



بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای هنر آموز جوشکاری برق و گاز

رشته مکانیک موتورهای دریایی

گروه تعمیر و نگهداری ماشین آلات

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



راهنمای هنرآموز جوشکاری برق و گاز - ۲۱۱۹۰۶

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

ارسلان اقدامی، کریم اکبری وکیل آبادی، عبدالرضا باباخانی، افشار بهمنی، محمد

خاکپورفرد، مصطفی ربیعی، مصطفی زنگنه، نصیب الله فاضلی، حسن کارگر، جلیل

محمولی، فرهاد میریانی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

ارسلان اقدامی، عبدالرضا باباخانی، مصطفی زنگنه (اعضای گروه تألیف)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده سازی هنری:

شناسه افزوده آماده سازی:

نشانی سازمان:

تهران- خیابان ایرانشهر شمالی- ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: www.irtextbook.ir و wwwchap.sch.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران: تهران- کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-

خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰،

صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

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

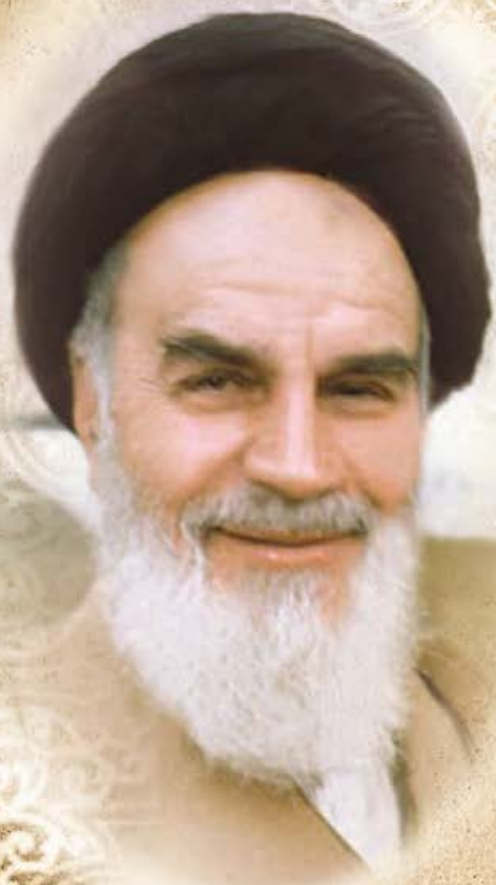
چاپ اول ۱۳۹۶

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هر گونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می کند.
امام خمینی (قدس سره الشریف)

۱	پودمان ۱: برش کاری ورق فلزی.....
۲	واحد یادگیری ۱: برش کاری ورق فلزی.....
۳۴	ارزشیابی شایستگی برش کاری ورق فلزی.....
۳۵	پودمان ۲: خم کاری ورق و مقاطع فلزی.....
۳۶	واحد یادگیری ۲: خم کاری ورق و مقاطع فلزی.....
۷۷	ارزشیابی شایستگی خم کاری ورق و مقاطع فلزی.....
۷۹	پودمان ۳: جوش کاری برق.....
۸۰	واحد یادگیری ۳: جوش کاری برق.....
۱۱۶	ارزشیابی شایستگی جوش کاری برق.....
۱۱۷	پودمان ۴: جوش کاری گاز.....
۱۱۸	واحد یادگیری ۴: جوش کاری گاز.....
۱۵۲	ارزشیابی شایستگی جوش کاری گاز.....
۱۵۳	پودمان ۵: بازرسی جوش.....
۱۵۴	واحد یادگیری ۵: بازرسی جوش.....
۲۰۷	ارزشیابی شایستگی بازرسی جوش.....

سخنی با هنرآموزان گرامی

به نام خدا

کتاب درسی و کتاب همراه هنرجو به همراه کتاب راهنمای هنرآموز از جمله اجزای بسته آموزشی تلقی می شوند که این بسته را سایر اجزا مانند فیلم و نرم افزار و ... کامل می کند. کتاب راهنمای هنرآموز جهت ایفای نقش تسهیل گری، انتقال دهنده و مرجعیت هنرآموز در نظام آموزشی طراحی و تدوین شده است. این کتاب که بر اساس کتاب درسی جوشکاری برق و گاز پایه یازدهم رشته تحصیلی - حرفه‌ای مکانیک موتورهای دریایی تنظیم شده، دارای پودمان های: ۱- برشکاری ورق های فلزی ۲- خمکاری ورق و مقاطع فلزی ۳- جوشکاری برق ۴- جوشکاری گاز ۵- بازرسی جوش است.

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

۱- در کتاب راهنمای هنرآموز مواردی از قبیل نمونه طرح درس، راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها، ایمنی و بهداشت فردی و محیطی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیر فنی، اشتباهات و مشکلات رایج در یادگیری هنرجویان، منابع یادگیری، نکات مهم هنرآموزان در اجراء، فرآیند اجراء و آموزش در محیط یادگیری، بودجه بندی زمانی و صلاحیت های حرفه‌ای و تخصصی هنرآموزان و دیگر موارد آورده شده است.

۲- ارزشیابی درس جوشکاری برق و گاز بر اساس ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است، این درس شامل ۵ پودمان است و برای هر پودمان، ارزشیابی مستقل از هنرجو صورت می گیرد. همچنین یک نمره مستقل برای هر پودمان ثبت خواهد شد. این نمره شامل یک نمره مستمر و یک نمره شایستگی است.

۳- ارزشیابی از پودمان‌های این دروس مطابق با جداول استانداردهای ارزشیابی پیشرفت تحصیلی تهیه شده توسط دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی صورت می گیرد.

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

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

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

پودمان ۱

برشکاری ورق فلزی



در شکل بالا شخصی در حال برش ورق با رعایت تمام نکات ایمنی نشان داده شده است. هدف از گذاشتن عکس، لزوم رعایت نکات ایمنی برای تمامی افراد، چه با تجربه و چه تازه کار، است.

پودمان ۱

برشکاری ورق فلزی

نوع درس: نظری - عملی

زمان آموزش: ۵۰ ساعت

بخش نظری: ۱۰ ساعت

بخش عملی: ۴۰ ساعت

اهداف کلی

- هنرجو باید پس از پایان این پودمان قادر باشد:
- ۱- پیاده‌سازی نقشه برشکاری بر روی ورق فولادی را انجام دهد.
 - ۲- تمام نکات ایمنی مربوط به برشکاری ورق فولادی را فراگیرند.
 - ۳- برشکاری ورق فولادی با قیچی دستی را انجام دهد.
 - ۴- برشکاری ورق فولادی با قیچی اهرمی را انجام دهد.
 - ۵- با برشکاری ورق فولادی به روش هوا-گاز آشنا شود.

روش تدریس پودمان

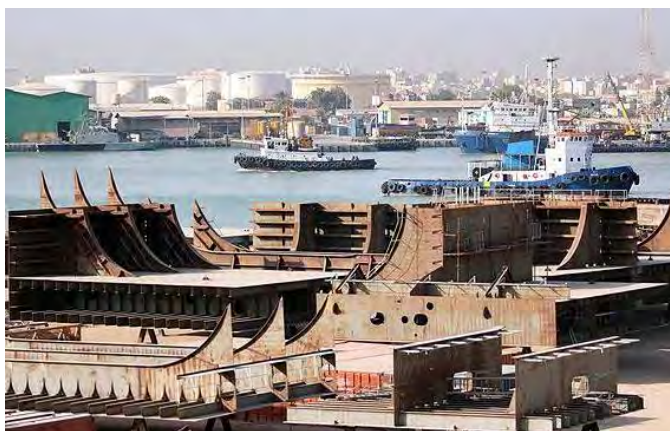
- ۱- عموماً در ابتدای درس و در جلسه اول، به مقدماتی که در محتوای درس ارائه شده پرداخته می‌شود تا دانش‌آموز با موضوعات درسی درگیر شود.
- ۲- سعی شود تمامی نکات فنی و ایمنی، همراه با دلایل آن در کارگاه بررسی گردد و از هنرجویان خواسته شود در مباحث کلاسی و تمرینات کارگاهی شرکت کنند تا بتوانند این نکات را به خوبی فرا گیرند و برای همیشه به خاطر بسپارند.
- ۳- توصیه می‌شود برای تدریس بهتر این پودمان هنرآموز از روش تدریس کلاس معکوس استفاده کند، یعنی از هنرجویان بخواهد مطالب را در منزل به وسیله اینترنت یا کتاب‌های مرتبط با برشکاری، مطالعه کنند و یاد بگیرند و در کلاس و کارگاه با هدایت هنرآموز تمرینات را پاسخ دهد.
- ۴- پیشنهاد می‌شود هنرآموز برای توضیحات تکمیلی مطالب پودمان، به موارد ذکر شده در بخش‌های دانش افزایی توجه کند و هنگام آموزش آنها را به کارگیرد.

۵- توصیه می‌شود با هدف تقویت مهارت‌های خواندنی و نوشتاری هنرجویان و نیز درک بهتر مطالب، از آنان خواسته شود تحقیق و گزارش‌های خود را به صورت دست‌نویس بر روی کاغذ بنویسند و ارائه دهند. و از کپی کردن مطالب اینترنت به صورت تایپ‌شده، آماده و خام خودداری کنند.

۶- فعالیت‌هایی از قبیل: فکر کنید، بحث کنید و غیره، برای فعال کردن هنرجویان و به‌کارگیری اطلاعات، دانسته‌ها و تجربیات آنان است. سعی کنید این فعالیت‌ها به دقت اجرا شود و در پایان هر فعالیت، یک بحث کوتاه تکمیلی داشته باشید.

سؤالات پیشنهادی

- جداول نقشه‌ها باید دارای چه اطلاعاتی باشند؟
- نقشه‌های برشکاری باید دارای چه خصوصیتی باشند؟
- روش‌های پیاده‌سازی نقشه بر روی فلز چگونه انجام می‌شود؟ لوازم آن کدامند؟
- هنگام پیاده‌سازی نقشه بر روی ورق فلزی چه نکاتی را باید رعایت کرد؟
- انواع ورق‌های فلزی و دسته‌بندی آنها را بگویید.
- هر نوع ورق فلزی برای ساخت چه وسیله‌ای کاربرد دارد؟
- ورق‌های فولاد دریاپی چه خصوصیتی دارند؟
- آلومینیوم چه کاربردی در ساخت کشتی دارد؟
- قیچی‌های دستی چه کاربردی دارند؟
- هر نوع قیچی دستی چه کاربردی دارد؟
- نکات ایمنی و اصول کار با قیچی‌های دستی را بگویید.
- روش کار با قیچی دستی را شرح دهید.
- انواع قیچی اهرمی و کاربرد هر یک را بگویید.
- مراحل برش با قیچی‌های اهرمی را بگویید.



واحد یادگیری ۱: خواندن و پیاده‌سازی نقشه

زمان آموزش	جمع: ۱۰ ساعت
------------	--------------

اهداف جزئی واحد یادگیری:

- شایستگی‌های فنی:

- ۱- روش خواندن نقشه برشکاری را فراگیرد.
- ۲- روش پیاده‌سازی نقشه برشکاری بر روی ورق فولادی را انجام دهد.
- ۳- با نکات ایمنی در پیاده‌سازی نقشه برشکاری بر روی ورق فولادی آشنا شود و آن را رعایت کند.

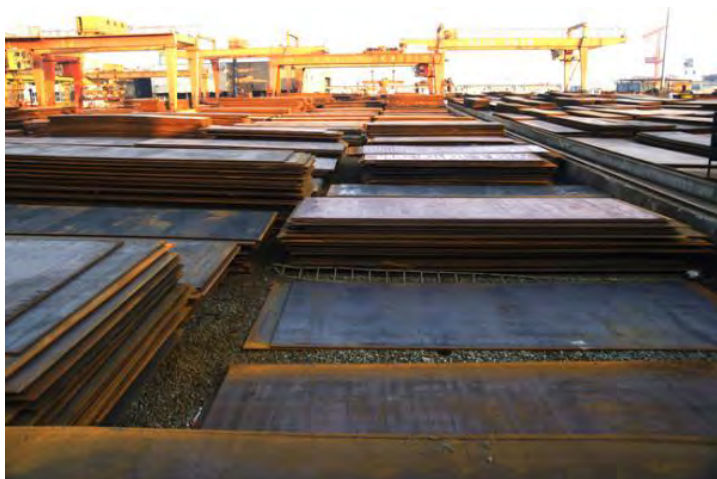
- شایستگی‌های غیرفنی:

- ۱- در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت کاری، کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.
- ۲- با استفاده از روش فناورانه و توسط اینترنت این واحد را یاد گیرد.

دانش‌افزایی

اهمیت برشکاری، خمکاری و جوشکاری فلز در ساخت کشتی

در یارد کشتی‌سازی برای ساخت یک کشتی ابتدا نیاز به داشتن نقشه‌های کارگاهی است. نقشه‌های کارگاهی در دفتر طراحی و یا در کارخانه کشتی‌سازی توسط مهندسان و نقشه‌کش‌های حرفه‌ای تهیه می‌شود. پس از تهیه نقشه‌های کارگاهی، ساخت کشتی شروع می‌شود.



شکل ۱- محل نگهداری ورق‌های فولادی در کارخانه کشتی‌سازی (STOCK YARD)

ابتدا ورق‌های آهنی که مورد تأیید مؤسسه رده بندی است به وسیله دستگاه شاپ پرایمر زنگ‌زدایی (سند بلاست) می‌شوند و سپس یک لایه رنگ آستری می‌خورند. پس از خشک شدن رنگ ورق‌ها به سمت دستگاه CNC یا پلاسما برده می‌شوند و قطعاتی که در ساخت کشتی استفاده می‌شوند توسط دستگاه‌های مذکور برش داده می‌شوند. دقت می‌شود که قطعات در روی ورق طوری کنار هم قرار گیرند که ورق کمترین هدررفت را داشته باشد. قطعات برش داده شده طبق نقشه کارگاهی اگر نیاز به خمکاری داشته باشند، توسط دستگاه‌های خمکاری موجود در یارد کشتی‌سازی خمکاری می‌شوند.

تحقیق کنید



ورق‌های فلزی چگونه باید نگهداری و جابه‌جا شوند؟

در صورتی که لازم باشد ورق‌ها را تا مدت زمانی روی زمین دپو کنید، باید چند نکته را مدنظر قرار دهید:

ورق‌ها به هیچ وجه نباید با خاک در تماس باشند؛ به عبارت دیگر باید با قراردادن حداقل دو ردیف تخته چوبی (چهار تراش) در نزدیکی دو انتهای ورق‌ها، از تماس آنها با خاک جلوگیری شود. همچنین باید یک روکش پلاستیکی برزنتی ضد آب روی آن کشید؛ به نحوی که ضمن ممانعت از نفوذ آب باران، دو طرف آن کمی باز باشد تا هوا در داخل روکش (جایی که ورق‌ها قرار دارند) در جریان باشد. ورق‌ها را در یک وضعیت مناسب و پایدار دپو کنید؛ برای مثال، آنها را در شیب زیاد و یا لبه پرتگاه دپو نکنید.

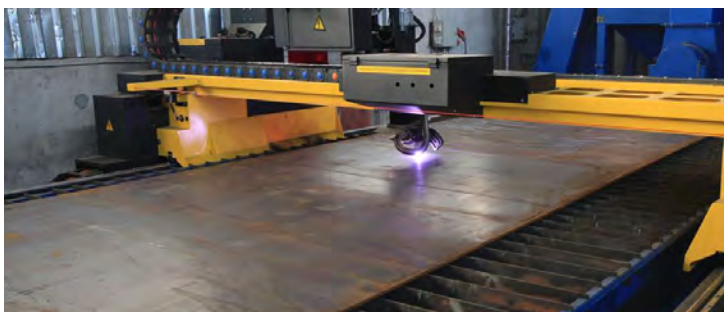
از بسته و محکم بودن تسمه دور بندیل اطمینان حاصل کنید تا در صورت بروز طوفان، ورق‌ها در اثر نیروی باد از جای خود بلند نشوند. اگر مدت زمان دپوی ورق‌ها به درازا کشید، به صورت دوره‌ای وضعیت این تسمه‌ها را چک کنید. به هیچ عنوان از این تسمه‌ها برای بلند کردن ورق‌ها استفاده نکنید.

به وسیله اسیری رنگی جهت بالای بندیل را مشخص کنید. مهمترین موضوع در دپوی ورق‌ها شاید این نکته باشد که ورق‌ها را در چه مکانی دپو کنید تا مجبور نباشید آنها را هر چند وقت یکبار جابه‌جا کنید. این جابه‌جایی‌ها علاوه بر صرف وقت و هزینه، باعث صدمه دیدن ورق‌ها نیز می‌شود.

جواب تحقیق:



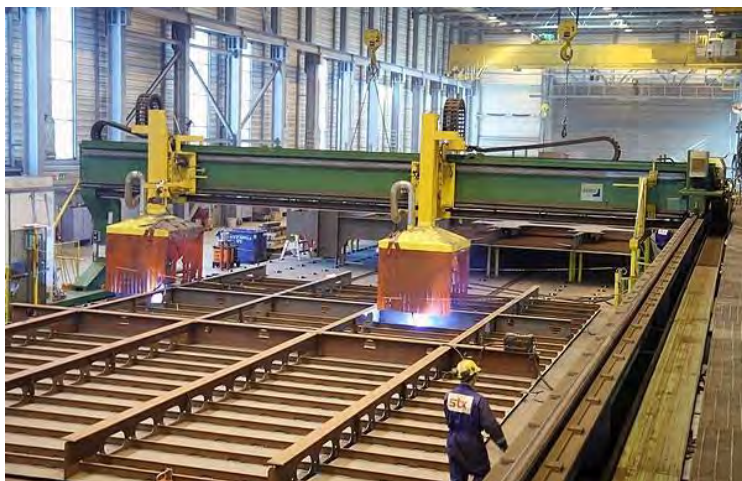
شکل ۲- دستگاه شاپ پرایمر



شکل ۳- دستگاه برش پلاسما

ساخت بلوک‌های کشتی:

در ساخت کشتی متداول است که ابتدا آن را به چندین قسمت تقسیم می‌کنند که به هر قسمت یک بلوک کشتی گفته می‌شود. بلوک‌های کشتی طبق نقشه‌های اسمبلی ساخته می‌شوند. ساخت هر بلوک کشتی توسط بازرس مؤسسه رده‌بندی باید تأیید می‌شود. پس از اسمبل کردن هر بلوک باید آن را جوشکاری کرد. پس از اتمام ساخت بلوک، باید توسط مؤسسه رده‌بندی باز هم تأیید شود. پس از تأیید کلی بلوک باید آن را زنگ‌زدایی (سند بلاست) و سریعاً رنگ کرد. هر مرحله از زنگ‌زدایی و رنگ نیز باید توسط مؤسسه رده‌بندی تأیید گردد.



شکل ۴- اسمبل کردن بلوک کشتی



شکل ۵- جوشکاری بلوک کشتی



شکل ۶- اتمام جوشکاری بلوک کشتی

لوله‌کشی و برق‌کشی کشتی:

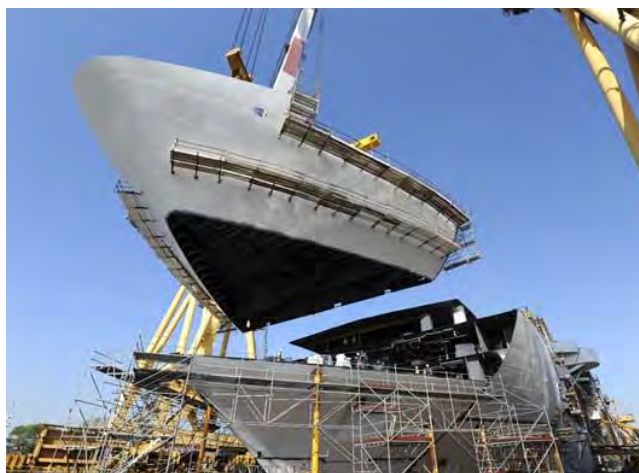
در کشتی سامانه‌های لوله‌کشی پیچیده و تجهیزات برقی و الکترونیک زیادی وجود دارد. برای لوله‌کشی سامانه‌های مختلف کشتی ابتدا نقشه ایزومتریک و کارگاهی آن آماده می‌شود، سپس با توجه به نقشه‌های کارگاهی اسپول‌های یک سیستم لوله‌کشی تهیه می‌گردد. اسپول‌های هر سیستم لوله‌کشی همزمان با ساخت یک بلوک در آن قرار داده می‌شود. در بعضی مواقع اگر فضا برای اسمبل کردن اسپول‌ها وجود داشته باشد، پس از ساخت بدنه کشتی، سامانه لوله‌کشی تکمیل می‌گردد. برق‌کشی و کابل‌کشی کشتی نیز مشابه لوله‌کشی آن انجام می‌شود.



شکل ۷- در حال اجرای لوله‌کشی کشتی

کیلینگ کردن بلوک‌های کشتی و نصب تجهیزات:

بلوک‌های کشتی پس از ساخته شدن در حوضچه ساخت کشتی یا در یارد کشتی‌سازی کنار هم قرار می‌گیرند و جوش داده می‌شوند و بدنه و اسکلت‌بندی کشتی شکل می‌گیرد. در هنگام کیلینگ کردن بلوک‌های کشتی، تجهیزات بزرگ کشتی در محل خود قرار می‌گیرند تا بعداً مجبور به برش عرشه‌ها و ساختمان کشتی نشوند. پس از اتمام ساختمان کشتی و جاگذاری تجهیزات در مکان خود، تجهیزات راه‌اندازی و آزمایش می‌شوند. در زمان آزمایش، کشتی در حوضچه پر از آب قرار دارد. پس از اتمام ساخت کشتی، آزمایش اینکلینگ کشتی در حضور بازرس مؤسسه رده‌بندی که بر تمامی مراحل نظارت داشته و ناظری از اداره بنادر و دریانوردی (در ایران) انجام می‌گیرد.



شکل ۸- کیلینگ کردن بلوک‌های کشتی

اینکلینگ تست و آزمایش دریا:

زمانی که کشتی درون حوضچه قرار دارد، حوضچه را از آب پر می‌کنند و کشتی را مهار می‌نمایند. تانک‌های بالاست را که طبق برنامه از قبل تعیین شده است، پر و خالی می‌کنند و کشتی را از مهار خارج می‌نمایند. سپس اعداد مربوط به کجی کشتی را ثبت می‌کنند و بعد از آن دفترچه پایداری کشتی را تهیه می‌کنند و به تأیید مؤسسه رده بندی می‌رسانند. این دفترچه باید توسط اداره بنادر و دریانوردی نیز تأیید گردد. پس از آزمایش اینکلینگ، کشتی برای مدتی به‌منظور آزمایش با خدمه مالک به دریانوردی می‌پردازد تا اگر عیبی وجود داشته باشد، برطرف گردد. پس از انجام آزمایش دریا، کشتی به مالک تحویل داده خواهد شد.

ساخت کشتی به روش پنلی:

در این روش، ورق‌های پهن به هم اتصال می‌یابند و نبشی‌ها به آن جوش داده می‌شوند. سپس این ورق‌ها به فریم‌های ساخته شده متصل می‌گردند. این روش متداول و ساده است و بارهای کوچک (زیر ۱۰۰۰ تن) بدین شیوه ساخته می‌شوند.

نقشه تأثیر زیادی در کیفیت تولید یک محصول دارد. اطلاعات مورد نیاز برای تولید محصول را باید از نقشه به‌دست آورد. با یک نقشه می‌توان دیدگاه دقیق طراح آن را درک کرد و حتی پس از تولید محصول می‌توان از لحاظ ابعاد و اندازه آن را کنترل کرد. نقشه‌ها دارای زبان فنی مشترکی هستند که توسط سازمان جهانی استاندارد (ISO) تدوین شده است.

خواندن نقشه نیازمند به مهارت و دانشی است که می‌توان با آن اطلاعاتی نظیر اندازه و ابعاد یک محصول و شکل نهایی آن را به‌دست آورد. این اطلاعات را می‌توان

برشکاری ورق فلزی

برای برشکاری، خمکاری و اتصال فلزات (جوشکاری) استفاده کرد. هر نقشه صنعتی جدول استاندارد مشخصات دارد که در پایین نقشه است و اجزای نقشه (نماها و تصویر سه بعدی) در داخل کادر آن قرار دارد. ترتیب قرارگیری مشخصات نقشه با توجه به سلیقه طراح است.

جدول مشخصات نقشه شامل اطلاعاتی نظیر شماره نقشه، نام قطعه، جنس قطعه، مقیاس، تیرانس، نام ترسیم کننده، نام طراح، نام چک کننده نقشه، نام تأیید کننده نقشه و غیره است.

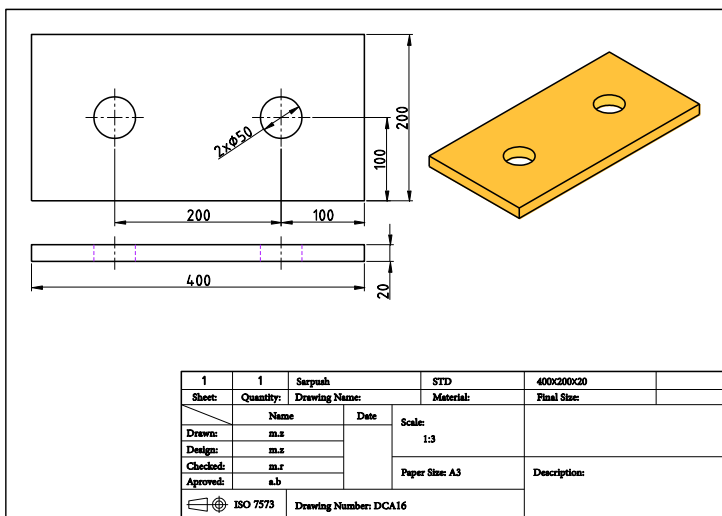
در استاندارد (ISO) اعداد روی نقشه بر حسب میلی متر (mm) می باشد.

کار در کلاس



با توجه به شکل ۹ جدول زیر را کامل کنید.

ردیف	نام قطعه	جنس	مقیاس	شماره نقشه	استاندارد نقشه کشی	بزرگترین طول نقشه
۱	Sarpush	STD	1:3	DCA16	ISO7573	400



شکل ۹

پیاده سازی نقشه

برای برشکاری ورق فلزی با قیچی دستی نیاز به پیاده سازی نقشه بر روی فلز است. در واقع، پیاده سازی نقشه قسمتی از عملیات برشکاری فلز با قیچی دستی محسوب می شود. در پیاده سازی نقشه بر روی ورق فلزی باید بسیار دقت کرد. کوچکترین اشتباه در پیاده سازی نقشه منجر به تولید محصول معیوب و ناقص می گردد. رفع این گونه عیب خود باعث اتلاف زمان و بالا رفتن هزینه تولید می شود. پس باید کوچکترین جزئیات را در نظر گرفت تا از به وجود آمدن اشتباه جلوگیری کرد.

مراحل پیاده‌سازی نقشه بر روی ورق فولادی به ترتیب زیر است:

- ۱- تمیزکاری سطح ورق
- ۲- کنترل صافی سطح ورق
- ۳- رسم خطوط مرکزی و محور تقارن
- ۴- رسم بزرگترین ابعاد افقی و عمودی
- ۵- رسم خطوط فرعی و خطوط خم و برش
- ۶- رسم قوس و دایره

کار در منزل



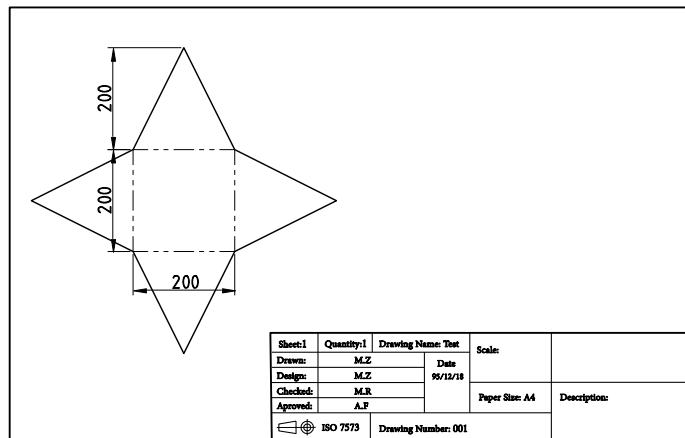
نام انگلیسی هر یک از ابزارهای موجود در جدول بالا را بیابید.

۱- Metal ruler ، ۲- Meter ، ۳- set square ، ۴- Divider(Compass) ، ۵- Scribed
 ۶- counterpunch ، ۷- Digital angle protractor

فعالیت عملی



ورق فولادی با ابعاد $600 \times 600 \times 0.5$ میلی‌متر را انتخاب و سپس نقشه ۱۶ را بر روی آن پیاده کنید.



شکل ۱۰

با استفاده از گونیا، خط‌کش، سوزن خط‌کش و سنبله مربع وسط نقشه را مشخص می‌کنیم. سپس با رسم ارتفاع مثلث‌ها در تمامی وجوه مربع مثلث‌ها را رسم می‌نماییم.



واحد یادگیری ۲: برشکاری ورق فلزی با قیچی دستی

زمان آموزش	جمع: ۲۰ ساعت
------------	--------------

اهداف جزئی واحد یادگیری:

- شایستگی‌های فنی:

- ۱- با انواع ورق‌های فولادی و غیرفولادی مورد استفاده در صنعت آشنا شود.
- ۲- روش برشکاری ورق با قیچی دستی را فرا گیرد.
- ۳- با نکات ایمنی در برشکاری ورق با قیچی دستی آشنا شود و آن را رعایت کند.

- شایستگی‌های غیرفنی:

- ۱- در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت کاری، کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط‌زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.
- ۲- با استفاده از روش فناوریانه و توسط اینترنت این واحد را یاد بگیرد.

انواع ورق فولادی

ورق‌های فلزی، شکلی از فلز هستند که برای استفاده راحت‌تر و کاربردی‌تر تحت فرایندهای صنعتی به ضخامت‌های نازک‌تر در ابعادی استاندارد تبدیل می‌شوند. ورق‌های فلزی را بر اساس جنس و ضخامتشان می‌توان طبقه‌بندی کرد.

ورق روغنی

نام‌گذاری ورق‌های روغنی را اصطلاحی عامیانه و بر مبنای وضعیت ظاهری این نوع ورق شکل داده است.

ورق‌های فولادی (فلزی) به دو صورت کلی نورد (تولید) می‌شوند. نورد سرد (ورق روغنی) نورد گرم (ورق سیاه) نام دیگر ورق‌روغنی ورق با نورد سرد است. ورق روغنی در واقع اصطلاح عامیانه ورق‌هایی است که با تکنولوژی نورد سرد تولید می‌شوند. در این فرایند، ورق‌های با ضخامت بالا توسط نورد به ضخامت‌های پایین‌تر تبدیل می‌شوند. در این فرایند به دلیل استفاده از نورد سرد، کیفیت ظاهری ورق‌های نوردشده بسیار عالی است، از این رو، از این نوع ورق‌ها بیشتر در کاربردهایی که ورق ظاهر جسم را تشکیل می‌دهد، استفاده می‌شود. ورق‌های روغنی بسته به نوع آلیاژ و همچنین عملیات حرارتی صورت‌گرفته بر روی آنها به چند دسته کلی تقسیم می‌شوند:

- ورق‌های معمولی مانند (ST12)
- ورق‌های نیمه کشش مانند (ST13)
- ورق‌های فوق کشش مانند (ST14)

ورق‌های روغنی به طور کلی و استاندارد در ضخامت ۳۰ صدم میلی‌متر الی ۳ میلی‌متر تولید می‌شوند و دارای دو عرض استاندارد ۱۰۰ و ۱۲۵ سانتی‌متر هستند. در ضمن ورق‌های رنگی از ورق گالوانیزه تولید می‌شود. پس صراحتاً می‌توان نتیجه گرفت که پایه تولید ورق رنگی نیز همین ورق‌های نورد سرد (روغنی) هستند. ورق‌های روغنی یا نورد سرد دارای وزن استاندارد ویژه هستند که تقریباً با آهن معمولی یکسان است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی ورق‌های نورد سرد (ورق روغنی)

ردیف	طول (میلی‌متر)	عرض (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
۱	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۳۰ صدم	۵
۲	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۴۰ صدم	۶
۳	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰ صدم	۸
۴	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱	۱۶
۵	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۲	۳۲
۶	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۳	۴۸

ورق سیاه ورق سیاه در دو نوع صنعتی و معمولی و در استانداردهای مختلف تولید می‌شود. ورق سیاه (ST37) بیشتر برای مصارف ساختمانی (ساختمان‌ها، سوله‌ها و غیره) مصرف می‌شود، ولی ورق‌های صنعتی در مصارف و پروژه‌های صنعتی از قبیل سدسازی، پروژه‌های پتروشیمی، مخزن‌سازی و غیره کاربرد دارند. این اقلام در دو شکل مختلف وارد بازار می‌شود: رول و شیت (البته ورق تنها تا ضخامت ۱۵ میلی‌متر می‌تواند در دو شکل رول و یا شیت وارد بازار شود و از سایز ۱۵ میلی‌متر به بالا تنها به صورت شیت خام وارد بازار می‌شود) هر دو شکل ورق قابل برش به سایزهای مختلف است.

کاربردهای ورق سیاه

ورق‌های نورد گرم (ورق سیاه) در صنایع مختلفی از جمله صنعت ساختمان، تانکرسازی، خودروسازی، مخازن خاص، کشتی‌سازی، صنایع سنگین فلزی و غیره کاربرد دارند. ورق سیاه به دو شکل کلی رول فرم و فابریک تولید می‌شود

ضخامت ورق سیاه

ضخامت ورق سیاه از ۱/۵ میلی‌متر شروع می‌گردد و نهایتاً به ۱۰۰ میلی‌متر ختم می‌شود.

ابعاد فیزیکی ورق سیاه

در حالت رول فرم عرض ورق‌های سیاه بسته به ضخامت چهار عرض ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰، ۲۰۰ سانتی‌متر را خواهند داشت. طبعاً در حالت رول فرم محدودیت طولی وجود نخواهد داشت. در حالت اصلی نیز بسته به مقدار سفارش می‌توان هر اندازه و ابعادی را تولید کرد، اما بعضی ابعاد مرسوم و پرکاربرد هستند. این ابعاد مرسوم و طبیعتاً موجود به شرح زیر هستند:

- ورق سیاه ابعاد ۱۰۰۰×۲۰۰۰ میلی‌متر
- ورق سیاه ابعاد ۱۲۵۰×۲۵۰۰ میلی‌متر
- ورق سیاه ابعاد ۱۰۰۰×۶۰۰۰ میلی‌متر
- ورق سیاه ابعاد ۱۵۰۰×۶۰۰۰ میلی‌متر
- ورق سیاه ابعاد ۲۰۰۰×۶۰۰۰ میلی‌متر
- ورق سیاه ابعاد ۲۰۰۰×۱۲۰۰۰ میلی‌متر

استانداردهای ورق سیاه

ورق سیاه را معمولاً با استاندارد (ST37) می‌شناسند.

جدول ۲- وزنی ورق سیاه

ردیف	طول (میلی‌متر)	عرض (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
۱	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۲	۳۲
۲	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۳	۴۸
۳	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۴	۶۴
۴	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵	۸۰
۵	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۶	۹۶
۶	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۸	۵۷۶
۷	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰	۷۲۰
۸	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۱۲	۸۶۴
۹	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۱۵	۱۰۸۰
۱۰	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰	۱۴۴۰

برای محاسبه وزن ورق از فرمول زیر استفاده کنید: وزن ورق سیاه = طول ورق (میلی‌متر) × عرض ورق (میلی‌متر) × ضخامت (میلی‌متر) × چگالی ورق چگالی آهن: در حالت استاندارد عدد ۷/۸۶ تعریف شده است، اما برای محاسبه منطقی بهتر است از عدد ۸ استفاده کنید. ۸ عدد تجربی است که تولرانس ضخامت را پوشش می‌دهد.

ورق گالوانیزه:

ورق گالوانیزه، آهنی است که با روی پوشانده شده باشد. این آهن، حتی اگر پوشش آن هم شکستگی پیدا کند، از زنگ زدن محفوظ می‌ماند. ماهیت آهن گالوانیزه در آهن گالوانیزه، بین آهن و روی، پیلی الکتروشیمیایی تشکیل می‌شود که در آن روی به جای آهن به عنوان آند و آهن به عنوان کاتد به کار می‌رود. روی در آند اکسید می‌شود چون فلزی پست‌تر یا فعال‌تر از آهن است و دارای پتانسیل احیای کمتری از آهن است و پتانسیل اکسید بیشتری از آن دارد. در حلبی‌هایی که از آن، قوطی می‌سازند، عمل معکوسی انجام می‌شود. در حلبی، بر روی آهن، پوشش قلع به کار رفته است و عمل معکوس آهن گالوانیزه انجام می‌شود. چون آهن فلزی فعال‌تر از قلع است پتانسیل احیای قلع بیشتر از آهن است و به عنوان کاتد در حلبی به کار می‌رود و آهن آند می‌شود. البته در صورتی که پوشش قلع بشکند، خوردگی آهن در زیر این پوشش پیش می‌رود. علت استفاده از آهن گالوانیزه، آهنی است که با روی پوشانده شده باشد. این آهن، حتی اگر پوشش آن هم شکستگی پیدا کند، از زنگ زدن محفوظ می‌ماند. ماهیت آهن گالوانیزه در آهن گالوانیزه، بین آهن و روی، پیلی الکتروشیمیایی تشکیل می‌شود که در آن روی به جای آهن به عنوان آند بکار می‌رود و آهن به عنوان کاتد. روی در آند اکسید می‌شود چون فلزی پست‌تر یا فعال‌تر از آهن است و دارای پتانسیل احیاء کمتری از آهن است و پتانسیل اکسید بیشتری از آن دارد. خوردگی یا زنگ زدن آهن فقط در حضور اکسیژن و آب صورت می‌گیرد.

کاربرد:

از آهن گالوانیزه در ساختن لوازمی مثل لوله بخاری، کانال کولر، کابینت آشپزخانه، شیروانی منازل، لوله‌های آب و هر جا که احتمال خوردگی آهن و خسارت وجود دارد، استفاده می‌شود. اصطلاح فولاد (Steel) برای آلیاژهای آهن که تا حدود ۱،۵ درصد کربن دارند و غالباً با فلزهای دیگر همراه هستند، به کار می‌رود. خواص فولاد به درصد کربن موجود در آن، عملیات حرارتی انجام‌شده بر روی آن و فلزهای آلیاژدهنده موجود در آن بستگی دارد.

ورق رنگی

معمولاً ورق‌های گالوانیزه را در کوره‌های خاص رنگ‌پاشی می‌کنند تا ورق رنگی تولید شود. ورق‌های رنگی در سقف سالن‌ها و کانکس استفاده می‌شوند و در رنگ‌های متنوعی تولید می‌شوند که دارای استاندارد یکسانی در تمام دنیا است. این استاندارد به نام رال رنگ شناخته می‌شود. تقریباً بیش از ۱۶ رنگ متنوع ورق رنگی تولید می‌شود که عبارتند از: سفید یخچالی - رال ۹۰۱۶، کرم - رال ۹۰۱۰، قرمز - رال ۳۰۰۰، قرمز گوجه‌ای - رال ۳۰۲۰، آبی نیسانی - رال ۵۰۱۵، آبی - کاربونی - رال ۵۰۱۸، نارنجی - رال ۲۰۰۴ و رال ۲۰۰۳، زرد - رال ۱۰۲۳، زرد لیمویی - رال ۱۰۲۸، بنفش - رال ۴۰۰۵، سبز چمنی - رال ۶۰۲۴، سبز تیره - رال ۱۸۶۰، صورتی - رال ۴۰۰۳، قهوه‌ای رنگ سفال - رال ۸۰۰۴ و قهوه‌ای سوخته ۸۰۱۸.

ورق اسیدشویی

ورق‌های اسیدشویی شده نیز از ورق‌های گرم تولید می‌شود که طی پروسه‌ای اسیدشویی می‌شوند و زغال‌های سطحی ورق و مقداری از ناخالصی‌ها گرفته می‌شود و قدری ظاهر ورق براق‌تر می‌شود؛ یعنی نزدیک به ورق روغنی است. به فرایندی که طی آن چربی‌های روی ورقی که توسط نورد گرم به ضخامت دلخواه رسیده است، با استفاده از اسید کلریدریک از ورق زدوده می‌شود، اسیدشویی می‌گویند.

بخشی از محصول تولیدی در واحد نورد گرم برای شست‌وشوی سطح ورق به‌وسیله اسید، به واحد اسیدشویی انتقال می‌یابد. در خطوط اسیدشویی کلاف‌ها پس از باز شدن توسط قرقه‌های بازکننده به حوضچه‌های اسید کلریدریک وارد می‌شوند و در آنجا به‌منظور اکسیدزدایی شسته می‌شوند. این کلاف‌ها پس از شسته شدن و خارج شدن از حوضچه‌های اسید توسط آب شسته می‌شوند و با عبور از تونل هوای گرم خشک می‌شوند. پس از عملیات اسیدشویی بخشی از محصول به صورت کلاف اسیدشویی شده به بازار عرضه می‌شود و بخش عمده آن برای تولید محصولات سرد به واحد نورد سرد انتقال می‌یابد.

کاربردهای ورق اسیدشویی:

- مصارف ساختمانی: تولید لوله و پروفیل و غیره
- اتومبیل‌سازی: قسمت‌های ساختمانی و چرخ اتومبیل قطعات خودرو و اجزای داخلی آن (رینگ و شاسی)
- صنایع لوله‌سازی، تولید انواع لوله‌های انتقال آب، نفت و گاز
- تولید مخازن گاز، مایع و مخازن تحت فشار
- فرم‌دهی مجدد جهت محصولات گالوانیزه
- فرم‌دهی سرد و کشش عمیق سیلندر گاز

ضخامت ورق اسیدشویی

از ضخامت ۱/۵ میلی‌متر تا ۶ میلی‌متر تولید می‌شود.

ابعاد فیزیکی ورق اسیدشویی

معمولاً به دو صورت رول و شیت (فابریک و برشی) تولید می‌شوند. رول‌ها معمولاً در دو عرض ۱۰۰ و ۱۲۵ سانتی‌متر تولید می‌شود. ورق‌های اسیدشور فابریک نیز دارای ابعاد زیر هستند:

- ورق اسیدشور شده ۲۰۰۰×۱۰۰۰ میلی‌متر
- ورق اسیدشور شده ۲۵۰۰×۱۲۵۰ میلی‌متر

وزن ورق اسیدشویی

وزن ورق‌های اسیدشویی مانند ورق‌های نورد گرم (سیاه) است.

جدول ۳- وزن ورق‌های اسیدشویی

ردیف	طول (میلی‌متر)	عرض (میلی‌متر)	ضخامت (میلی- متر)	وزن (کیلوگرم)
۱	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱,۵	۲۴
۲	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۲	۳۲
۳	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۳	۴۸
۴	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۴	۶۴
۵	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵	۸۰
۶	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۶	۹۶

ورق‌های دیگری که برای لوله‌های نفت و گاز مناسب هستند؛ کیفیت GRB، X42، X46 و X2PS12 دارند. همچنین برای کشتی‌سازی ورق‌های با کیفیت GR.A و INVA است.

ورق نازک

به ورق‌هایی با ضخامت ۰/۱۶ تا ۰/۴۵ میلی‌متر گفته می‌شود که بیشتر برای قوطی‌های چای، کنسرو، مواد غذایی و روغن‌های نباتی استفاده می‌شود و به‌منظور مصون‌سازی مواد غذایی، یک لایه قلع روی ورق سرد (روغنی) st12 پوشیده شده است. گاهی اوقات دو طرف ورق قلع یکسان ندارد که طرف قلع بیشتر برای داخل

ظرف و طرف قلع کمتر برای بیرون ظرف استفاده قرار می‌شود. ورق‌های نازک از نظر سختی و نرمی به سه گروه شامل تمپر دو (نرم) و تمپر سه (معمولی) و تمپر چهار (سخت) تقسیم می‌شوند.

ورق کرکره طرح کرکره سینوسی

ابتدایی‌ترین طرح ورق‌های موج‌دار که از زمان‌های دور تولید و به بازار عرضه می‌شود. ورق‌های موج‌دار شیروانی برای پوشش سقف‌های شیروانی از مواد مختلفی ساخته می‌شود. این مواد را (با توجه به گسترش استفاده از ورق‌های فلزی) می‌توان به دو دسته پوشش‌های فلزی و غیرفلزی تقسیم کرد. در دسته پوشش‌های غیرفلزی مواد گوناگونی نظیر ایرانیت، آردواز، سفال، دکرا، شینگن، آندولین، آندو ویلا و غیره قرار می‌گیرند. اما پوشش فلزی شامل ورق‌های فلزی فرم‌شده در طرح‌های متنوع است که به دلیل ماهیت پوشش شیروانی (که تماس دائمی با باران و برف است) باید ورق استفاده‌شده دارای پوشش گالوانیزه باشد تا از خوردگی و زنگ‌زدگی آن جلوگیری شود. ورق‌های موج‌دار شیروانی در ابتدا فقط ورق‌های گالوانیزه بودند. با پیشرفت ساخت تکنولوژی‌شان ورق‌های گالوانیزه رنگی نیز به بازار عرضه گردید. امروزه ورق‌های گالوانیزه رنگی در رنگ‌های متنوعی تولید می‌شوند. فرمینگ ورق‌های گالوانیزه و یا گالوانیزه‌رنگی در طرح‌های متنوعی انجام شده و به بازار عرضه می‌شود: طرح دوزنقه: ورق موج‌دار با مقطع دوزنقه؛ طرح شادولاین: طرحی شبیه به طرح دوزنقه با تنوع بیشتر؛ طرح سفال: این نوع ورق موج‌دار از جدیدترین ورق‌های موج‌دار تولید شده است که برای بیننده سقف شیروانی نمای سفال ایجاد می‌نماید، اما مزایای بسیاری نسبت به سفال دارد.

مهم‌ترین ماده اولیه صنایع دریایی، ورق‌های فولادی است؛ طوری که بین ۱۰ تا ۱۸ درصد قیمت یک شناور را فولاد آن تشکیل می‌دهد. ورق‌ها و پروفیل‌های فولادی مورد استفاده در صنایع دریایی، از آلیاژ به خصوصی است که عرضی بالاتر از حد معمول (در حدود ۲ الی ۴/۵ متر) دارند. عرض‌های بالاتر نیاز به جوشکاری برای ساخت بدنه کشتی را کاهش می‌دهد تا علاوه بر صرف زمان کمتر برای ساخت کشتی، میزان تمرکز تنش را در کل سازه کشتی کم کند و در نتیجه استحکام سازه را در مقابل خستگی بالا ببرد.

در صنعت کشتی‌سازی از فولاد نرم (Milde Steel) استفاده می‌شود. این فولاد توسط مؤسسات رده‌بندی به چهار دسته (A,B,D,E) تقسیم‌بندی می‌شوند. دسته (A) دارای حداقل مقاومت شکست و دسته (E) دارای حداکثر مقاومت شکست است. دسته (D) دارای مقاومت کافی در برابر ترک‌ها است؛ به همین دلیل به صورت گسترده در مصالح سازه‌ای استفاده می‌شود. یکی از مکان‌های پر کاربرد دسته (D) عرشه اصلی است؛ در صورتی که ضخامت ورق بیشتر از ۳۰ میلی‌متر باشد. در جدول زیر ضخامت نمونه برای پوسته کف یک کشتی با نوع فولاد مصرفی آورده شده است.

جدول ۴

ضخامت ورق (mm)	دسته فولاد
تا ۲۰/۵	A
۲۰/۵-۲۵/۵	B
۲۵/۵-۴۰	D
بالای ۴۰	E

با افزایش اندازه کشتی‌ها نظیر تانکرها و فله‌برها ضخامت فولادها نیز باید افزایش پیدا کند. به‌منظور کاستن از ضخامت فولادها برای کم‌شدن از وزن جابه‌جایی کشتی، مؤسسات رده‌بندی استفاده از فولادهای با استحکام کششی بالا را پذیرفتند. این فولادها به دسته‌های (AH, BH, DH, EH) تقسیم شده‌اند. برای مثال، ورق کف کشتی با ضخامت ۳۰ میلی‌متر می‌تواند فولاد (DH) باشد.

اگر قسمتی از بدنه کشتی در دماهای پایین قرار گیرد، از دسته‌های فولاد ذکر شده نمی‌توان استفاده کرد. برای این منظور از گونه‌ای خاص از فولاد مشهور به Arctic (D) استفاده می‌شود. مهم‌ترین خاصیت این فولاد جذب حداقل ۴۰ ژول در ۵۵- درجه سانتی‌گراد است. جدول زیر آزمایش چارپی دسته‌های فولاد را نشان داده است

جدول ۵

نوع فولاد	دما برحسب درجه سانتی‌گراد	مقاومت ضربه (ژول)
B	۰	۲۷
D	۰	۴۷
E	-۴۰	۲۷

درباره آزمایش برخورد چارپی (Charpy Impact Test) تحقیق کنید.

تحقیق کنید



در آزمایش ضربه چارپی (Charpy Impact Test) نمونه آزمایش به حالت یک تیر با تکیه‌گاه ساده مستقر می‌شود و ضربه در وسط دهانه تیر درست پشت محل شیار وارد می‌شود. در یک ماشین آزمایش چارپی استاندارد، انرژی آونگ در پایین‌ترین نقطه حرکتش ۳۲۰ ژول است، البته ماشین‌های چارپی کوچکتر هم ساخته می‌شوند. سرعت آونگ ماشین چارپی استاندارد ۳۲۰ ژولی، در پایین‌ترین نقطه حرکتش، به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سرعت برخورد آونگ ماشین ایزود

استاندارد است و در حدود ۵/۳ متر بر ثانیه است. نمونه‌های آزمایش چارپی را می‌توان با شیار V شکل یا U شکل تهیه کرد.



شکل ۱۱- دستگاه آزمایش چارپی

برای دستیابی به نتیجه خاصی که نماینده خاصیت ماده باشد، حداقل ده نمونه باید آزمایش شود. البته در استاندارد مربوط به فلزات، تعداد نمونه‌هایی که با آزمایش آنها می‌توان به نتیجه نهایی رسید، مشخص نشده است.



شکل ۱۲-۲- نمونه بعد از آزمایش



شکل ۱۲-۱- نمونه قبل از آزمایش

آزمون چارپی برای تعیین خواص ضربه‌ای در دماهایی غیر از دمای محیط نیز مناسب است، زیرا لازم نیست نمونه آزمایش در گیره بسته شود. در آزمون چارپی، نمونه فقط روی دوپایه تکیه دارد. نمونه آزمایش را می‌توان در مدتی حدود چند ثانیه از کوره یا یخچالی که در نزدیکی ماشین آزمایش قرار دارد، بیرون آورد و در محل خود در ماشین قرار داد و آزمایش را به اتمام رساند. در این فاصله زمانی کوتاه فقط افزایش یا کاهش کمی در دمای قطعه صورت می‌گیرد.

معیار دیگری که از آزمایش چارپی به دست می‌آید، بررسی سطح شکست است. در این روش تعیین می‌شود که شکست رشته‌ای (شکست برشی)، دانه‌ای (شکست رخ‌برگی)، یا مخلوطی از هر دو است. این حالت‌های مختلف شکست به سادگی و حتی بدون بزرگ‌نمایی قابل تشخیص هستند. سطح صاف شکست رخ‌برگی بازتاب‌پذیری زیاد و ظاهر براقی دارد. در صورتی که سطح گودشده یک شکست رشته‌ای نرم، به صورت یک سطح جاذب نور و دارای ظاهری کدر است. معمولاً درصد شکست رخ‌برگی (یا رشته‌ای)، تخمین زده می‌شود. شکست رشته‌ای ابتدا در اطراف سطح بیرونی نمونه (لبه برش) ظاهر می‌شود. سومین کمیتی که گاهی در آزمایش چارپی به دست می‌آید، شکل‌پذیری است که با درصد انقباض نمونه در محل شیار نشان داده می‌شود.

آزمایش ضربه با میله شیاردار هنگامی معنی پیدا می‌کند که در یک دامنه دمایی انجام شود تا دمایی که در آن انتقال نرمی به تردی رخ می‌دهد، تعیین شود. انرژی جذب‌شده با کاهش دما کم می‌شود، ولی در بیشتر موارد کاهش در یک دمای مشخص رخ نمی‌دهد. این عامل باعث می‌شود که تعیین دقیق دمای انتقال مشکل شود. در انتخاب یک ماده از دیدگاه چقرمگی شیار یا تمایل به شکست ترد، دمای انتقالی عامل مهمی است.

آزمایش‌های ضربه با میله شیاردار در معرض پراکندگی زیادی، به ویژه در ناحیه دمای انتقالی قرار دارند. بیشتر این پراکندگی به دلیل تغییر موضعی خواص فولاد و برخی به دلیل مشکلات تولید شیارهای مشابه است. شکل و عمق شیار همانند استقرار صحیح نمونه در دستگاه ضربه از متغیرهای بحرانی هستند.

مزیت اصلی آزمایش ضربه چارپی با شیار ۷ این است که آزمایش نسبتاً ساده‌ای است که در آن از یک نمونه آزمایش کوچک و ارزان استفاده می‌شود. آزمایش‌ها به سادگی در دامنه‌ای از دماهای زیر دمای محیط قابل اجرا هستند. همچنین، طراحی نمونه آزمایش برای اندازه‌گیری اختلاف‌های چقرمگی شیار در مواد کم‌استحکام مانند فولادهای ساختمانی بسیار مناسب است. این آزمایش برای مقایسه اثر نوع آلیاژ و عملیات حرارتی بر چقرمگی شیار به کار می‌رود و غالباً از آن برای کنترل کیفیت و به منظور انتخاب مواد استفاده می‌کنند. مشکل عمده این است که استفاده از نتایج آزمایش چارپی در طراحی سخت است، چون هیچ کمیتی بر حسب میزان تنش وجود ندارد. همچنین هیچ رابطه‌ای بین داده‌های چارپی با اندازه ترک ریز وجود ندارد. علاوه بر این، وجود پراکندگی زیاد که در این آزمایش ذاتی است، می‌تواند تعیین منحنی‌های مشخص دمای انتقالی را مشکل کند.

درجه حرارت آزمایش چارپی

آزمایش چارپی باید در محدوده دمایی ۱۸ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد انجام شود، مگر اینکه محدوده دیگری مشخص گردد. برای آزمایش‌هایی که در درجه حرارت‌هایی به غیر از درجه حرارت محیط انجام می‌شوند، به‌منظور اطمینان از رسیدن نمونه به درجه حرارت مورد نیاز، باید نمونه به مدت کافی در محیط گرم‌کننده یا

خنک‌کننده قرار داده شود (برای مثال حداقل ۱۰ دقیقه در یک محیط مایع یا ۳۰ دقیقه در یک محیط گازی). برای خارج ساختن نمونه از محیط گرم‌کننده یا خنک‌کننده و قرار دادن آن روی تکیه‌گاه به یک ابزار جابه‌جایی مناسب (نظیر یک انبر) نیاز است. اجزای ابزار جابه‌جایی در تماس با نمونه آزمایش باید هم‌دمای باشند تا نمونه را در محدوده دمایی مجاز نگه‌دارند.

قیچی دستی

در این واحد یادگیری هنرجویان می‌توانند با قیچی‌های دستی ورق‌های فلزی نازک را با رعایت نکات ایمنی برش دهند. توسط این روش برشکاری می‌توانند اتصالات گالوانیزه کانال‌های با قطر کم، دودکش‌های فلزی و زانویی آبگرمکن‌های گازی و پکیج را تولید کرد.

کار در کلاس



جدول ۶ را کامل کنید.

جدول ۶

نوع قیچی	کاربرد
مستقیم‌بر	برای برشکاری مستقیم ورق و برش‌های کوتاه به سمت چپ و راست
چپ‌بر	برای برشکاری مستقیم ورق و برش‌به سمت چپ
راست‌بر	برای برشکاری مستقیم ورق و برش‌به سمت راست
طویل‌بر	برای برشکاری مستقیم ورق‌های فلزی طویل
سوراخ‌بر	برای برشکاری ورق فلزی شکل‌های منحنی و گردبری
منحنی‌بر	برای برشکاری ورق فلزی شکل‌های منحنی و دایره‌ای

تحقیق کنید



با جست‌وجوی اینترنتی طبقه‌بندی قیچی‌های دستی را بررسی کنید. در صورت وجود مدل‌های متفاوت تصویر و کاربرد آن را در کلاس ارائه کنید.

برای انجام تحقیق هنرجویان از کلید واژه‌های قیچی (Snips) و قیچی دستی (Hand Snips) استفاده کنند.

برشکاری ورق فلزی



شکل ۱۳

جدول زیر را کامل کنید.

کار در کلاس



کاربرد	روش انجام	روش
فلق‌بری ورق فلزی در خمکاری	برش بخش کوچکی از ورق فلزی بدون دورریز	فلق‌بری
برش قسمت اضافی	برش سرتاسری ورق فلزی با دورریز	اضافه‌بری
برای برش طرح روی ورق فلزی	برش دورتادور بخشی از ورق فلزی	شکل‌بری
سوراخ‌کاری	برش و ایجاد سوراخ بر روی ورق فلزی	سوراخ‌کاری

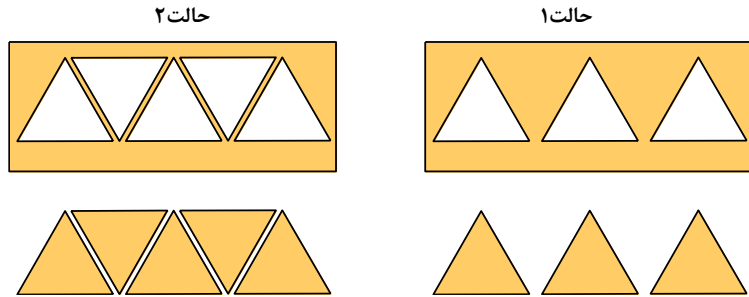
محاسبه مقدار دورریز در برشکاری:

با دقت به شکل ۱۵ توجه کنید. کدام یک از حالت بین حالت ۱ و ۲ دورریز کمتری دارد و کارفرما برای آن کمتر هزینه می‌کند؟

فکر کنید



حالت ۲ دورریز کمتری دارد و این به دلیل چیدمان صحیح قطعات مورد نظر بر روی ورق فلزی است.



شکل ۱۴

دورریز به مقدار ورق باقی مانده از محصول اصلی گویند. برای محاسبه دورریز ورق در برشکاری باید سطوح قطعات ساخته شده را از سطح اولیه ورق کم می کنیم. عدد به دست آمده سطح دورریز ورق است.

$$۱۰۰ \times \text{مساحت کل ورق} / \text{مساحت دورریز} = \text{درصد دورریز ورق بر مبنای سطح اولیه}$$

$$۱۰۰ \times \text{مساحت سطح برش} / \text{مساحت دورریز ورق} = \text{درصد دورریز ورق بر مبنای سطح ساخته شده}$$

فعالیت عملی



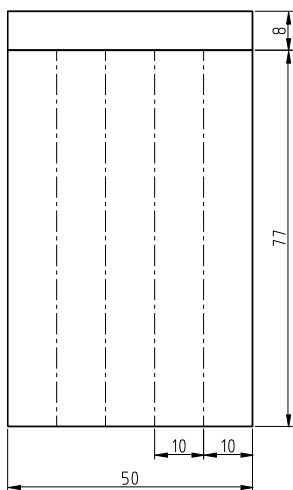
با توجه به نقشه شکل ۱۵، ورق فولادی به ابعاد $۸۵ \times ۵۰ \times ۰/۵$ میلی متر انتخاب کنید و نقشه را بر روی آن پیاده نمایید، سپس با قیچی مناسب برشکاری کنید. دورریز ورق محاسبه شود.

با توجه به شکل توسط گونیا، خط کش فلزی و سوزن خط کش نقشه را بر روی ورق فولادی پیاده می کنیم. سپس توسط قیچی طولی بر یا مستقیم بر قسمت اضافی را می بریم. توجه کنید اگر می خواهید از قیچی مستقیم بر استفاده کنید، ورق را کمی خم کنید.

با توجه به شکل، مقدار دورریز ورق به راحتی قابل محاسبه است:

$$۴۰۰ \text{ mm}^2 = ۵۰ \times ۸ = \text{مقدار دورریز ورق}$$

برشکاری ورق فلزی



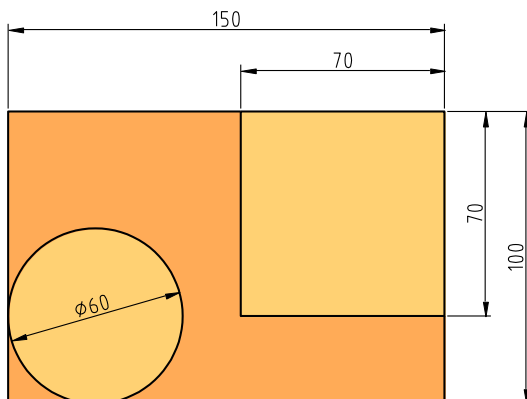
شکل ۱۵

ورق گالوانیزه به ابعاد $۱۵۰ \times ۱۰۰ \times ۰/۵$ میلی‌متر مطابق شکل ۱۶ انتخاب کنید. هر شکل را با قیچی مناسب برش دهید.

فعالیت عملی



نقشه زیر را با استفاده از سنبه، خط‌کش فلزی، گونیا، سوزن خط‌کش و پرگار بر روی ورق گالوانیزه پیاده می‌کنیم و توسط قیچی مستقیم‌بر، شکل مربع و توسط قیچی گردبر، شکل دایره را برش می‌زنیم.



شکل ۱۶



با توجه به شکل ۱۷ و پیاده‌سازی قبلی با قیچی دستی مناسب برشکاری را انجام دهید و درصد دورریز ورق بر مبنای سطح اولیه و سطح ساخته‌شده را محاسبه کنید.

با استفاده از گونیا، خط‌کش، سوزن خط‌کش و سنبه مربع وسط نقشه را مشخص می‌کنیم و با رسم ارتفاع مثلث‌ها در تمامی وجوه مربع مثلث‌ها را رسم می‌نماییم. سپس توسط قیچی مستقیم بر شکل مورد نظر را می‌بریم.

اولیه
 $100 \times \text{مساحت کل ورق} / \text{مساحت دورریز} = \text{درصد دورریز ورق بر مبنای سطح اولیه}$
 $100 \times \text{مساحت سطح برش} / \text{مساحت دورریز ورق} = \text{درصد دورریز ورق بر مبنای سطح ساخته‌شده}$

$$23600 \text{ cm}^2 = 60 \times 60 = \text{مساحت ورق}$$

$$1200 \text{ cm}^2 = 20 \times 20 + 4 \times (20 \times 20 \div 2) = \text{مساحت سطح ساخته‌شده}$$

$$3600 - 1200 + 2400 = \text{مساحت دورریز ورق}$$

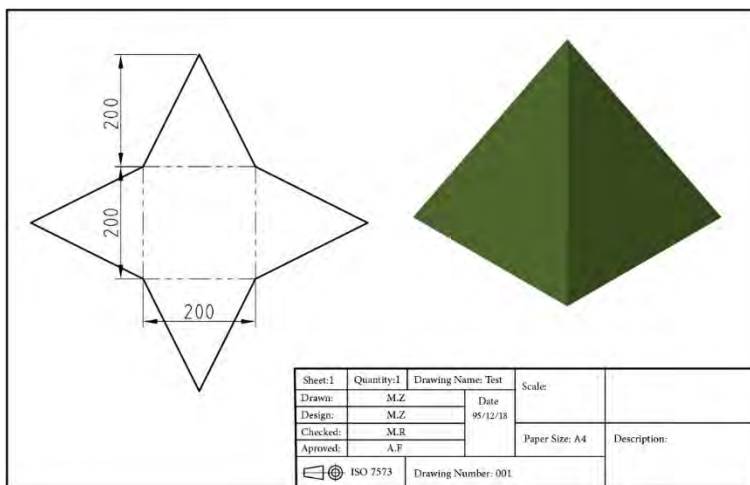
$$66/7 \% = 2400 / 3600 \times 100 = \text{درصد دورریز ورق بر مبنای سطح اولیه}$$

$$200 \% = 2400 / 1200 \times 100 = \text{درصد دورریز ورق بر مبنای سطح ساخته‌شده}$$

مشاهده می‌شود که با توجه به شکل مورد نظر و اندازه ورق، هدررفت ورق زیاد است. در این وضعیت ما دو راه پیش رو داریم:

۱- استفاده از ورق هدررفت برای مصارف دیگر؛

۲- انتخاب ورق بزرگتر و چیدمان چندین نمونه از این شکل طوری که کمترین هدررفت را داشته باشیم.



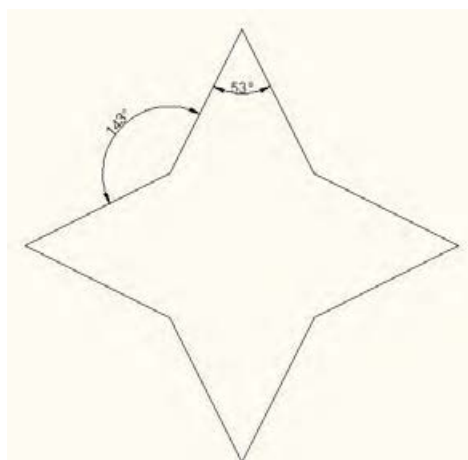
شکل ۱۷

زوایای نقشه ۱۸ را با استفاده از زاویه‌سنج به دست آورید.

فعالیت عملی



پس از اندازه‌گیری زوایای مشخص شده در شکل توسط هنرجویان، اطلاعات به دست آمده را با زوایای داده شده در شکل زیر مقایسه کنید.



شکل ۱۸



واحد یادگیری ۳: برشکاری ورق فلزی با قیچی اهرمی

زمان آموزش	جمع: ۲۰ ساعت
------------	--------------

اهداف جزئی واحد یادگیری:

- شایستگی‌های فنی:

- ۱- روش برشکاری ورق با قیچی اهرمی را فراگیرد.
- ۲- با روش برشکاری ورق فولادی با دستگاه برش هوا-گاز، پلاسما و جت آب آشنا شود.
- ۳- با نکات ایمنی در برشکاری ورق با قیچی اهرمی آشنا شود و آن را رعایت کند.

- شایستگی‌های غیر فنی:

- ۱- در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت کاری، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط‌زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.
- ۲- با استفاده از روش فناورانه و اینترنت این واحد را یاد گیرد.

قیچی اهرمی

در این واحد یادگیری هنرجویان می‌توانند با قیچی‌های اهرمی ورق‌های با ضخامت متوسط را با رعایت نکات ایمنی برش دهند. با توجه به برش ورق‌های متوسط می‌توان از این روش برش برای ساخت وسایل صنعتی و ظروف استفاده کرد.

قیچی اهرمی برای برشکاری صاف و منحنی روی ورق‌های فلزی با ضخامت بیشتر از حد قیچی دستی به‌کار می‌رود. علاوه بر این، از این نوع قیچی‌ها برای برشکاری مقاطع پروفیلی دیگر مانند تسمه، نبشی و میل‌گرد می‌توان استفاده کرد. این روش برشکاری بدون براده‌برداری انجام می‌شود و دورریز ناچیزی دارد.

جدول ۹ را کامل کنید.

کار در کلاس



انواع قیچی اهرمی:

جدول ۹

کاربرد	نوع قیچی
برای برشکاری ورق‌های فلزی تا ۲ میلی‌متر	قیچی اهرمی ساده
برشکاری منحنی ورق تا ۳ میلی‌متر	قیچی اهرمی منحنی‌بر
برشکاری مستقیم با طول برش زیاد	قیچی اهرمی با میزکار
برشکاری مستقیم با طول کوتاه و برشکاری میل‌گرد، سه‌پری و نبشی	قیچی اهرمی مرکب

پس از برش ورق در اندازه مناسب آن را گونیا کنید و نقشه زیر شکل ۱۹ را بر روی آن پیاده‌سازی کنید. سپس توسط قیچی اهرمی برشکاری نمایید. دورریز را محاسبه کنید.

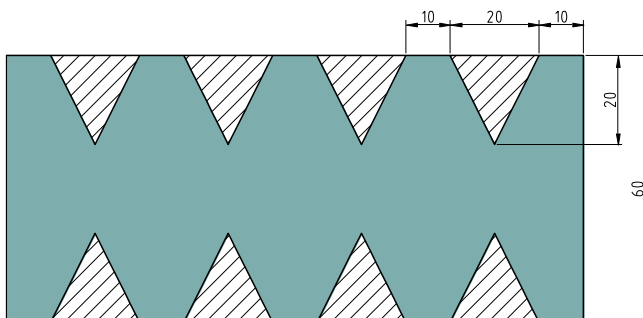
فعالیت عملی



پس از برش ورق در ابعاد ۶۰×۱۳۰ میلی‌متر توسط ابزار پیاده‌سازی نقشه بر روی ورق، مانند خط‌کش فلزی، سوزن خط‌کش و گونیا، بر روی دو طول ورق مثلث‌های متساوی الساقینی را به قاعده و ارتفاع ۲۰ میلی‌متر به فاصله ۱۰ میلی‌متر از همدیگر و از گوشه‌های ورق رسم می‌کنید. پس از آن توسط قیچی اهرمی ساده یا مرکب مثلث‌ها را برش می‌دهید.

برای محاسبه دورریز ورق می‌توان مساحت یک مثلث را به‌دست آورد و سپس در عدد ۸ ضرب کرد.

$$۱۶۰۰ \text{ mm}^2 = ۲ \times ۸ = ۲۰ \times ۲۰ \div ۲ = \text{محاسبه دورریز ورق}$$



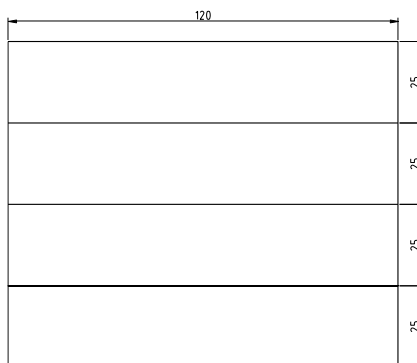
شکل ۱۹

فعالیت عملی



پس از برش ورق در اندازه مناسب آن را گونیا نمایید و نقشه زیر شکل ۲۰ را بر روی آن پیاده‌سازی کنید. سپس توسط قیچی اهرمی برشکاری نمایید.

پس از برش ورق در ابعاد ۱۲۰×۱۰۰ میلی‌متر توسط ابزار پیاده‌سازی نقشه بر روی ورق مانند خط‌کش فلزی، سوزن خط‌کش و گونیا، نقشه را بر روی ورق فلزی پیاده می‌کنید. سپس توسط قیچی اهرمی با میز کار بر روی خطوط برش می‌دهید.



شکل ۲۰

فعالیت عملی

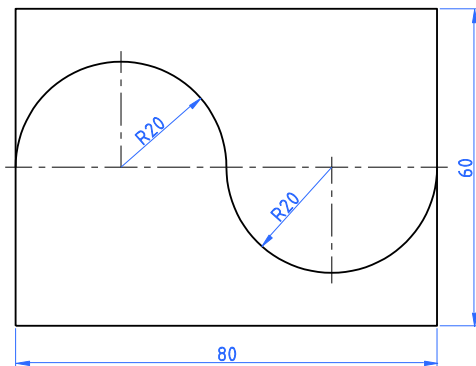


پس از برش ورق در اندازه مناسب آن را گونیا نمایید و نقشه زیر شکل ۲۱ را بر روی آن پیاده‌سازی کنید سپس توسط قیچی اهرمی برشکاری و کنترل نمایید.

پس از برش ورق در ابعاد ۸۰×۶۰ میلی‌متر توسط ابزار پیاده‌سازی نقشه بر روی ورق، مانند خط‌کش فلزی، سوزن خط‌کش، گونیا و پرگار، نقشه را بر روی ورق فلزی پیاده می‌کنید. برای پیاده‌سازی نقشه ابتدا خط تقارن را بر وجه ۶۰

برشکاری ورق فلزی

میلی‌متری توسط گونیا، خط‌کش و سوزن خط‌کش بر روی ورق رسم می‌کنید، سپس دو نیم‌دایره که هرکدام در یک طرف خط تقارن به شعاع ۲۰ میلی‌متر و مراکز آنها بر خط تقارن است، رسم می‌کنید؛ به‌طوری که اگر دایره کامل باشند، بر هم مماس گردند. سپس توسط قیچی اهرمی منحنی‌برش را انجام می‌دهید.



شکل ۲۱

نمایش فیلم

فیلم برش فلز توسط دستگاه هوا گاز را نمایش دهید.



نمایش فیلم

فیلم برش فلز توسط دستگاه پلاسما را به نمایش بگذارید.



فکر کنید

مزایای برش پلاسما نسبت به دیگر روش‌های دیگر برش چیست؟



پاسخ:

۱- تراشه فلزی ایجاد نمی‌گردد. ۲- دقیق برش می‌دهد. ۳- لبه برش آن نسبت به برش هواگاز صاف‌تر می‌باشد.

نمایش فیلم

فیلم برش فلز توسط جت آب را به نمایش بگذارید.



ارزشیابی برشکاری ورق فلزی

شرح کار:

خواندن نقشه و پیاده‌سازی آن بر ورق فلزی
برشکاری با قیچی دستی
برشکاری با قیچی اهرمی.

استاندارد عملکرد:

داده‌های مورد نیاز را از نقشه برشکاری به دست آورند و بر روی ورق فلزی پیاده‌سازی کنند. سپس توسط قیچی‌های دستی و اهرمی ورق فلزی را برش بزنند.

شاخص‌ها:

- سطح ورق تمیز و بدون گرد و غبار و زنگ‌زدگی باشد
- انتقال دقیق ابعاد و اندازه نقشه، اندازه‌گیری و خط‌کشی روی ورق
- برشکاری مطابق نقشه
- انطباق دقیق ابعاد و اندازه نقشه با محصول برش خورده

شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه ورق‌کاری با شرایط تهویه مناسب و نور کافی.

ابزار و تجهیزات: خط‌کش فلزی، متر، سوزن خط‌کش، پرگار، گونیا، سنبله، زاویه‌سنج، قیچی دستی و قیچی اهرمی.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	خواندن و پیاده‌سازی نقشه	۲	
۲	برشکاری ورق فلزی با قیچی دستی	۲	
۳	برشکاری ورق فلزی با قیچی اهرمی	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و غیره	۲	
	۱- رعایت نکات ایمنی در حین برشکاری، ۲- تمیزکاری محل جوشکاری، ۳- رعایت نکات زیست‌محیطی و جمع‌آوری دورریزها، ۴- رعایت اخلاق حرفه‌ای		
	میانگین نمرات		*

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