء، کنترل کمی تولید و کنترل کیفی یا بازرسی، تشکیل می‌شود، که به کمک تجهیزات و وسایل کنترل به همراه نیروی انسانی متخصص و با تجربه، این امر صورت می‌پذیرد. کنترل کیفی در هر مرحله از تولید و یا با بازرسی نهایی قطعه در پایان فرایند تولید انجام می‌گیرد. هر یک از عیوب ریختگی، پس از تخلیهٔ قالب و مشاهدهٔ ظاهری قطعه، و یا توسط بازرسی

قطعه که به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد، تشخیص داده می‌شود. البته جابه‌جا کردن قطعه، تمیزکاری، برش راهگاه، تراشکاری، عملیات حرارتی و در نهایت کاربرد قطعه در مشاهده، تشخیص و بروز عیوب مؤثرند.

روش‌های بازرسی قطعات

بازرسی قطعات به دو صورت مخرب و غیرمخرب انجام می‌گیرد و بازرسی غیرمخرب شامل روش‌های زیر است:

بازرسی چشمی (VT):

در این روش، بازرسی توسط مشاهده چشمی و یا ابزارهای بازرسی انجام می‌گیرد. شناسایی عیوب سطحی و بررسی کیفیت سطح قطعات براساس مشاهده دقیق و فنی سطح، توسط بازرس صورت می‌گیرد. دراین روش، بازرسی قطعه‌ها با سطوح گسترده با قیمت پایین و سرعت بالا انجام می‌شود؛ اما سطح قطعه باید تمیز و فاقد ماسه و ... باشد زیرا مانع تشخیص عیب می‌گردد.

آزمون مایعات نافذ (PT):

فیلم

آزمون مایعات نافذ

در ابتدا سطح قطعه مورد بررسی (آزمون) تمیز شده و سپس محلول مایع نافذ روی آن اعمال می‌شود، مایع مزبور از طریق خاصیت مویینگی به داخل سطوح دیواره‌های معیوب کشیده می‌شود. مایع نافذ اضافی به دقت از روی سطح قطعه آزمون پاک می‌شود سپس یک ماده آشکارساز روی سطح قطعه آزمون اعمال می‌شود تا مایع نافذ حبس شده به سطح قطعه کشیده شود تا جایی‌که روی سطح پخش شده و نهایتاً تشکیل یک علامت (لکه‌های قرمز رنگ مایع نافذ در زمینه سفید آشکارساز) را می‌دهد. از این روش به‌منظور تعیین محل ترک، تخلخل و سایر عیوبی که باعث شکاف روی سطح قطعه آزمون گشته و دارای حجم کافی برای حبس و نگهداری ماده نافذ می‌باشند؛ استفاده می‌شود. آماده‌سازی سطح بسیار مهم است، به طوری که سطح باید صاف و صیقلی باشد، زیرا آلودگی‌ها و مواد خارجی مانع تشخیص عیوب می‌گردد. پس از آزمون، سطح قطعه را تمیز می‌کنند، زیرا مواد آزمون سبب خوردگی قطعه می‌شوند. البته به دلیل شیمیایی بودن، این مواد تهدیدی جدی برای سلامتی می‌باشند.

آزمون ذرات مغناطیسی (MT):

فیلم

آزمون ذرات مغناطیسی

این روش برای موادی با قابلیت مغناطیسی جهت تشخیص عیوب سطحی و زیر سطحی در راستای عمود بر خطوط مغناطیسی استفاده می‌شود. دراین روش با ایجاد خطوط میدان مغناطیسی (از یک قطب وارد و از قطب دیگر خارج می‌شود). می‌توان مکان‌های معیوب مانند ترک را مشخص کرد به‌طوری که مسیر خطوط مغناطیسی تغییر یافته و مقداری از میدان به سطح خارج از قطعه هدایت می‌شود (میدان نشت می‌کند). دراین زمان، ذرات مغناطیسی روی سطح قطعه پاشیده می‌شود که در قسمت‌های معیوب این ذرات جذب میدان نشت یافته از سطح شده و از تجمع ذرات یک علامت قابل مشاهده ایجاد می‌نمایند. تجهیزات مورد استفاده در این روش ارزان و بازرسی با سرعت بالایی انجام می‌گیرد. برای این روش لازم است سطح قطعه تمیزکاری شده و فاقد هرگونه رنگ و پوشش باشد.

آزمون پرتونگاری (RT):

فیلم

آزمون پرتونگاری

در این روش از پرتوهای ایکس و گاما برای بررسی عیوب درونی و زیر سطحی قطعه استفاده می‌شود. برای ایجاد تصاویر اشیا از فیلم یا یک نوع آشکار ساز دیگر حساس به پرتو استفاده می‌شود. قطعهٔ آزمون بین چشمه پرتوزا و آشکارساز قرار می‌گیرد. ضخامت و دانسیتهٔ ماده‌ای که پرتوهای ایکس و گاما از آن عبور می‌کنند، روی

مقدار پرتو دریافت شده توسط آشکارساز اثر گذاشته و این تغییر در پرتو منجر به ایجاد تصویر به‌صورت سایه روشن روی آشکار ساز (فیلم پرتونگاری) می‌شود که اغلب نشان‌دهنده کیفیت و مشخصات داخلی قطعه آزمون می‌باشد. تجهیزات این روش گران و بازرس برای تفسیر فیلم‌ها باید از مهارت و تجربه بالایی برخوردار باشد.

آزمون آلتراسونیک (UT):

فیلم

آزمون آلتراسونیک

امواج صوتی با فرکانس بالا به داخل ماده انتقال می‌یابند. امواج صوتی از داخل قطعه عبور کرده و در اثر برخورد با سطح عیوب داخلی، بازگشت داده شده و توسط یک آشکارساز دریافت می‌شوند. وجود عیب در قطعه با توجه به میزان صوت فرستاده شده و دریافت شده از قطعه، فاصله زمانی بین این ارسال و دریافت و نهایتاً پردازش موارد مزبور صورت می‌گیرد. در ضمن امکان اندازه‌گیری ضخامت مواد و تشخیص عیوب زیر سطحی را دارد.

آزمون جریان گردابی (ET):

فیلم

آزمون جریان گردابی

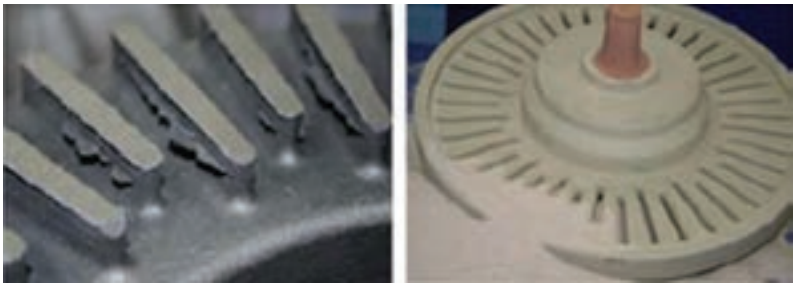
در این روش یک سیم پیچ حامل جریان متناوب، نزدیک قطعه رسانا قرار داده می‌شود، و سبب القای جریان‌های گردابی یا ثانویه در قطعه می‌شود. جریان‌های القایی، میدانی مغناطیسی ایجاد می‌کنند؛ که در جهت مخالف میدان مغناطیسی اولیه اطراف سیم پیچ است. تأثیر متقابل بین میدان‌ها موجب ایجاد یک نیروی ضد محرکه الکتریکی در سیم پیچ شده و در نتیجه سبب تغییر مقدار مقاومت ظاهری سیم پیچ خواهد شد. اگر ماده از نظر ابعاد و ترکیب شیمیایی یکنواخت باشد، مقدار مقاومت ظاهری سیم‌پیچ کاوشگر نزدیک سطح قطعه در کلیه نقاط سطح قطعه یکسان خواهد بود، به غیر از تغییر اندکی که نزدیک لبه‌های نمونه مشاهده می‌شود. اگر ماده ناپیوستگی داشته باشد، توزیع و مقدار جریان‌های گردابی مجاور آن تغییر می‌کند و در نتیجه کاهشی در میدان مغناطیسی در رابطه با جریان‌های گردابی به وجود می‌آید، بنابراین مقدار مقاومت ظاهری سیم پیچ کاوشگر تغییر خواهد کرد.

انواع عیوب ریختگی

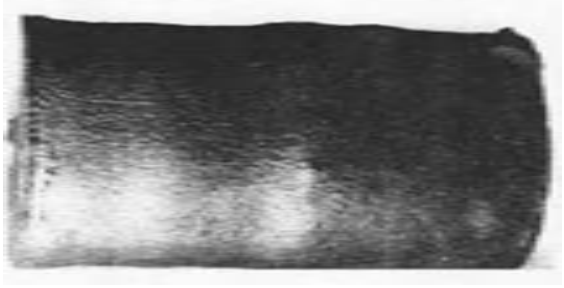
عیوب قطعه‌های ریختگی را می‌توان به‌صورت زیر تقسیم‌بندی کرد:

- زوائد و ناهمواری‌ها مانند: پلیسه، بادکردگی، ماسه انداختن؛
- حفره‌ها و کشیدگی‌های درونی و بیرونی مانند: سوسه، حفره‌های انقباضی و حفره‌های گازی؛
- ناپیوستگی‌ها و گسستگی‌ها مانند: ترک؛
- سطوح معیوب؛
- قطعه ناکامل مانند: نیامد.
- آخال‌ها و عیوب ساختاری مانند: آخال‌های داخلی، آخال‌های خارجی، سخت‌ریزه

پلیسه: زایده‌های مسطح با ضخامت‌های ناهمگن و لبه‌های کنگره‌ای عمود بر سطوح قطعه که در سطح جدایش قالب، تکیه‌گاه ماهیچه‌ها و یا هر قسمتی که اجزای قالب روی هم قرار می‌گیرد به وجود می‌آید.



شکل ۲۲



شکل ۲۳

بادکردگی: برجستگی‌های بی‌قاعده در سطوح داخلی و خارجی و در گوشه‌های قطعه در قالب‌های ماسه‌ای که تا سطح زیر قطعه امتداد یافته است.

شکل ۲۴

ماسه‌انداختن (ماسه‌ریزی): این عیب در قالب‌های ماسه‌ای‌تر، به برجستگی‌های حجیم و بی‌قاعده‌ای که در سطح بالایی قطعه ریختگی به وجود می‌آید، به‌طوری که در شکل ظاهری آن به‌نظر می‌رسد قسمتی از دیواره قالب کنده شده است، گفته می‌شود. درون این عیب همواره مقداری ذرات ماسه وجود دارد. اگر مقدار ماسه به‌صورت حجیم و متمرکز باشد ماسه‌انداختن و اگر به‌صورت پراکنده ایجاد شود ماسه‌ریزی نامیده می‌شود.

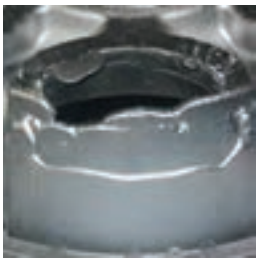
شکل۲۵

مک گازی ـ حفره گازی: حفره‌هایی با سطوح صاف و تقریباً کروی و به‌صورت منفرد در قطعه ریختگی هستند. سطوح داخلی این حفره‌ها درخشان و کم و بیش اکسیده است. این عیب می‌تواند در تمام قسمت‌های قطعه ریختگی به‌وجود آید.

سوسه: حفره‌هایی با سطوح داخلی صاف و به‌صورت حباب‌های سطحی با گوشه‌های گرد یا زاویه دار بوده که به‌صورت تکی یا گروهی در سطح و یا نزدیکی سطح قطعه قرار دارند که پس از ماشینکاری قابل دیدن هستند.

حفره‌های انقباضی: این عیب شامل حفره‌هایی می‌باشد که به‌صورت بسته و یا باز بوده و عموماً دارای سطوح خشنی هستند. اغلب با قسمت درونی چروکیده به‌صورت تکی یا توزیع شده، در مناطقی از قطعه به‌وجود می‌آیند که در آخرین قسمت قطعه نظیر گوشه‌ها، مجاورت راهگاه و یا نزدیک ماهیچه‌ها جامد گردد.

نیامد: برآمدگی‌های نسبتاً گردی که در گوشه‌های قطعه‌ای که کاملاً پرنشده است به‌وجود می‌آیند. این عیب معمولاً در سطوح فوقانی و یا مناطق دور از راهباره‌ها ایجاد می‌شود. لبه قسمت‌هایی که مذاب نرسیده، معمولاً گرد و سطوح نزدیک به آن، براق است.



شکل۲۶

زبری: در قالب ماسه‌ای‌تر، سطوحی که ضخامت پوشش قالب کم و یا در قالب ماسه‌ای خشک، سطوحی که بدون پوشش است، سطح قطعه ریختگی زبر می‌شود. که درجه زبری آن به‌اندازه دانه‌های ماسه بستگی دارد.

شکل۲۷

ماسه سوز: چسبندگی ماسه به قطعه ریختگی در گرم‌ترین قسمت‌های قالب است که تمیزکاری آن احتیاج به سنگ‌زنی داشته و با شرایط معمولی ماسه‌زنی از بین نمی‌رود.

شکل۲۸

ماسه جوش: به عیب ناشی از لایه نازک ذوب شده و چسبیده ماسه به قطعه ریختگی ماسه جوش گفته می‌شود. سطح ظاهری این عیب براق و آبله‌گون بوده و بیشتر در گرم‌ترین سطوح قطعه ریختگی پدیدار می‌شود.

آخال: انواع ترکیب‌های سرباره‌ای و یا غیرفلزی هستند که در جریان ذوب در کوره و یا عملیات کیفی مذاب در پاتیل ایجاد می‌شوند. آخال‌ها ممکن است در سطح و یا داخل دیواره و قطعه ریختگی وجود داشته باشند (فقط با رادیو گرافی و احتمالاً ماشین‌کاری دیده می‌شوند.) آخال‌ها بنابر قانون وزن مخصوص در سطوح فوقانی و یا گوشه‌های مقابل ماهیچه‌ها متمرکز می‌گردند.

شکل۲۹

فعالیت

با جستجو در اینترنت عیوب مختص به ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای را جستجو کنید. سپس جدول زیر را تکمیل کنید.

ردیف	نام عیب	محل بروز عیب	عوامل بروز عیب	راه‌های پیشگیری از بروز عیب
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				

راهنمایی

برای جست‌وجو می‌توانید از عبارت انگلیسی زیر استفاده کنید:

buckle ،clamp off ،cold lap ،contraction، mold - Drop، ...

فعالیت

به کارگاه ریخته‌گری مراجعه کرده و از میان قطعه‌های ریختگی موجود یک قطعه را انتخاب نمایید و عیوب ظاهری موجود در آن را بررسی و جدول زیر را تکمیل کنید. سپس نتایج حاصله را به همراه تصاویر تهیه شده از قطعه و عیب، در قالب فایل پاورپوینت در کلاس ارائه دهید.

نام قطعه	جنس قطعه	کاربرد قطعه	نام عیب	محل بروز عیب	عوامل بروز عیب	راه‌های پیشگیری از بروز عیب

ارزیابی ترک و عیوب سطحی قطعه

بازرسی سطح قطعه جهت تشخیص عیوب سطحی با دو روش بازرسی چشمی و بازرسی مایع نافذ متداول است.

فعالیت

مراحل زیر را با راهنمایی هنرآموز محترم و استادکار انجام دهید.

- ابتدا لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
- با استفاده از انبر به محل تخلیه قالب‌ها بروید.
- با استفاده از پارچه تنظیف و محلول تمیزکننده مناسب مانند الکل سطح قطعه‌ای که قبلاً در طی فرایند تکمیل‌کاری، معیوب تشخیص داده شده بود را تمیز کنید.

- در محلی با روشنایی کامل سطوح قطعه را دقیقاً بررسی کنید.
- چنانچه عیبی مشاهده می‌کنید و تشخیص داده شده است که قابل تعمیر است نسبت به علامت‌گذاری محل عیب اقدام کنید.
- اگر ترک‌های ریزی در سطح مشاهده می‌کنید و نیاز است که آنها نیز بهتر تشخیص داده شوند، از روش مایع نافذ جهت بررسی استفاده کنید.
- از دستکش مناسب و ماسک استفاده کنید.
- با استفاده از پارچه سطح قطعه را تمیز کنید.
- سپس اسپری شماره یک(اصلی) را پس از آنکه خوب به هم زده شد روی سطح قطعه بپاشید تا یک لایه یکنواخت روی سطح ایجاد شود.
- پس از گذشت زمان کافی سطح قطعه را تمیز کنید.
- با اسپری آشکارساز سطح قطعه را پوشش دهید.
- پس از آن سطح قطعه را تمیز کرده و زیر نور مناسب سطح قطعه را بررسی کنید.
- چنانچه ترک‌های روی سطح قطعه مشخص شد؛ محل آن را علامت بگذارید.
- قطعه را جهت تعمیر روی میز تعمیر قرار دهید.
- محل انجام آزمون مایع نافذ را تمیز کنید.

امکان تشکیل حفره، ترک و عیوب سطحی در هنگام تولید قطعه ریختگی وجود دارد. قطعه‌ای که دارای عیوب سطحی باشد، قطعه معیوب تلقی می‌شود. مردود شدن تمام قطعات معیوب هزینه‌های بسیار زیادی را به همراه دارد و سبب کاهش راندمان تولید و افزایش هزینه خواهد شد. لذا باید با استفاده از یک روش مناسب، سعی در کاهش تلفات قطعات داشت. تعمیر و ترمیم قطعات ریختگی به‌منظور کاهش هزینه و افزایش راندمان ریخته‌گری و راندمان کل انجام می‌گیرد. اگرچه تعمیر قطعه ریختگی نیاز به زمان و هزینه دارد اما سبب کاهش هزینه‌های تولید می‌شود. لازم به ذکر است تعمیر قطعات سبب کاهش عمر قطعه خواهد شد.

تعمیر قطعه‌های ریختگی معیوب به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد. انتخاب روش تعمیر مناسب به عواملی همچون نیروهای وارد به قطعه در حین کار، شکل عیب، محل بروز عیب و جنس قطعه بستگی دارد. روش‌های متداول در تعمیر قطعه‌های ریختگی عبارت‌اند از:

۱ روش شیار تعمیری؛

۲ تعمیر با استفاده از سوراخ متوقف‌کننده،(Stop hole).

۳ تعمیر با استفاده از صفحات تقویت‌کننده و پرچ شده یا چسبیده شده به قطعه؛

۴ چفت کردن با استفاده از پیچ و مهره و یا دوختن دو سطح مجزا؛

۵ پرکردن حفره‌ها با استفاده از مواد پرکننده مانند: جوش، بتونه‌کاری یا انواع پلیمرها و کامپوزیت‌های خودترمیم‌کننده.

بر اساس وضعیت و چگونگی عیب سطحی و جنس ماده از یک یا چند روش جهت تعمیر قطعه استفاده می‌شود. حفره، ترک و عیوب سطحی در اثر عوامل مختلفی در قطعه به‌وجود می‌آیند. یکی از این عوامل، تشکیل عیوب سطحی، تنش‌های مکانیکی و حرارتی متأثر از: حمل و نقل قطعه یا قالب، ریخته‌گری و عملیات تکمیل‌کاری

است. ترک یا حفره روی سطح قطعه در اثرخوردگی، شرایط محیطی و همچنین تحت تنش قرار گرفتن، می‌تواند رشد کند و بزرگ‌تر شود. به طور کل عیوب سطحی از محل تمرکز تنش شروع شده و رشد می‌کنند؛ بنابراین باید رشد آنها متوقف شود. یکی از روش‌های کنترل رشد عیوب سطحی استفاده از روش سوراخ متوقف‌کننده است که سبب کاهش تنش اطراف حفره می‌شود. پس از پایان سوراخ‌کاری روی حفره یا در انتهای ترک، معمولاً سوراخ ایجاد شده را با مواد پرکننده یا جوش‌کاری پر می‌کنند.

در قطعات نازک چنانچه ترکی روی سطح قطعه به‌وجود آید، سوراخ‌هایی در انتهای ترک ایجاد می‌کنند، سپس با چسباندن صفحات متوقف‌کننده ترک را ترمیم می‌کنند.

در این روش برای متوقف کردن ترک‌ها و عیوب سطحی با ایجاد سوراخ سه روش در پیش می‌گیرند که عبارت‌اند از:

۱ نوک ترک در انتهای سوراخ قرار گیرد.

۲ نوک ترک در مرکز سوراخ قرار گیرد.

۳ نوک ترک در ابتدای سوراخ باشد.

چسب‌های دوجزئی بر پایه پلی‌کرپیون (poly crepe bond)جهت پر کردن حفرات، ترک‌ها و عیوب سطحی تمام فلزات و آلیاژها مانند: چدن، فولاد، مس، آلومینیوم و برنج استفاده می‌شود. مزایای این روش‌ها عبارت‌اند از:

۱ در کمتر از ۴ دقیقه خودگیر می‌شوند.

۲ در برابر نفوذ آب، روانسازها و مایعات مقاوم‌اند.

۳ در هنگام خشک شدن، بدون حلال و تغییر حجم هستند.

در هنگام استفاده از این روش، ابتدا باید سطح قطعه کار را تمیز و خشک کرد، سپس مطابق دستورالعمل دو جزء A و B را روی یک سطح صاف و صیقلی ریخته و توسط یک میله با هم مخلوط می‌کنند. تا رنگ مخلوط یکنواخت شود. مخلوط را روی سطوح مورد نظر قرار می‌دهند و ۲ دقیقه جهت خودگیری به آن فرصت می‌دهند. در هنگام اعمال تا ۱۵ دقیقه نباید هیچ تنشی به قطعه وارد نشود و تا ۲۴ ساعت از شست‌وشو و تمیز کردن و یا رنگ کردن سطح قطعه باید خودداری شود. در هنگام کار با چسب‌های دو جزیی دمای محیط کار نباید از ۶۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز کند.

فعالیت

در مورد چسب‌های دو جزیی متداول در تعمیر قطعات ریختگی تحقیق کنید. سپس جدول زیر را تکمیل کنید.

نوع چسب	ترکیب چسب	کشور سازنده	مدت زمان خودگیری	کاربرد

با استفاده از اتصالات دو طرفه و تقویت محل ترک و سپس دوختن نیز می‌توان قطعه‌های ریختگی را تعمیر کرد. این روش معمولاً برای تعمیر قطعه‌های فرسوده به‌کار می‌رود و کمتر در قطعات تولیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دراین روش با قرار دادن ساپورت‌هایی روی قطعه از رشد ترک و حرکت آن جلوگیری می‌شود.
یکی دیگر از روش‌های جلوگیری از بروز ترک در قطعه‌های ریختگی به‌خصوص در قطعات تحت تنش، ساچمه‌زنی (shot peening) سطح است.

بتونه‌کاری

بتونه‌های مورد استفاده جهت پرکردن عیوب سطحی قطعه بر پایه رزین پلی‌استر غیراشباع شده است که به‌صورت دوجزیی می‌باشند. این رزین‌ها چسبندگی بسیار بالایی دارند و به راحتی به سطح مورد نظر می‌چسبند. در اثر خودگیری، بتونه‌ها دارای مقاومت به ضربه و استحکام بالا می‌شوند و چنانچه بعد از بتونه‌کاری لازم باشد قطعه رنگ شود، بتونه‌کاری توصیه می‌شود زیرا رنگ چسبندگی خوبی به بتونه دارد. بتونه‌کاری جهت پرکردن حفره‌ها،ترک‌ها، منافذ سطحی و تراز کردن سطح قطعه و گرفتن موج قطعه استفاده می‌شود. بتونه‌ها به سرعت خشک می‌شوند و قابل سنباده‌کاری هستند. بتونه‌ها باید متناسب با شرایط آب و هوایی محل مصرف، تولید شوند. در هنگام استفاده حداقل دمای قطعه کار باید ۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر از نقطه شبنم باشد و دمای مصرف نباید از ۲۵ـ۲۰ درجه بیشتر باشد. بتونه‌کاری نباید در دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد انجام گیرد. قبل از انجام دادن بتونه‌کاری باید سطح قطعه تمیزکاری و چربی‌زدایی گردد. نکات ضروری در هنگام بتونه‌کاری عبارت‌اند از:

۱ کلیه تجهیزات قبل از استفاده باید تمیز و عاری از آلودگی شوند.
۲ نسبت وزنی سخت‌کننده (hardener) (جزء۲) بتونه طبق دفترچه راهنما و حداکثر تا ۲٪ باشد.
۳ به‌وسیله لیسه و کاردک دو جزء کاملاً مخلوط شوند.
۴ طبق زمان تعیین شده روی دفترچه راهنما و دستورالعمل، مخلوط تهیه شده مصرف شود.
۵ در هنگام کار از ماسک و دستکش مخصوص استفاده کنید و سیستم تهویه روشن باشد.
۶ از نوع حلال مندرج روی دستورالعمل استفاده شود.
۷ طبق دستورالعمل در فضاهای سربسته، دور از رطوبت، اشعه مستقیم، در دمای تعیین شده و در بسته‌بندی اولیه نگهداری شود.

جوش‌کاری

فیلم

جوشکاری

یکی دیگر از روش‌های تعمیر عیوب سطحی قطعه، جوش‌کاری محل عیوب سطحی و ترک است. جوش‌کاری محل عیب، تأثیری بر رشد گسترش ترک ندارد و فقط محل ترک توسط جوش پر می‌شود. جوش‌کاری موضعی قطعه، سبب تغییر ساختار اطراف جوش در نتیجه تمرکز تنش حرارتی و مکانیکی قطعه خواهد شد. تمرکز تنش سبب کاهش خواص مکانیکی می‌شود. در جوش‌کاری حفره‌ها و ترک‌ها باید به آماده‌سازی محل ایجاد حفره و ترک، انتخاب جنس فلز پرکننده (الکترودها)، تمیزکاری محل جوش، پیش‌گرم و عملیات حرارتی جوش توجه کرد. جوش‌کاری غیر اصولی و عدم دقت در موارد فوق، سبب ترک‌خوردگی قطعه در مجاورت منطقه جوش

خواهد شد. به طور کلی به مجموعه اقدام‌های انجام گرفته در تعمیر قطعات با استفاده از روش جوش‌کاری، جوش‌کاری تعمیری گفته می‌شود. جوش‌کاری تعمیری علاوه بر پر کردن عیب‌های سطحی و ترک، در صنعت برای تعمیر و نگهداری و پوشش‌دهی سطح قطعات نیز به‌کار می‌رود.

انتخاب روش جوش‌کاری تعمیری به شرایط تولید بستگی دارد. در هنگام پر کردن عیوب قطعات باید به مقدار حرارت ورودی، تنش‌های باقیمانده، شکل ابعاد، قطر، ضخامت قطعه و محل بروز عیب توجه کرد. جوش‌کاری تعمیری سبب بروز تنش‌های حرارتی در نتیجه سبب پیچیدگی قطعه خواهد شد. قبل از انجام جوش‌کاری تعمیری باید محل جوش‌کاری تعمیرشود. معمولاً برای تشکیل ریشه جوش مناسب با استفاده از سوهان یا سنگ‌زنی محل جوش‌کاری را آماده‌سازی می‌کنند و به اصطلاح محل جوش‌کاری پخ زده می‌شود و سپس با استفاده از ابزار مناسب، محل جوش را تمیزکاری می‌کنند. این کار معمولاً توسط فرچه سیمی‌دستی یا فرچه سیمی‌تمیزکاری، انجام می‌گیرد. معمولاً تعمیر با روش‌های جوش‌کاری شعله‌ای، لحیم‌کاری و جوش‌کاری با الکترود دستی انجام می‌گیرد. تعیین مقدار شدت جریان، نوع الکترود و ... در روش الکترود دستی بسیار حائز اهمیت است.

جوشکاری تعمیری اکسی استیلن

جوشکاری با گاز (اکسی استیلن) در واحد یادگیری جوشکاری به‌طور کامل توضیح داده‌شده است.

فعالیت

۱ سیستم روشنایی و تهویه را روشن کنید.
۲ لباس کار پوشیده و خود را به تجهیزات ایمنی و حفاظت فردی مناسب مجهز کنید.
۳ با استفاده از الکل، محلی که قبلاً توسط متال‌مارکر علامت زده شده را تمیز کنید.
۴ با استفاده از برس سیمی و یا سنباده، آلودگی‌های محل بروز عیب را تمیز کنید.
۵ با استفاده از پارچه تنظیف تمام آلودگی‌های سطحی احتمالی را از بین ببرید.
۶ دستورالعمل بتونه را مطالعه و مطابق آنچه در آن آورده شده است به نسبت وزنی معین اقدام به مخلوط کردن دو جزء بتونه بکنید.
۷ با استفاده از کاردک و لیسه محل‌های حفره‌ها وترک‌ها را پر کنید.
۸ سپس سطح رویی را با لیسه هم سطح کنید.
۹ با استفاده از حلال قسمت‌های اضافی بتونه را تمیز کنید.
۱۰ متناسب با دستورالعمل کاربرد بتونه زمان کافی برای خشک شدن بتونه بدهید.
۱۱ پس از خشک شدن کامل بتونه سطح قطعه را سنباده‌کاری کنید تا کیفیت سطح بتونه شده متناسب با سایر سطوح بشود.
۱۲ اقدامات لازم جهت رنگ‌آمیزی سطح قطعه براساس آنچه در مرحله کار قبلی آورده شده است انجام دهید.

از قطعات چدنی معیوب در مرحله قبل استفاده کنید و تعمیر را با استفاده از روش جوش‌کاری اکسی‌استیلن انجام گیرد.

فعالیت

کلیه مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.
۱ سیستم روشنایی و تهویه را روشن کنید.
۲ لباس کار پوشیده و خود را به تجهیزات ایمنی و حفاظت فردی مناسب مجهز کنید.

۳ با استفاده از برس سیمی سطح قطعه را تمیز کنید.
۴ سیم جوش و شعله مناسب را انتخاب کنید.
۵ محل علامت‌گذاری شده عیب را با استفاده از سنباده یا سنگ‌زنی آماده کنید تا شیار جوش به خوبی تشکیل شود.
۶ شعله روی سطح را تنظیم کنید.
۷ سطوح معیوب را پر کنید.
۸ پس از پایان جوش‌کاری و پر کردن عیوب سطحی، قطعه را بررسی کنید.

چگونگی آماده‌سازی شیار جوش با استفاده از سنگ‌زنی

۱ ناهمواری سطوح را برطرف نمایید.
۲ سنگ را تحت زاویه ۳۰ درجه به کار بگیرید. از وارد کردن فشار بیش از اندازه به آن خودداری کنید.
۳ سطوح لبه‌های قطعات را با سنگ، در حالی که صفحه سنگ با سطح لبهٔ قطعه زاویه ۳۰ درجه دارد سنگ بزنید و صاف و پرداخت کنید.
۴ قطعه کار را از گیره باز کنید و طوری به گیره ببندید که چند میلی‌متر از لبه‌های گیره بالاتر باشد.
۵ تحت زاویهٔ ۴۵ درجه براده‌برداری نمایید تا پخ مناسب روی لبه آن به وجود آید.
۶ هر چند وقت یک‌بار رفت و آمد سنگ تحت زاویه ۴۵ درجه، روی سطوح پخ را بررسی نمایید و در صورت لزوم به سنگ زدن ادامه دهید و از نقاطی که برجسته هستند براده‌برداری کنید.
۷ با استفاده از لبه گونیا صاف بودن سطوح پخ را کنترل کنید.
۸ کنترل مداوم سطوح پخ با استفاده از یک لبه گونیا ضرورت دارد تا سطح پخ انحنادار نشود.
۹ توجه داشته باشید فقط سطح پخ، سنگ زده شود و سنگ با لبه‌ها در تماس نباشد تا لبه قطعه کار سالم بماند و فاصله ریشه مناسب بین دو قطعه در موقع مونتاژ در تمام طول قطعه قابل تنظیم باشد.
۱۰ پاشنه جوش را با اندازه مناسب توسط سنگ ایجاد کنید و آن را با گونیا کنترل کنید.
۱۱ در پایان کار وسایل را جمع‌آوری نموده، محل‌کار را کاملاً تمیز کنید و ابزار را به انبار تحویل دهید.

شکل ۳۰

فیلم

سنگ‌زنی و ایجاد پخ

پس از پرکردن عیوب سطحی، لازم است، برجستگی‌های سطحی حاصل از آن را از بین برد تا سطح قطعه با کیفیت مناسب برای سایر اقدامات بعدی آماده باشد.

فعالیت

برای هر یک از روش‌های پر کردن سطوح زیر چه روشی را برای رفع برجستگی سطوح پیشنهاد می‌کنید.

روش پرکردن برجستگی‌ها	بتونه‌کاری	چسب دو جزیی	جوش اکسی استیلن	لحیم‌کاری	جوش‌کاری قوسی دستی
روش تمیز کردن سطوح					

انواع روش‌های رفع برجستگی‌های سطحی:

- **روش‌های مکانیکی:** با وسایل دستی (برس سیمی‌دستی، شن و ماسه، خراش دادن)، ابزارهای برقی (برس سیمی‌برقی، چرخ سنباده و اسلحه سوزن)، پاشش آب، پاشش ساینده.
- **روش‌های شیمیایی:** چربی‌زدایی با حلال، اسیدشویی، مواد قلیایی، غوطه‌وری در الکترولیت. ماشین‌کاری الکتروشیمیایی.
- **روش‌های حرارتی و انرژیک:** استفاده از امواج ماوراء صوت، استفاده از اشعه لیزر.

معمولاً پس از بتونه‌کاری یا چسب‌کاری اقدام به تمیز کردن سطوح با استفاده از مواد شیمیایی یا حلال مناسب می‌شود. همچنین با استفاده از سنباده، ناهمواری‌ها و برجستگی‌های سطحی حاصل را از بین می‌برند.
در مواردی که از جوش‌کاری قوسی، اکسی‌استیلن و یا لحیم‌کاری برای پر کردن عیوب سطحی استفاده شود، رفع برجستگی‌ها با استفاده از سنگ‌زنی انجام می‌گیرد. نکات مهم در مورد تمیزکاری با استفاده از سنگ‌زنی در مرحله کار قبلی به تفصیل توضیح داده شده است.

سنگ‌زنی

سنگ سنباده‌های دستی در دو نوع برقی و پنوماتیکی با اندازه کوچک برای کارهای ظریف و دقیق و دراندازه بزرگ‌تر برای سنگ زنی پخ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.
ماسه زنی: دراین روش هوای تمیز و خشک و پرفشار توسط یک کمپرسور تأمین می‌گردد. ذرات ساینده به وسیله فشار هوا و شیلنگ‌های رابط و نازل مخصوص به سمت سطح قطعه پرتاب می‌شود. درون نازل به دلیل وجود جریان هوا، خلأ نسبی ایجاد می‌گردد. خلأ باعث مکش ذرات از درون مخزن حاوی ذرات ساینده، به مسیر اصلی هوا می‌شود.

ساچمه زنی: دراین روش از پاشش ذرات ساینده توسط یک توربین و ساچمه‌های فولادی یا سرامیکی با نیروی گریز از مرکز پره‌های چرخان درون ماشین و پرتاب به سطح قطعه می‌باشد. تفاوت سندبلاست و شات‌بلاست این است که ماسه‌ها در سند بلاست از ذرات ساینده سیلیسی و اکسید فلزاتی تشکیل شده که با فشار باد کمپرسور شتاب داده می‌شود. اما در شات بلاست از ساچمه‌های فولادی کروی و شکسته یا شات و گریت فولادی با استفاده از هوای فشرده یا توربین، شتاب داده شده و برروی سطوح قطعات عموماً فلزی پرتاب می‌شوند.
قطعه‌های آلومینیومی بتونه‌کاری شده از مرحله کار قبلی نیاز به رفع برجستگی دارد. دراین مرحله رفع برجستگی‌ها با استفاده از سنباده‌کاری انجام می‌گیرد.

فعالیت

۱ سیستم روشنایی و تهویه را روشن کنید.
۲ لباس کار پوشیده و خود را به تجهیزات‌ایمنی و حفاظت فردی مناسب مجهز کنید.
۳ با استفاده از الکل یا حلّال معرفی شده در دفترچه راهنما بتونه اطراف محل برجستگی‌ها را با استفاده از پارچه تنظیف تمیز کنید.
۴ با استفاده از سنباده زبر، سطوح را سنباده‌کاری کنید تا برجستگی‌های سطح محل بروز عیب سطحی برطرف شود.
۵ با استفاده از سنباده نرم کیفیت سطحی بهتری را روی قطعه‌ایجاد کنید.
۶ مراحل آماده‌سازی و رنگ آمیزی را روی سطح قطعه انجام دهید.

برای انجام این مرحله از قطعه‌های جوشکاری شده چدنی و آلومینیومی مرحله قبلی استفاده کنید. رفع برجستگی در این مرحله با استفاد از برس سیمی و سنگ سنباده انجام می‌گیرد.

فعالیت

۱ سیستم روشنایی و تهویه را روشن کنید.
۲ لباس کار پوشیده و خود را به تجهیزات‌ایمنی و حفاظت فردی مناسب مجهز کنید.
۳ قطعه را روی گیره نصب کنید.
۴ با استفاده از برس سیمی محل جوش‌کاری را تمیز کنید.
۵ با استفاده از سنگ ساب و برس سیمی‌سطح را به‌خوبی تمیز کنید.
۶ پس از پایان کار، سطح قطعه را با استفاده از سنباده نرم یا پارچه تمیزکاری کنید.
۷ سطح قطعه را آماده رنگ‌آمیزی کنید.

ارزشیابی هنرجو در واحد یادگیری: تعمیر قطعات معیوب ریختگی

نقشه کار: تعمیر قطعات معیوب ریختگی
تعمیر یک قطعه ریختگی معیوب موجود در کارگاه را انجام دهید.

شاخص عملکرد: ترمیم محل عیب قطعه ریختگی، شناسایی عیب قطعه ریختگی، کیفیت نهایی قطعه ریختگی
شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه تکمیل‌کاری با روشنایی مناسب
مواد مصرفی: بتونه، الکترود، سنباده، سنگ برش و ساب و ...
ابزار و تجهیزات: دستگاه جوش، سنگ فرز، سوهان، کاردک، فرچه سیمی، چکش و ...

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی قطعه	۱	
۲	پر کردن عیوب	۲	
۳	حذف برجستگی‌ها	۲	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ـ استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش، عینک و ... ۳ـ تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه و تفکیک ضایعات سنگ کاری و ... از مواد دیگر، ۴ـ رعایت دقت و نظم	۲	
میانگین نمرات *			

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

منابع

۱ سلیمی، مراد. ۱۳۹۵. تکنولوژی و کارگاه مدلسازی کد ۴۸۷/۲. تهران: شرکت چاپ . نشرکتابهای درسی ایران.
۲ نظری، امیر و فرح آبادی، رامک. ۱۳۹۳. ابزار و ماشین آلات مبلمان. چاپ اول. تهران: انتشارات فدک ایساتیس.
۳ سلیمی، مراد. ۱۳۹۲. اصول پیشرفته طراحی مدل‌ها و قالب‌های ریخته گری. چاپ اول. تهران: انتشارات پیوسته.
۴ ولوی، علی محمد. ۱۳۸۱. فرهنگ کار در اسلام: پژوهش در قرآن و سیره معصومان (ع). چاپ اول. تهران: موسسه انتشارات امیرکبیر.
۵ سلیمی، مراد. ۱۳۸۸. اصول ساخت مدل های آرالدیتی و پلاستوفومی در صنعت ریخته گری. چاپ اول. تهران: انتشارات چرتکه.
۶ باقری، محمدحسین. ۱۳۸۹. مدلسازی و فرایند تولید قطعات. چاپ اول. تهران: انتشارات چرتکه.
۷ خدایی، محمد و ورهرام، ناصر. ۱۳۸۹. بررسی اثر دانسیته فوم و ضخامت پوشان بر الگوی جریان و برخی پارامترهای فومی. پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۶/۱/۱۴.
۸ افتخاری، عباس. ۱۳۹۲. حجم شناسی و ماکت سازی کد ۴۹۲/۵. تهران: شرکت چاپ و نشرکتابهای درسی ایران.
۹ رولر، رولف. ترجمه ولی نژاد، عبدالله. ۱۳۷۵. طراحی و ساخت مدل های ریخته گری. چاپ اول. تهران: موسسه نشر علوم نوین (مرکز چاپ و نشر کتاب های علمی دانشگاهی)
۱۰ سلیمی، مراد. ۱۳۹۵. رسم مدل و قالب کد ۴۷۸/۷. تهران: شرکت چاپ و نشرکتابهای درسی ایران.
۱۱ حیدرزاده آرانی، رضا. طبیب زاده، حسن و دیگران. کارگاه ریخته گری ۱ کد ۳۵۸/۵۲. تهران: شرکت چاپ و نشرکتابهای درسی ایران.
۱۲ عابدی، امیر و کرمی، مریم. ۱۳۹۴. اصول تکنولوژی ریخته گری. چاپ دوم. تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی.
۱۳ عالی، حجت الله و آجودانی، عسگر و قاضوی، سیدمحمدکاظم.۱۳۸۳. کارگاه ریخته گری و مدل سازی. چاپ اول. تهران: موسسه انتشاراتی جهان جام جم.
۱۴ سلیمی، مراد. ۱۳۸۲. اصول طراحی مدل‌ها و قالب‌های ریخته گری. چاپ دوم. تهران: انتشارات فنی حسینیان.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی 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 به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان دربارهٔ کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانهٔ راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای 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 ارائهٔ نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب تکمیل‌کاری قطعات فلزی با کد ۲۱۱۵۳۳

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	مهدی احمدی	آذربایجان شرقی	۷	حمید یعقوبی	فارس
۲	موسی خلیلی	خراسان شمالی	۸	سهیل شاتوتی	کرمانشاه
۳	احمد سهرابی	مازندران	۹	شرف الدین توماج پور	گلستان
۴	سید محمد حسینی	قزوین	۱۰	مجید بلالی پور	چهارمحال و بختیاری
۵	محمد عصمتی	گیلان	۱۱	ابوالفضل حسینی	مرکزی
۶	غلامرضا دهقانی	خراسان جنوبی	۱۲	حسینعلی حق سیرت	شهرستان‌های تهران
۷	رضا حیدری	شهر تهران		مهدی نادعلی	خراسان رضوی
۸	مبارک محمدزاده	آذربایجان غربی			