کتاب جوشکاری و برشکاری حرارتی قطعات سنگین

ایران استخدام

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن
و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۰۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز صنایع فلزی

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز صنایع فلزی

خرید و دانلود

بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلیٰ مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

جوشکاری و برش کاری حرارتی
قطعات سنگین

رشتهٔ صنایع فلزی

گروه مکانیک

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

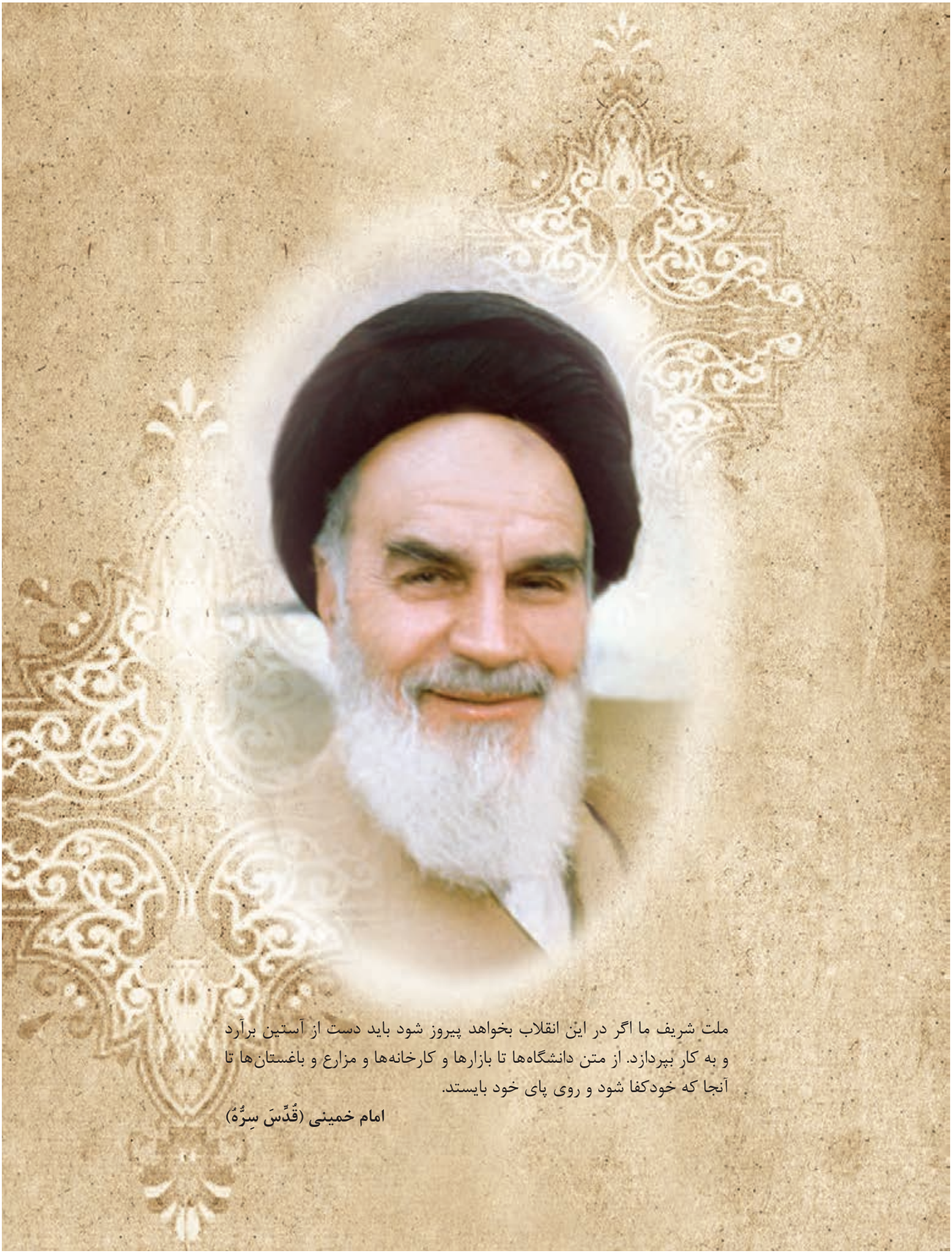
پایهٔ یازدهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: جوشکاری و برش‌کاری حرارتی قطعات سنگین ـ ۲۱۱۴۰۷
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: حمید تقی‌پور ارمکی، بهرام زارعی، حسن ضیغمی، محمدرضا سلطان محمدی، حمیدرضا شادی و علی رجایی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
علی رجایی، حمیدرضا شادی، مسعود خمیسی، اکبر علی‌محمدی و محمدعلی آقاجانپور آرائی (اعضای گروه تألیف)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری) ـ سوروش سعادتمندی (صفحه‌آرا)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی) تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: 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 (دارو پخش)
تلفن: ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ نهم ۱۴۰۴

کلیهٔ 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 از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۴- ۲۸۷۵ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 – 964 – 05 – 2875 – 4**



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 (قُدِّسَ سِرُّهُ)

فهرست

پودمان ۱: برش‌کاری مکانیکی ۱

واحد یادگیری ۱: برش‌کاری ورق با گیوتین ۲

ارزشیابی پایانی ۲۷

واحد یادگیری ۲: برش‌کاری با قیچی نیبلر ۲۸

ارزشیابی پایانی ۴۵

پودمان ۲: شکل‌دهی ورق ۴۷

واحد یادگیری ۳: رول‌کاری ورق ۴۸

ارزشیابی پایانی ۶۵

پودمان ۳: جوشکاری اکسی گاز ۶۷

واحد یادگیری ۴: شایستگی ایجاد جوشکاری اکسی‌استیلن ۶۸

ارزشیابی پایانی ۱۱۶

پودمان ۴: جوش برنج ۱۱۷

واحد یادگیری ۵: جوش برنج ۱۱۸

ارزشیابی پایانی ۱۴۴

پودمان ۵: برش‌کاری حرارتی ۱۴۵

واحد یادگیری ۶: برش‌کاری دستی اکسی‌استیلن ۱۴۶

ارزشیابی پایانی ۱۷۴

منابع ۱۷۵

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 برنامه‌درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی باز طراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی ـ حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده‌است:

۱ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی جوشکاری

۲ شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

۴ شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی‌وحرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی‌وحرفه‌ای 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 صنایع فلزی در پایه ۱۱ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی **جوشکاری و برش‌کاری حرارتی قطعات سنگین** شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله‌کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس 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 در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر 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.
فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به‌کار گیرید.
رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان درخصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.
امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای 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، برنامه‌درسی **رشته صنایع فلزی** 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 واحد یا چند یادگیری تشکیل شده است. هم‌چنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوهٔ 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 ساخت یافته 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 اجزای 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، شیوهٔ 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 بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. هم‌چنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: «برش‌کاری مکانیکی»، در این پودمان مفهوم برش‌کاری با گیوتین و نیبلر، کاربرد و ویژگی‌های هر یک در واحدهای یادگیری جداگانه ارائه شده است.

پودمان دوم: «شکل‌دهی ورق» می‌باشد که در آن اصول جوشکاری اکسی‌استیلن تجهیزات، روش جوشکاری و کاربرد آن بیان شده است.

پودمان سوم: «جوشکاری اکسی گاز» نام دارد، که در این پودمان به یکی از روش‌های شکل‌دهی، رول‌کاری، پرداخته شده است؛ به طوری که روش‌های رول‌کاری و کاربرد هر یک از آنها شرح داده شده است.

پودمان چهارم: «جوش برنج»، در این پودمان، ابتدا تفاوت بین لحیم‌کاری نرم و سخت، جوشکاری و زرد جوش شده است، سپس روش زرد جوش به طور کامل ارائه شده است.

پودمان پنجم: با عنوان «برش‌کاری حرارتی» می‌باشد که در آن ابتدا به روش‌های برش‌کاری حرارتی و تجهیزات آن پرداخته شده و در ادامه روش برش‌کاری اکسی‌استیلن به‌طور کامل ارائه شده است.

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

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش



پودمان ۱

برش کاری مکانیکی



در ساخت و تولید مصنوعات فلزی، برش ورق‌ها براساس نقشه و طرح محصول نهایی یکی از مراحل بسیار مهم می‌باشد. یکی از رایج‌ترین روش‌های برش، روش برش‌کاری مکانیکی است در این پودمان برش‌کاری ورق را با دو دستگاه گیوتین و قیچی نیبلر فرا خواهید گرفت.

واحد یادگیری ۱

برش‌کاری ورق با گیوتین

در این واحد یادگیری هنرجویان با روش‌های برش‌کاری مکانیکی، انواع دستگاه گیوتین و روش برش‌کاری ورق با گیوتین را فرا خواهند گرفت. روش برش‌کاری با گیوتین را که برش ورق، به صورت انبوه یا محدود است انتخاب می‌کند پس از اجرای نقشه بر روی ورق فلزی، مهارت پیدا می‌کند که چگونه خطوط برش را با تیغه قیچی تنظیم کرده و عمل برش‌کاری را انجام دهد. پس از عملیات برش‌کاری با وسایل اندازه‌گیری لبه ورق را از نظر کیفیت برش، کنترل می‌کند. با مهارت کافی که به‌دست می‌آورد، می‌تواند با تنظیم کردن میزان لقی عیوبی را که در برش‌کاری به وجود آمد رفع کند.

استاندارد عملکرد

برش‌کاری ورق‌های متوسط و ضخیم فلزی توسط گیوتین‌های مکانیکی و هیدرولیکی برابر نقشه.

برش‌کاری مکانیکی چیست؟

شکل ۱ـ۱ برخی از روش‌های برش‌کاری مکانیکی را نشان می‌دهد، به نظر شما در تولید انبوه مصنوعات فلزی برای برش‌کاری ورق‌های فلزی، از کدام نوع قیچی‌های زیر می‌توان استفاده کرد:



قیچی دستی



قیچی اهرمی



قیچی گیوتین

شکل ۱ـ۱ـ برخی از روش‌های برش‌کاری مکانیکی

برش‌کاری مکانیکی، برش یا قطع فلزات با استفاده از ابزار دستی یا ماشینی بدون استفاده از گرما است. جدول ۱ـ۱ دسته‌بندی روش‌های برش‌کاری مکانیکی را نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ۱ـ دسته‌بندی روش‌های برش‌کاری مکانیکی

ردیف	روش برش‌کاری	ویژگی	کاربرد	تصویر
۱	اره‌کاری	با براده‌برداری	برش لوله، انواع پروفیل میله‌های توپر	
۲	ماشین‌کاری		برش گرده	
۳	قلم‌کاری	بدون براده‌برداری	بریدن ورق‌ها و میله‌های فلزی و جداکردن قطعات پرچ شده	
۴	قیچی‌کاری		بریدن ورق‌های فلزی در خطوط برش مستقیم و منحنی	
۵	پانچ‌کاری		برش اشکال مختلف از داخل ورق‌ها مانند دایره، مستطیل، پولک‌زنی و یا هر شکل دلخواه دیگر	
۶	لوله‌بر		برای قطع لوله	

همان‌طور که در جدول دیده می‌شود یکی از انواع قیچی‌های ماشینی، قیچی گیوتین می‌باشد که برای برش‌کاری ورق‌های با طول زیاد و مستقیم کاربرد دارند.

قیچی گیوتین یک روش مکانیکی است.

در این فرایند، برش به صورت یک مرحله‌ای صورت می‌گیرد که دخالت نیروی انسانی در آن بسیار کم است (شکل ۱ـ۲).



شکل ۱ـ۲ـ برش‌کاری با گیوتین

فعالیت کلاسی

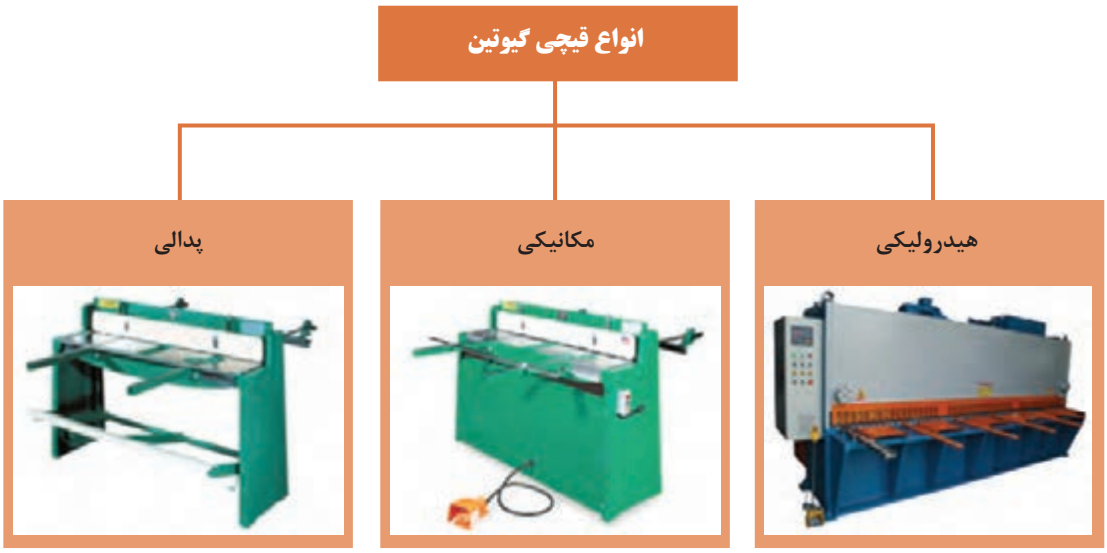
با توجه به جدول ۱ـ۲ تفاوت قیچی اهرمی و قیچی گیوتین را در جدول زیر تکمیل نمایید.

جدول ۱ـ۲ـ تفاوت قیچی اهرمی و قیچی گیوتین

پارامتر	قیچی اهرمی	قیچی گیوتین
سرعت برش		
فرم‌بری		
مقرون به صرفه بودن		
قیمت دستگاه		
کیفیت برش		
نگهداری و تعمیر		

انواع قیچی گیوتین

شکل ۱ـ۳ دسته‌بندی قیچی‌های گیوتین را بر مبنای نحوه انتقال قدرت آنها نشان می‌دهد.

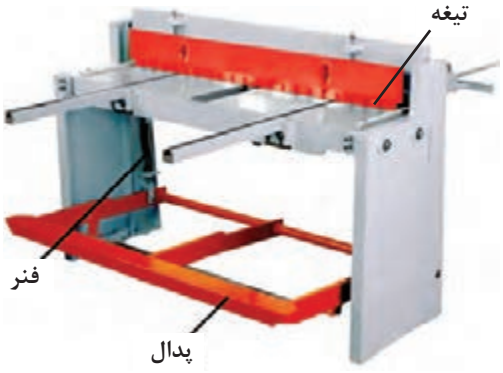


شکل ۱ـ۳ـ انواع گیوتین از نظر نحوه انتقال قدرت

گیوتین پدالی

در این نوع گیوتین‌ها پدال قیچی توسط بازو و فنر تیغه متحرک متصل است. با فشار آوردن به پدال، تیغه بالایی به سمت پایین حرکت کرده و عمل برش‌کاری انجام‌می‌گیرد. پس از رها کردن پدال و برگشت فنر، تیغه به حالت اولیه برمی‌گردد.

شکل ۱ـ۴ و جدول ۱ـ۳ نمونه‌ای از این نوع قیچی و محدوده برش آن را که فقط با نیروی انسانی کار می‌کند نشان می‌دهد.



شکل ۱ـ۴ـ گیوتین پدالی و اجزای اصلی آن

جدول ۱ـ۳ـ محدوده برش گیوتین پدالی

ردیف	ضخامت برش	طول برش
۱	۱mm	۹۰۰mm

گیوتین مکانیکی

همان‌طوری که در شکل ۱ـ۵ مشاهده می‌شود در این نوع از گیوتین‌ها نیروی الکتروموتور به وسیله واسطه‌هایی به میل لنگ قیچی منتقل می‌شود تا حرکت دورانی را به حرکت خطی رفت و برگشت تبدیل کند و در نتیجه موجب پایین آمدن تیغه بالایی و انجام عمل برش‌کاری شود.



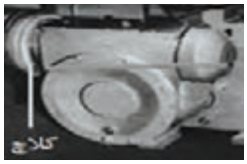


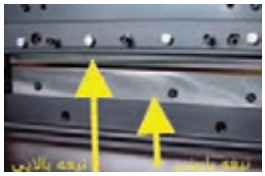
شکل ۱ـ۵ـ اجزای گیوتین مکانیکی

اجزای قیچی گیوتین

در جدول ۱ـ۴ موارد کاربرد، ویژگی و تصویر هریک از اجزای قیچی را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱ـ۴ـ اجزای قیچی گیوتین

بخش	توضیحات	تصویر
بدنه	**کاربرد:** مقاومت در مقابل تنش‌های ایجاد شده در اثر ضربات سنگین و بار انحرافی در حین برش‌کاری **ویژگی:** ورق‌های فولادی، چدن و ترکیبی از دو مواد فوق	
مولد قدرت	**کاربرد:** انتقال قدرت در یک قیچی گیوتین	
کلاچ	**کاربرد:** عامل ارتباط یا قطع ارتباط، بین دنده محرک با میل‌لنگ.	

نگه‌دارنده ورق	**کاربرد:** وظیفه نگه‌دارنده‌ها، ثابت نگه داشتن ورق بر روی بستر (میز) قیچی گیوتین به منظور جلوگیری از جابه‌جایی ورق در لحظه برش است. **ویژگی:** نگه‌دارنده‌ها بر اساس ضخامت و جنس ورق به سه دسته مکانیکی، فنری و پیستونی تقسیم می‌شوند.	
تیغه‌ها	**کاربرد:** برش ورق‌های فلزی. **ویژگی:** چون نیروی زیادی به لبه‌های برنده تیغه وارد می‌شود، جنس تیغه‌های گیوتین را از فولادهای آلیاژی می‌سازند.	
میز (بستر)	**کاربرد:** محل قرارگیری ورق بر روی دستگاه را فراهم می‌سازد.	

کارکارگاهی

تعیین اجزای قیچی گیوتین

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای شناخت و مشاهده اجزای گیوتین که شامل دستکش چرمی، کفش ایمنی و لباس کار است را تهیه نموده سپس اجزای گیوتین را مشخص نمایید.

۱ **تجهیزات فنی:** دستگاه گیوتین آماده و تنظیم شده با حفاظ ایمنی

۲ **مواد مورد نیاز:** آچار فرانسه، آچار رینگی و تخت به نمره ۱۴، ۱۹، ۲۲، ۲۴ و گریس

دستور کار

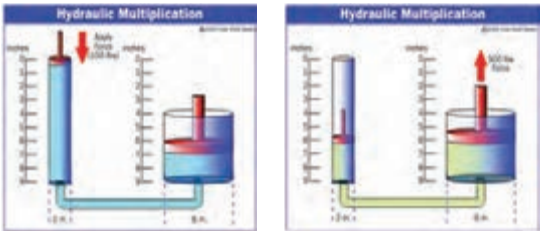
با استفاده از راهنمایی‌های هنرآموز محترم ابتدا حفاظ دستگاه گیوتین را باز نمایید سپس نظافت داخلی دستگاه را انجام دهید. جدولی از اجزای قیچی گیوتین تهیه نمایید و با توجه به جدول ۵ـ۱ هر یک از اجزای قیچی گیوتین را به دقت مشاهده نمایید و با صبر و حوصله از هنرآموز خود بخواهید تا درباره جزئیات آنها توضیح داده شود و در نهایت جداول را برای بررسی و ارزشیابی به هنرآموز خود تحویل نمایید.
لازم به ذکر است محل یاتاقان‌بندی محور لنگ دستگاه را گریس‌کاری نمایید. پس از پایان کار حفاظ دستگاه را ببندید و محدوده‌ای که مشغول به کار بودید را نظافت کنید.

نکته‌ایمنی

- قبل از باز کردن حفاظ دستگاه، برق گیوتین کاملاً قطع گردد.
- دقت کنید سیم اتصال به زمین (ارت) به دستگاه وصل باشد.
- بدون اجازه هنرآموز محترم خود از دست زدن به سایر اجزای گیوتین خودداری کنید.
- برنامه دوره‌ای را در خصوص نگهداری و تعمیر اجرا نمایید.

پس از اتمام کار حفاظ دستگاه را ببندید و محدوده فعالیت خود را نظافت نمایید و ابزارهایی را که استفاده نمودید به انباردار محترم تحویل دهید.

گیوتین هیدرولیکی



شکل ۱ـ۶ـ عملکرد جک هیدرولیکی

سیستم‌های هیدرولیک بر پایه اصل پاسکال کار می‌کنند.

اصل پاسکال بیان می‌کند: «فشار اعمال شده بر هر نقطه‌ای از مایع (مثل روغن) سبب ایجاد نیرویی می‌شود که در تمام جهات منتقل می‌شود» این نیرو به صورت عمود بر واحد سطح دیواره سیال اعمال می‌شود. شکل ۱ـ۶ بیانگر عملکرد جک در گیوتین هیدرولیکی است.

جدول ۱ـ۵ اجزای انتقال قدرت را درگیوتین هیدرولیکی نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ۵ـ اجزای انتقال قدرت در گیوتین هیدرولیکی

ردیف	بخش	تصویر
۱	الکتروپمپ	
۲	جک و مدار هیدرولیکی	

تنظیمات برش‌کاری در گیوتین

جدول ۱ـ۶ انواع روش‌های تنظیم اندازه در برش‌کاری با گیوتین را نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ۶ـ انواع روش‌های تنظیم برش‌کاری در گیوتین

ردیف	نوع تنظیم	توضیحات
۱	تنظیم خط برش توسط چشم	تنظیم خطوط برش توسط اپراتور انجام می‌شود.
۲	تنظیم با شابلون دستگاه	تنظیم خطوط برش توسط خط‌کش دستگاه انجام می‌شود.
۳	برش‌کاری با دستگاه NC و CNC	تنظیم خطوط برش خودکار انجام می‌شود.

۱ تنظیم خط برش توسط چشم

ورق خط‌کشی‌شده را روی میز ماشین هدایت نموده سپس آن را از فاصله بین تیغه بالایی و پایینی عبوردهید. مطابق شکل ۱ـ۷ لبه خط‌کشی شده ورق را بر روی لبه تیغه ثابت قرار دهید.

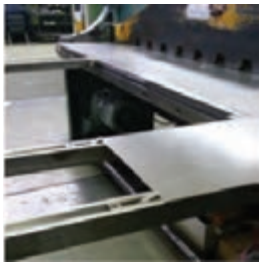


شکل ۱ـ۷ـ تنظیم خط برش با چشم توسط اپراتور

۲ تنظیم با شابلون دستگاه

در برش‌کاری انبوه و سری، استفاده از شابلون حائز اهمیت است. در این روش، ابتدا عرض برش را بر روی خط‌کش دستگاه تعیین نموده و سپس ورق مورد نظر را به شابلون دستگاه تکیه می‌دهیم. در این روش نیاز به اندازه‌گیری و خط‌کشی مجدد نیست (شکل ۱ـ۸).





شکل ۱ـ۸ـ استفاده از شابلون جلویی و پشتی دستگاه

۳ تنظیم برش‌کاری با دستگاه NC و CNC

برای تولیدات دقیق و انبوه از دستگاه‌های پیشرفته خودکار استفاده می‌شود. در این دستگاه‌ها عرض برش، ضخامت و جنس ورق را روی سیستم دستگاه تعریف نموده سپس ورق مورد نظر را به سمت میز جلویی ماشین هدایت می‌کنند. قرار پشتی که به صورت برقی است به اندازه عرض برش به سمت تیغه حرکت کرده با عمل کردن دستگاه و پایین آمدن نگهدارنده ورق، عمل برش انجام می‌گیرد.
شکل ۱ـ۹ دستگاه CNC را نشان می‌دهد.



شکل ۱ـ۹ـ نمایی از صفحه تنظیمات در گیوتین CNC

پارامترهای برش‌کاری با گیوتین

شکل ۱ـ۱۰ پارامترهای برش‌کاری با گیوتین را نشان می‌دهد.



شکل ۱ـ۱۰ـ پارامترهای برش‌کاری با گیوتین

الف) ضخامت ورق

برای برش‌کاری ورق‌های نازک از گیوتین مکانیکی و برای برش‌کاری ورق‌های ضخیم از گیوتین هیدرولیکی که توان برش بیشتری دارند، استفاده می‌شود.

پژوهش

هنرجویان عزیز به کمک هنرآموز محترمتان با به‌کارگیری منابع اینترنتی و بازدید از کارخانجات صنعتی، پژوهش کنید تا چه ضخامتی را می‌توان با انواع گیوتین برش‌کاری کرد و جدول ۱ـ۷ را تکمیل نمایید.

جدول ۱ـ۷ـ ضخامت قابل برش در گیوتین‌های مختلف

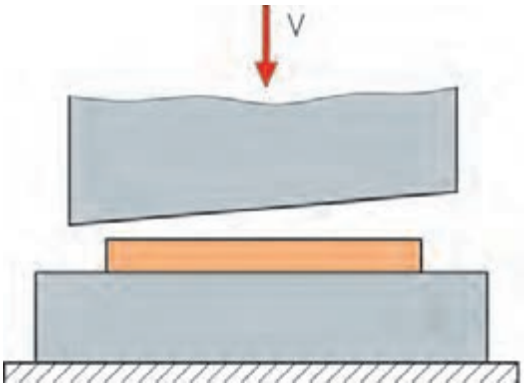
ردیف	انواع گیوتین	ضخامت mm
۱	پدالی	
۲	مکانیکی	
۳	هیدرولیکی	

ب) جنس ورق

با تغییر جنس قطعه، جنس تیغه برش و زوایای آن تغییر می‌کند.

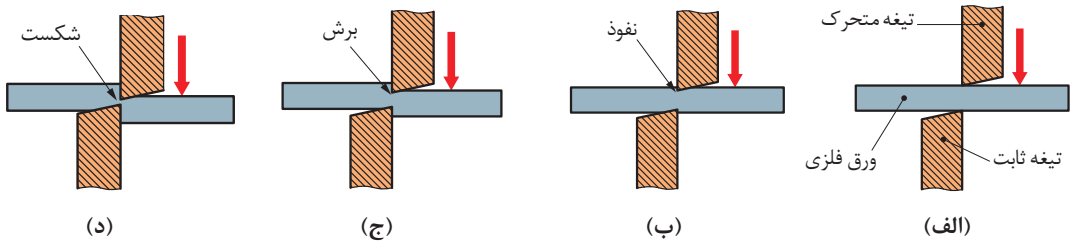
ج) زاویه تیغه

در هنگام برش با گیوتین به منظور کاهش نیروی لازم برای بریدن قطعات، تیغه‌ها را با زاویه مناسبی نسبت به یکدیگر تنظیم می‌کنند تا سطح برش تقلیل یافته و عمل بریدن به راحتی انجام شود. با توجه به شکل ۱ـ۱۱ برای این منظور زاویه بین تیغه‌ها (زاویه α) را حدود ۹ تا ۱۵ درجه انتخاب می‌کنند.



شکل ۱ـ۱۱ـ زاویه بین دو تیغه در گیوتین

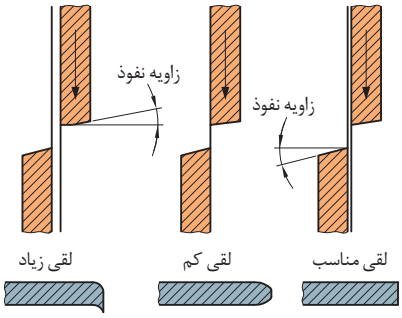
مطابق شکل ۱ـ۱۲ به‌طور کلی عمل قیچی‌کاری گیوتین در سه مرحله نفوذ، برش و شکست انجام می‌گیرد.



شکل ۱ـ۱۲ـ عمل قیچی‌کاری گیوتین

د) فاصله یا مقدار لقی مجاز بین تیغه‌ها

پیش از شروع برش‌کاری، بین لبه‌های تیغه بالایی و پایینی یک فاصله کمی وجود دارد که شکست ماده را تسهیل می‌کند. میزان این فاصله به عوامل مختلفی از قبیل فرایند برش، جنس و ضخامت ورق بستگی دارد. شکل ۱ـ۱۳ نتایج ورق برش خورده را با تنظیمات نادرست و درست فاصله بین تیغه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱ـ۱۳ـ مقدار لقی بین تیغه‌ها

جدول ۱ـ۸ـ مقدار لقی بین تیغه‌ها متناسب با ضخامت و جنس ورق (میلی‌متر)

ضخامت ورق برحسب میلی‌متر	برای برش‌کاری فلزات با استحکام پایین مانند برنز	برای برش‌کاری فلزات با استحکام بالا مانند فولاد
۰/۵	۰/۰۱	۰/۰۲
۰/۸	۰/۰۳	۰/۰۵
۱	۰/۰۴	۰/۰۶
۱/۵	۰/۰۵	۰/۰۷
۲	۰/۰۶	۰/۰۸
۳	۰/۰۷	۰/۱

تمرین

با توجه به جدول بالا، میزان لقی بین تیغه‌ها چند درصد ضخامت ورق تعیین می‌شود.

نکته

در دستگاه‌های گیوتین CNC با تعریف ضخامت و جنس ورق، به‌طور خودکار امکان تطبیق سریع زاویه تیغه، تنظیم فاصله تیغه‌ها، تنظیم جریان و انجام برش‌های بسیار دقیق‌تر را فراهم می‌کند.

کارگاهی

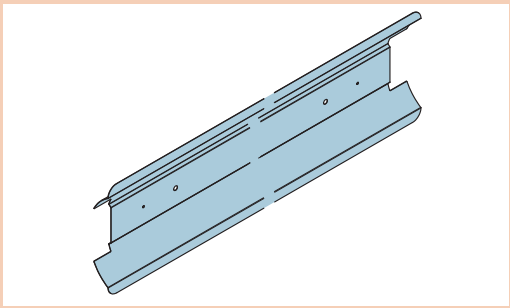
خط‌کشی و برش‌کاری با گیوتین برای ساخت قاب مهتابی

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای خط‌کشی و برش‌کاری با گیوتین که شامل دستکش چرمی، کفش ایمنی و گوشی محافظتی است را تهیه نموده سپس عمل فوق را انجام دهید.

دستور کار

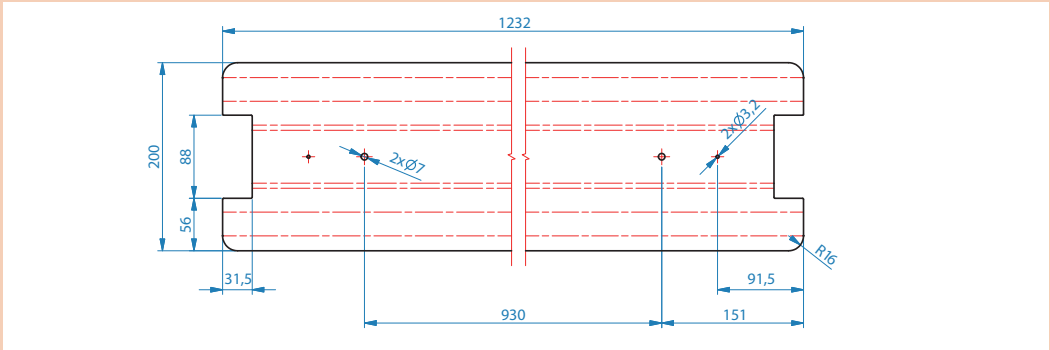
۱ **تجهیزات فنی:** دستگاه گیوتین آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب.

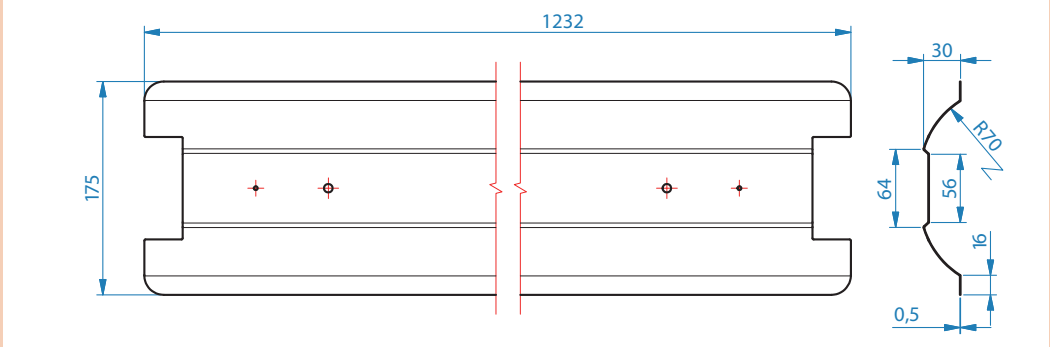
۲ **مواد مورد نیاز:** ورق فولادی، سوزن خط‌کش، خط‌کش فلزی ۱ متری و ۳۰ سانتی‌متری، گونیای فلزی، متر فلزی و میز ورق‌کاری.



روش انجام

- پیاده‌سازی نقشه روی ورق با مقیاس $\frac{۱}{۲}$
- استقرار ورق روی بستر ماشین
- تنظیم محل برش با تیغه پایینی
- اعمال فشار روی پدال
- جمع‌آوری ورق‌های دور ریز و نظافت





نقشه ۱ـ۱ـ قاب مهتابی




شکل ۱ـ۱۴ـ خط‌کشی و برش‌کاری ورق فولادی با گیوتین

نکته‌ایمنی

قبل از شروع به کار دستگاه را مورد بازرسی قرار دهید تا اشیای اضافی زیرتیغه نباشد (شکل ۱ـ۱۵).



شکل ۱ـ۱۵ـ کنترل عدم حضور اشیای اضافی در زیر تیغه

برنامه دوره‌ای را در خصوص نگهداری و تعمیر اجرا کنید (شکل ۱ـ۱۶).



شکل ۱ـ۱۶ـ سرویس دوره‌ای گیوتین

از شال گردن، لباس گشاد و آستین بلند در موقع کار با دستگاه استفاده نشود.

عبور دست هنگام برش از زیر حفاظ تیغه، برای کاهش ضایعات ممنوع می‌باشد (شکل ۱ـ۱۷).



شکل ۱ـ۱۷ـ قرارگیری دستان زیر حفاظ ایمنی ممنوع

از سالم بودن و تیز بودن تیغهٔ دستگاه اطمینان حاصل کنید.

از هرگونه ریخت و پاش در اطراف قیچی خودداری نموده و در چیدن پالت و ضایعات، نظم و ترتیب را رعایت نمایید.

عیوب برش‌کاری گیوتین

عیوبی که در برش‌کاری با گیوتین ممکن است ایجاد شود در جدول ۱ـ۹ آورده شده است.

جدول ۱ـ۹ـ عیوب موجود در برش‌کاری گیوتین

ردیف	نام عیب	تصویر	دلایل عیب	برطرف کردن عیب
۱	گیر کردن تیغه‌ها		کم بودن لقی بین تیغه‌ها	تنظیم لقی بین تیغه‌ها
۲	پلیسه کردن لبه ورق		زیاد بودن لقی بین تیغه‌ها	تنظیم لقی بین تیغه‌ها
۳	خم شدن لبه ورق			
۴	گیر کردن ورق بین تیغه‌ها			
۵	برش نامطلوب		حرکت ورق در حین برش	عمل‌کردن نگه‌دارنده ورق در حین برش‌کاری
۶	مستهلک شدن سطح شابلون پشتی دستگاه		تماس ورق با سطح شابلون پشتی در حین برش‌کاری	فعال نمودن کلید برگشت به عقب شابلون در حین برش کاری
۷	لهیدگی ورق		نیروی بیش از حد نگه‌دارنده ورق	نیروی مناسب نگه‌دارنده‌ها بر روی ورق

کارکارگاهی

تنظیم لقی بین تیغه‌ها در برش‌کاری ورق با گیوتین

دستور کار

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای رفع عیوب برش‌کاری با گیوتین که شامل دستکش چرمی، کفش ایمنی و لباس کار است را تهیه نموده سپس عمل فوق را انجام دهید.

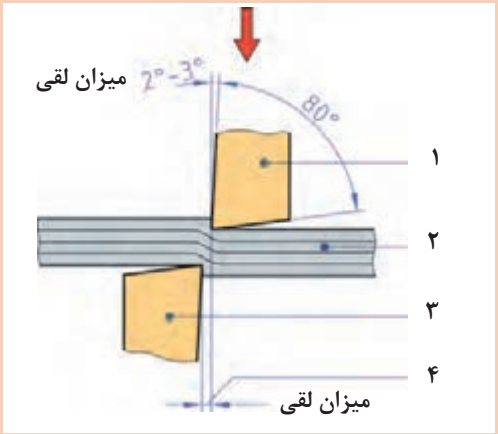
۱ **تجهیزات فنی:** دستگاه گیوتین برای رفع عیب

۲ **مواد مورد نیاز:** آچار فرانسه، آچار رینگی و تخت به نمره ۱۴، ۱۹، فیلر و ورق فلزی با ضخامت متفاوت برای آزمایش میزان لقی

۳ **نوع کار عملی:** تنظیم لقی بین تیغه‌ها متناسب با ضخامت و جنس ورق

۴ **روش کار:**

- شُل کردن پیچ و مهره‌های تنظیمی مطابق شکل ۱ـ۱۸
- جایگذاری فیلر بین تیغه‌ها
- محکم کردن پیچ و مهره
- برش‌کاری یک ورق برای اطمینان صحت انجام کار
- جمع‌آوری ورق‌های دور ریز



شکل ۱ـ۱۹ـ میزان لقی متناسب با ضخامت و جنس ورق



شکل ۱ـ۱۸ـ رفع عیوب برش‌کاری

نکته‌ایمنی

در حین کار مطمئن شوید برق دستگاه کاملاً قطع است.

دقت کنید سیم اتصال به زمین (ارت) دستگاه وصل باشد.

از هرگونه ریخت و پاش در اطراف قیچی خودداری نموده و در چیدن پالت و ضایعات، نظم و ترتیب را رعایت نمایید.

روش کنترل کیفی و ابعادی محصولات برش

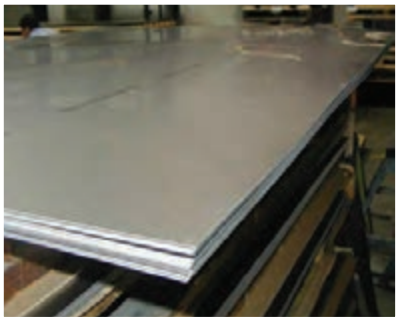
از مهم‌ترین بخش‌های تولید، واحد کنترل کیفی است. در این واحد، عملیاتی نظیر اندازه‌گیری روی یک محصول یا کالا انجام می‌شود که آیا این محصول با مشخصات فنی مطابقت دارد یا خیر؟
در برش‌کاری ورق با گیوتین این امر بسیار حائز اهمیت است. با توجه به شکل ۱ـ۲۰ بعد از عملیات برش، ابعاد ورق برش خورده به‌وسیله متر فلزی یا خط‌کش با اندازه‌های موجود در نقشه کار، همچنین سطح مقطع برش، کنترل می‌شود.



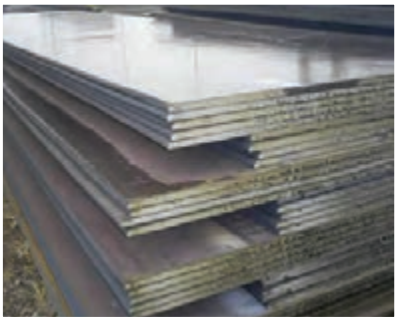
شکل ۱ـ۲۰ـ روش کنترل کیفی

اطمینان از انتخاب مناسب گیوتین بر اساس ضخامت ورق

انتخاب نوع قیچی گیوتین از اهمیت بالایی برخوردار است. به همین جهت پس از رعایت اصول برش‌کاری و دستورالعمل سازنده دستگاه، چنانچه این اطمینان حاصل شد که برای برش ورق به ضخامت‌های ۰/۲۵ تا ۳میلی‌متر مطابق شکل ۱ـ۲۱ـ الف از گیوتین مکانیکی استفاده شود و برای ضخامت‌های بیش از چهار میلی‌متر مطابق شکل ۱ـ۲۱ـ ب از گیوتین هیدرولیکی استفاده شود.



شکل ۱ـ۲۱ـالف) برش ورق با قیچی مکانیکی



شکل ۱ـ۲۱ـب) برش ورق با قیچی هیدرولیکی

نکته

همان‌طور که گفته شد درصد دور ریز بر مبنای قطعه اولیه و ساخته شده محاسبه می‌شود. در اینجا در خط‌کشی ورق فلزی بایستی طوری عمل شود که درصد دور ریز به حداقل برسد. مطمئناً در برش‌کاری ورق، درصدی دورریز وجود خواهد داشت که بایستی همان درصد کم دورریز را در ساخت قطعات کوچک‌تر، استفاده نماییم.

کارکارگاهی

خط‌کشی و برش‌کاری با گیوتین برای ساخت کابین جوشکاری

دستور کار:

ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای خط‌کشی و برش‌کاری با گیوتین که شامل دستکش چرمی، کفش ایمنی و گوشی محافظتی است را تهیه نموده سپس عمل فوق را انجام دهید.

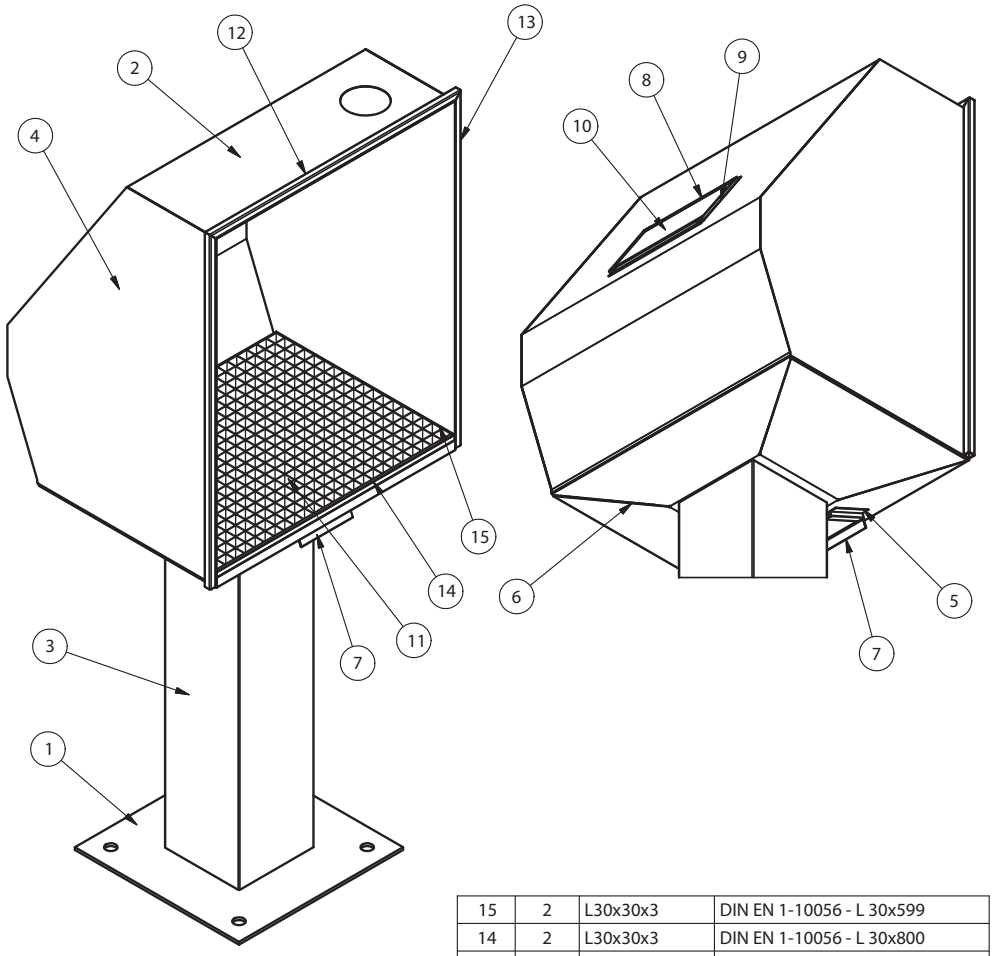
۱ **تجهیزات فنی:** دستگاه گیوتین، قیچی نیبلر و دستگاه جوش آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب.

۲ **مواد مورد نیاز:** ورق فولادی، سوزن خط‌کش، خط‌کش فلزی ۱ متری و ۳۰ سانتی‌متری، گونیا فلزی، متر فلزی، پرگار فلزی، پیستوله، زاویه‌سنج، میز ورقکاری و وسایل جوشکاری.

۳ **روش انجام کار:**

- نقشه را با مقیاس $\frac{۱}{۵}$ برابر بر روی قطعه پیاده نمایید.
- با استفاده از قیچی گیوتین ورق را برابر نقشه برش‌کاری نمایید.
- روی ورق فولادی، مطابق با نقشه ۳ـ۱ ابعاد اولیه قطعه D $\frac{۱}{۵}\times ۷۹۷\times ۱۶۹۰$ میلی‌متر را با مقیاس ۱:۵ خط‌کشی نمایید و با قیچی گیوتین عمل برش‌کاری را انجام دهید.
- تفکیک نقشه‌ها
- پیاده‌سازی نقشه روی ورق و جانمایی درست با کمترین دور ریز
- برش‌کاری

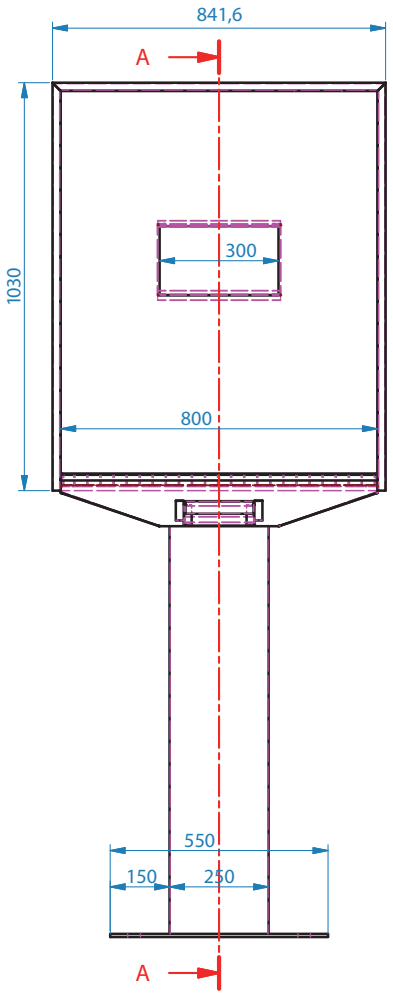
یک ورق فولادی را مطابق نقشه زیرخط‌کشی و توسط قیچی گیوتین برش‌کاری نمایید. شکل ۱ـ۲۲ کابین جوشکاری را نشان می‌دهد.



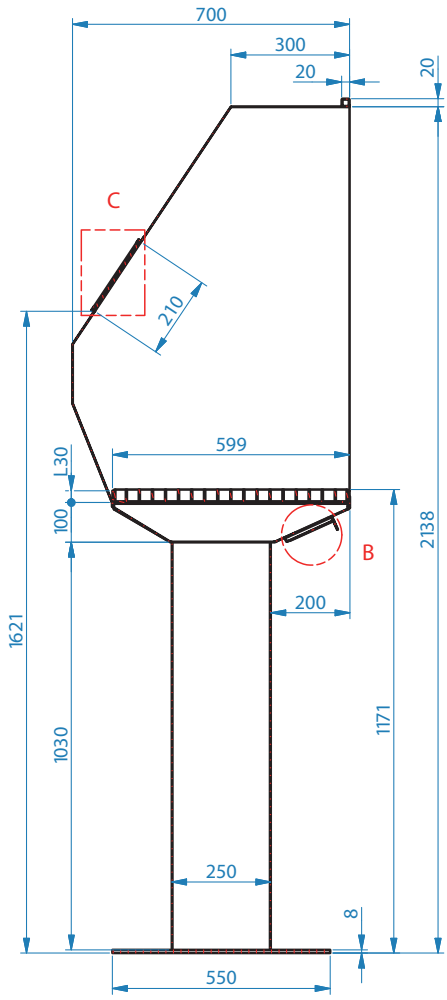
Kabin13 : 1) 00-)

15	2	L30x30x3	DIN EN 1-10056 - L 30x599
14	2	L30x30x3	DIN EN 1-10056 - L 30x800
13	2	Tube 20x20	EN 2-10210 - Tube 20x1030 - 20
12	1	Tube 20x20	EN 2-10210 - Tube 20x841.6 - 20
11	1	Grating	Grating 30x30x3
10	1	Kabin10-	Glass 5 mm
9	2	Kabin09-	
8	2	Kabin08-	
7	1	Kabin07-	
6	1	Kabin06-	
5	2	Kabin05-	
4	2	Kabin04-	
3	1	Kabin03-	
2	1	Kabin02-	
1	1	Kabin01-	
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
Part List			

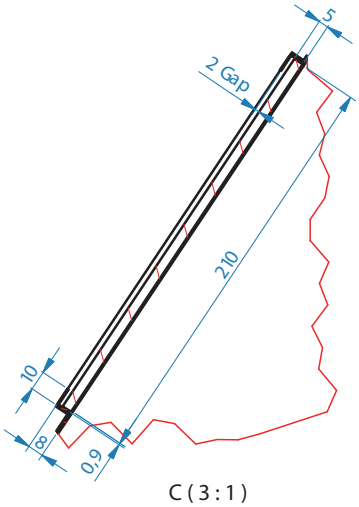
شکل ۱ـ۲۲ـ کابین جوشکاری



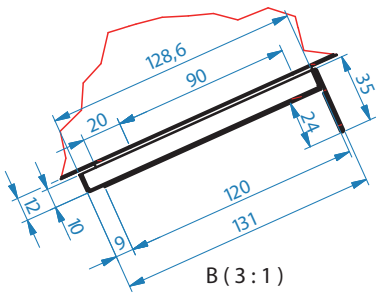
Kabin15 : 1) 00-)



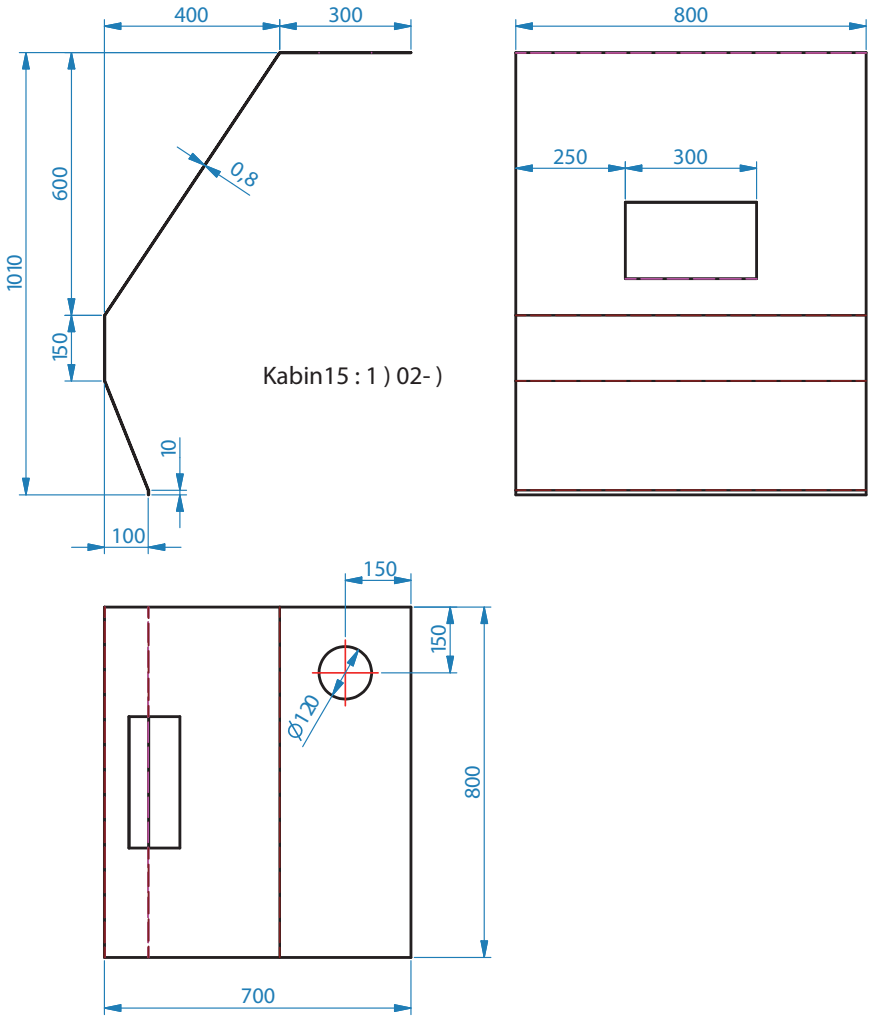
A-A (15 : 1)

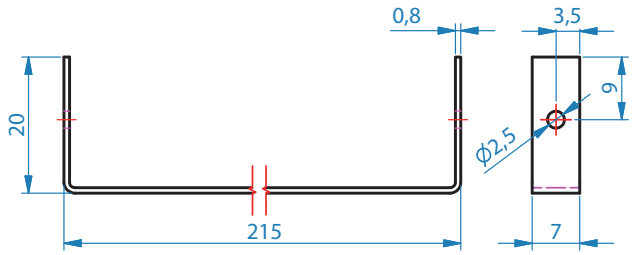


C (3 : 1)

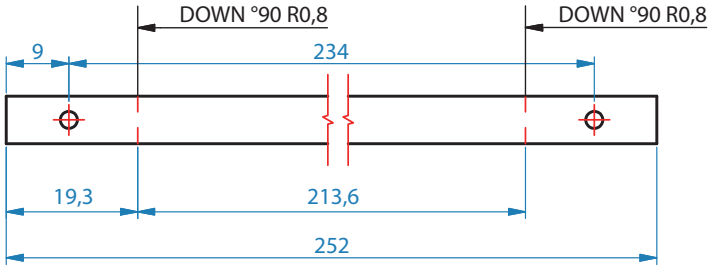


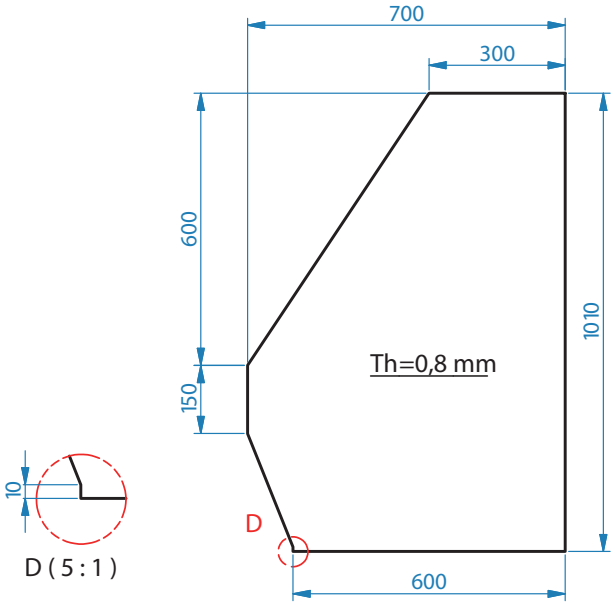
B (3 : 1)


400
300
800
600
1010
0,8
250
300
150
10
100
Kabin15 : 1) 02-)
150
150
Ø120
800
700
210
710
250
Ø120
150
150
800
UP 22° R0,8
DOWN 22° R0,8
DOWN 34° R0,8
300
DOWN 56° R0,8
Th=0,8 mm
10
150
721
300
1449,5



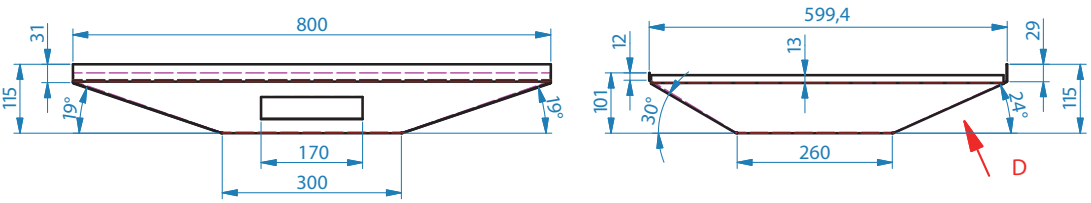
Kabin1 : 1) 09-)



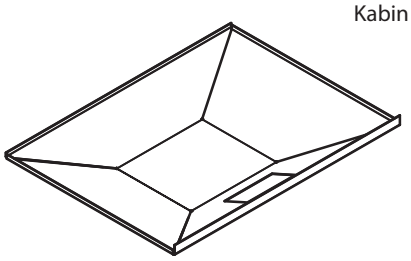


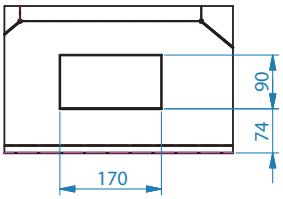
D (5 : 1)

Kabin15 : 1) 04-)

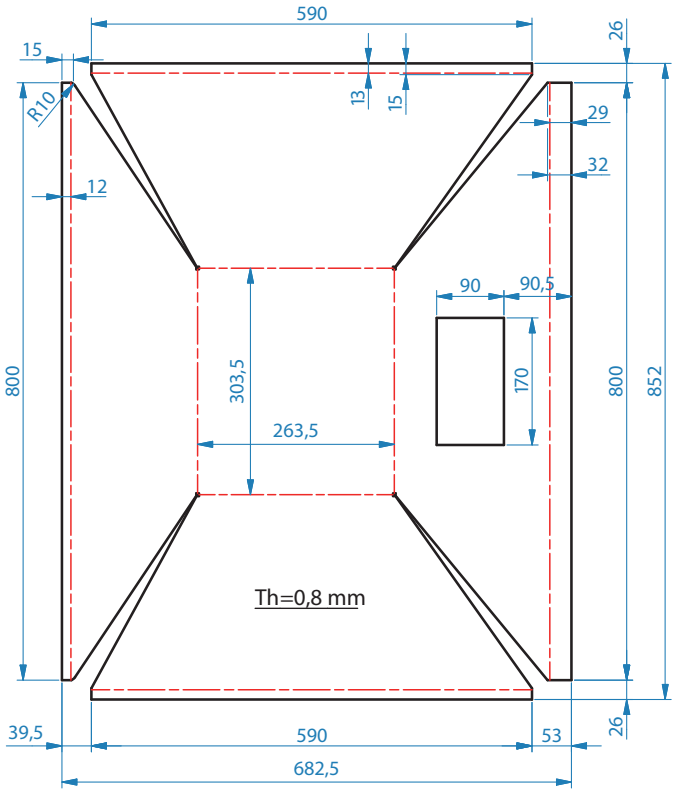


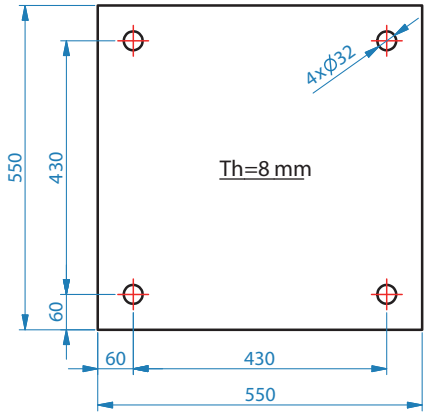
Kabin10 : 1) 06-)



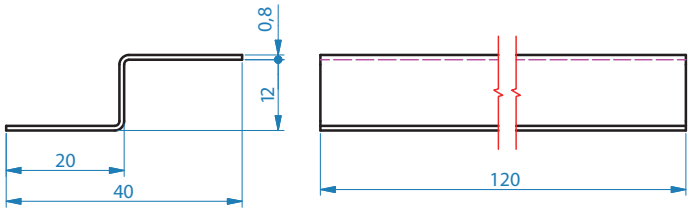


D (10 : 1)

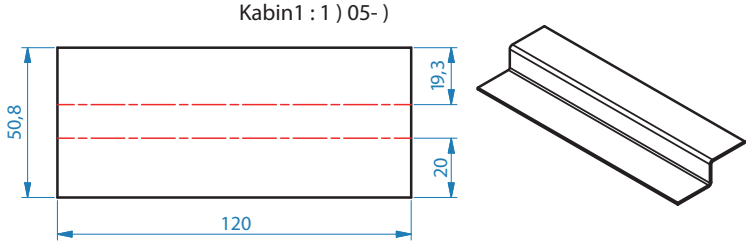


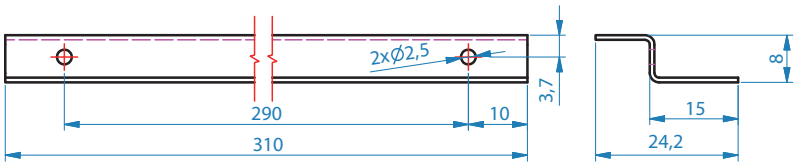


Kabin10 : 1) 01-)

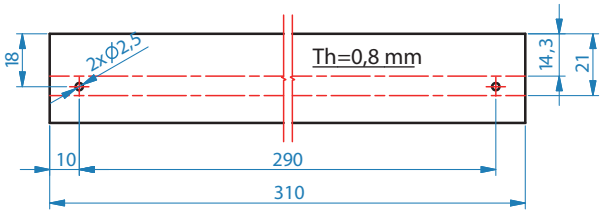


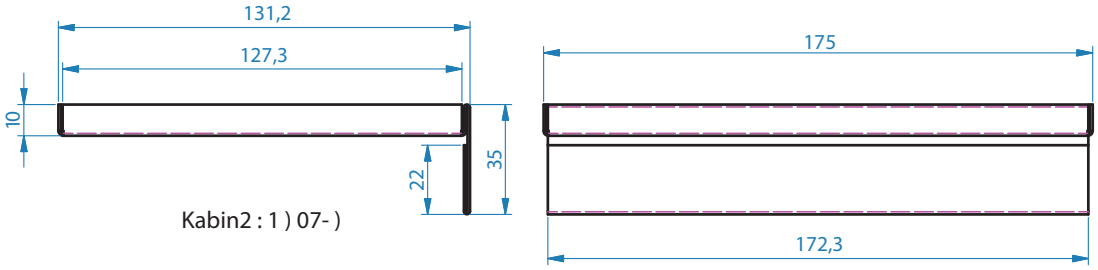
Kabin1 : 1) 05-)



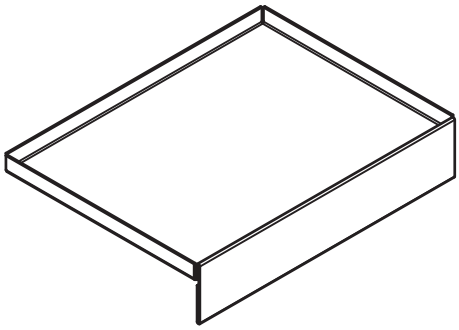


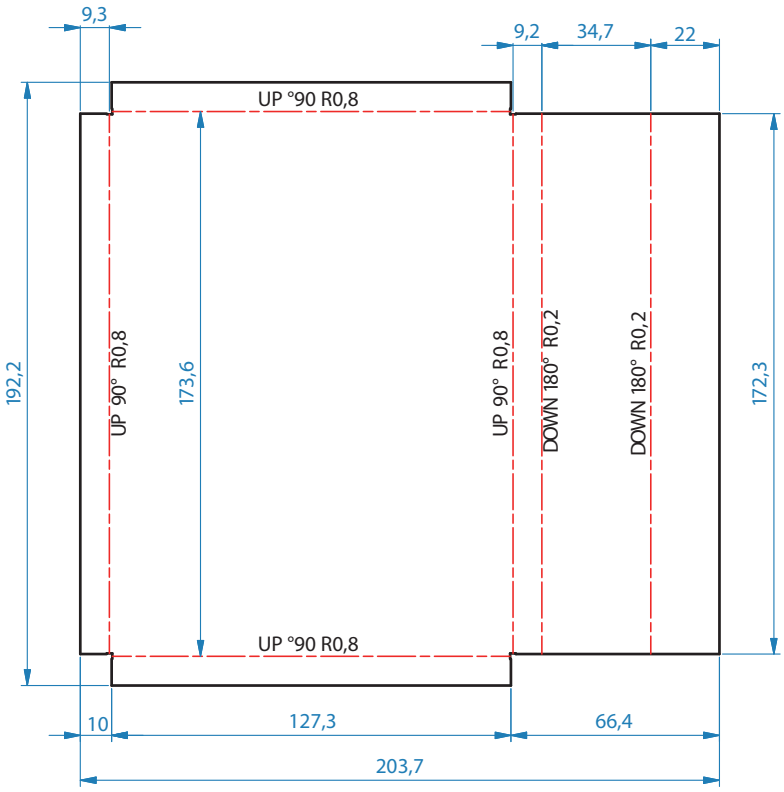
Kabin1 : 1) 08-)

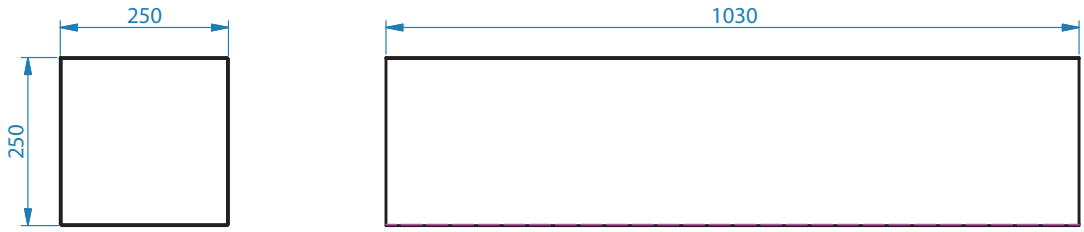



131,2
127,3
10
22
35
175
172,3

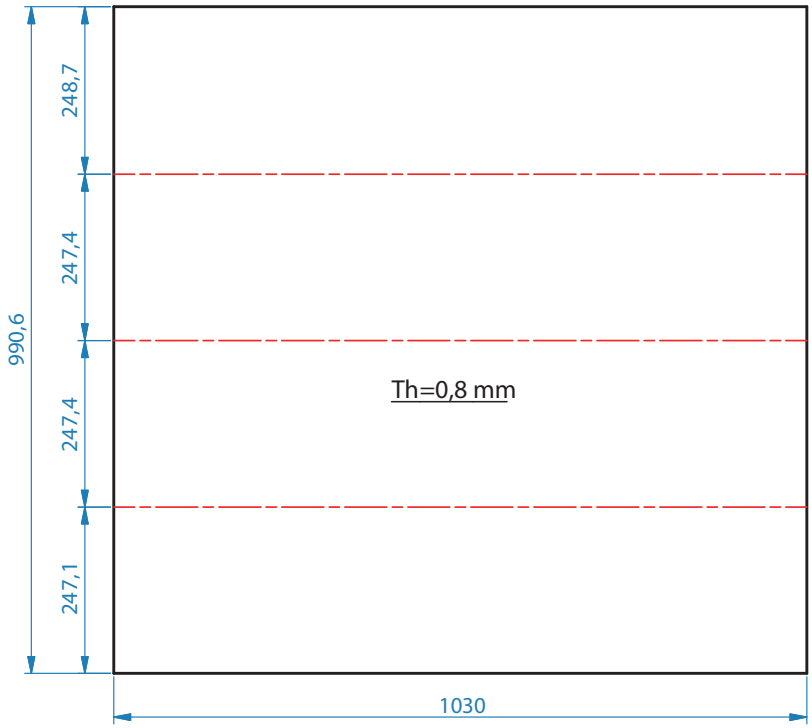
Kabin2 : 1) 07-)




9,3
9,2
34,7
22
UP °90 R0,8
UP 90° R0,8
173,6
UP 90° R0,8
DOWN 180° R0,2
DOWN 180° R0,2
192,2
172,3
UP °90 R0,8
10
127,3
66,4
203,7



Kabin10 : 1) 03-)



نکته‌ایمنی

دقت کنید سیم اتصال به زمین (ارت) دستگاه وصل باشد (شکل ۱ـ۲۳).

- به هنرجویان در خصوص خطرات موجود در محل کار و استفاده از وسایل حفاظت فردی، آموزش‌های لازم داده شود.
- از باز کردن حفاظ نقاط خطرناک دستگاه به خصوص قسمتی از تیغه که عملیات برش را انجام می‌دهد خودداری کنید.



شکل ۱ـ۲۳ـ نمونه‌ای از سیم ارت در گیوتین

افرادی که در پشت دستگاه اقدام به چیدن ورق‌های بریده شده می‌نمایند باید از وسایل ایمنی خصوصاً کفش، دستکش و گوشی ایمنی استفاده نموده و کاملاً مراقب سقوط و برخورد ورق با دست باشند.

- از سالم بودن حفاظ پدال پایی و عملکرد آن مطمئن شوید.
- دستگاه می‌بایست در محلی قرار گیرد که اطراف دستگاه برای انجام کار و عبور و مرور و فعالیت‌های مختلف مناسب باشد.

ارزشیابی پایانی

برش‌کاری ورق با گیوتین

شرح کار:
ابتدا ورق را از مواد زائد سطحی عاری کرده و نقشه کار را روی آن پیاده می‌کنند و برش‌کاری یک ورق برابر نقشه با قیچی گیوتین را انجام می‌دهند. البته قبل از آن باید گیوتین را با توجه به ضخامت ورق انتخاب نمایند.

استاندارد عملکرد:
برش‌کاری ورق‌های متوسط و ضخیم فلزی توسط گیوتین‌های مکانیکی و هیدرولیکی برابر نقشه.

شاخص‌ها:
- چربی‌زدایی و زنگ‌زدایی برابر دستورالعمل
- کنترل ابعادی با توجه به دقت نقشه
- علامت‌گذاری و خط‌کشی برابر نقشه
- برش‌کاری برابر نقشه و بدون لبه و پلیسه وعیب
- انتخاب گیوتین با توجه به ضخامت ورق

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:
یک کارگاه استاندارد برش‌کاری ورق که چند نوع گیوتین در آن قرار داشته باشد. گیوتین هیدرولیکی، گیوتین مکانیکی، ابزار خط‌کشی، ابزار اندازه‌گیری **زمان:** یک ساعت

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی	۱	
۲	برش‌کاری ورق	۲	
۳	کنترل عملکرد	۱	
۴			
۵			
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: مسئولیت‌پذیری داوطلب شدن برای فعالیت‌های جدید و خاص، دستکش، لباس کار، دقت در پیاده کردن نقشه روی ورق			
میانگین نمرات			*

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

واحد یادگیری ۲

برش‌کاری با قیچی نیبلر

دراین واحد یادگیری با یکی دیگر از روش‌های برش‌کاری مکانیکی ورق های نازک آشنا می‌شوید از آن برای کارهای با حجم تولید پایین و یا تعمیراتی استفاده می‌شود هنرجو قادر خواهد بود که دستگاه نیبلر مورد نظر را انتخاب و تیغه آن را تعویض نماید و یک کار بدون نقص را با توجه به موارد ایمنی آن انجام دهد.

استاندارد عملکرد

برش‌کاری ورق‌های فلزی نازک با دستگاه نیبلردستی و ماشینی برابر نقشه.

قیچی ارتعاشی (نیبلر) دستی

این قیچی با انرژی الکتریکی یا با هوای فشرده کار می‌کند، دارای دو تیغه کوتاه است. تیغه پایینی ثابت و تیغه بالایی با سرعت حدود (۱۰۰۰ بار در دقیقه) بالا و پایین می‌رود. با این قیچی می‌توان ورق‌های نازک تا ضخامت ۲/۸ میلی‌متر را به صورت مستقیم و منحنی برید. شکل ۱ـ۲۴ـالف نیبلر با نیروی محرکه الکتریکی و شکل ۱ـ۲۴ـب نیبلر با نیروی محرکه هوای فشرده را نشان می‌دهد.



الف) نیبلر با نیروی محرکه الکتریکی



ب) نیبلر با نیروی محرکه هوای فشرده (پنوماتیکی)

شکل ۱ـ۲۴

کار کلاسی

با توجه به جدول ۱ـ۱۰ تفاوت قیچی نیبلر و قیچی دستی را برای پارامترهای جدول زیر تکمیل نمایید.

جدول ۱ـ۱۰ـ تفاوت قیچی نیبلر و قیچی دستی

پارامتر / نوع قیچی	نیبلر	دستی
مهارت اپراتور		
مقرون به صرفه بودن		
کیفیت برش		
نگه‌داری و تعمیر		

قیچی نیبلر رومیزی

این قیچی با انرژی الکتریکی کار می‌کند و برخلاف قیچی‌های نوع دستی، تیغه بالایی ثابت و تیغه پایینی آن متحرک می‌باشد. طول تیغه این قیچی‌ها بین ۳۰ تا ۵۰ میلی‌متر است. مطابق شکل ۱ـ۲۵ با این قیچی می‌توان ورق‌های به ضخامت ۲ تا ۴/۵ میلی‌متر را برش‌کاری کرد و کاربرد آن بیشتر برای برش فرم‌های شعاعی می‌باشد.



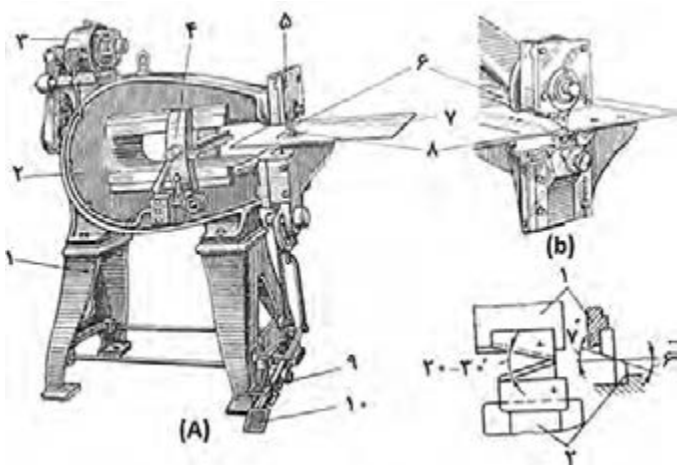
شکل ۱ـ۲۵ـ نیبلر رومیزی

قیچی نیبلر ستونی

این نوع قیچی دارای دو تیغه کوتاه به طول ۲۰ تا ۳۰ میلی‌متر بوده و به صورت شمش‌های کوچک فولادی با سطح مقطع مستطیلی به ابعاد ۲۵×۱۵ میلی‌متر هستند. تیغه پایینی ثابت و تیغه بالایی آن دارای حرکت خطی عمودی است که می‌تواند روی خطوط مستقیم و منحنی‌های مسدود به راحتی کار کند. با این ماشین می‌توان منحنی‌های از شعاع ۱۵ تا ۲۵۰۰ میلی‌متر را برش‌کاری نمود.

در جدول ۱ـ۱۱ برخی از اجزای تشکیل‌دهنده دستگاه نیبلر ستونی را نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ۱۱ـ برخی از بخش‌های تشکیل‌دهنده دستگاه نیبلر ستونی

شماره	نام	تصویر
۱	پایه	
۲	بدنه	
۳	موتور الکتریکی	
۴	وسیله نگه دارنده	
۵	قسمت بالایی دستگاه	
۶	تیغه بالایی	
۷	میز ماشین	
۸	تیغه پایینی	
۹	پدال متوقف‌کننده	
۱۰	پدال راه‌انداز	

انتخاب قیچی نیبلر با توجه به جنس و ضخامت ورق

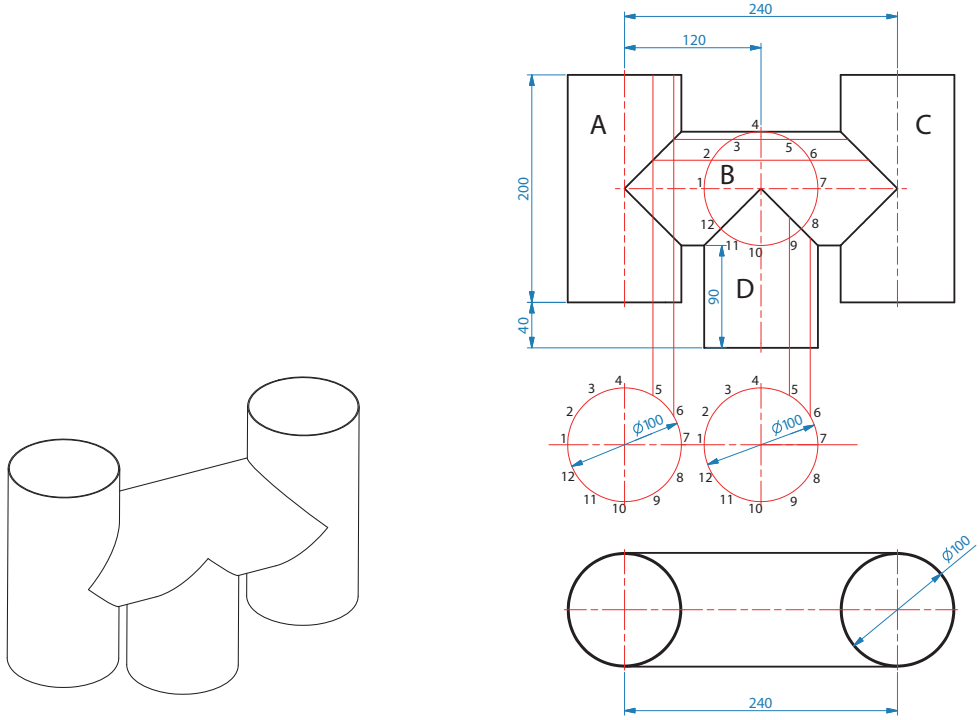
قیچی‌های نیبلر به فرم‌ها و اندازه‌های مختلف از نظر توان برش ساخته می‌شوند و بر اساس ضخامت و جنس ورق انتخاب می‌شوند. جدول ۱ـ۱۲ توان برش قیچی را مشخص می‌نماید.

جدول ۱ـ۱۲ـ توان برش قیچی

ردیف	نوع فلز	مقاومت فلز برحسب N/m^2	حداکثر ضخامت برش به میلی‌متر
۱	فولاد ساختمانی	۴۰۰	۲/۷
۲	فولاد آلیاژی	۶۰۰	۲/۲
۳	فولاد زنگ‌نزن	۵۵۰	۱/۶
۴	فلزات غیرآهنی (آلومینیم و غیره)	۲۵۰	۳/۵

نقشه‌خوانی

به نقشه زیر به دقت نگاه کنید آیا نقشه مورد نظر را تجسم نمودید؟ آیا ابعاد اولیه قطعات را پیدا کردید و طریقه اندازه‌گذاری و خط‌کشی آن را حدس زدید؟ محل برش و محل اتصال آن چگونه تعیین می‌شود؟ شکل ۱ـ۲۶ نقشه کلاهک را نشان می‌دهد.



شکل ۱ـ۲۶ـ کلاهک دودکش

فکرکنید

به کمک هنرآموز خود، ابعاد اولیه، روش اندازه‌گذاری و خط‌کشی، محل برش و دیگر مراحل ساخت را از نقشه کلاهک دودکش استخراج و به کمک آن جدول ۱ـ۱۳ را تکمیل کنید.

جدول ۱ـ۱۳ـ تکمیل مشخصات نقشه

ردیف	شماره نقشه	نام قطعه ابعاد اولیه	مقیاس	استاندارد نقشه‌کشی
۱		A		
۲		B		
۳		C		
۴		D		

ورق فلزی را با توجه به نقشه استاندارد اندازه‌گذاری و خط‌کشی نمایید.

نکته

اولین و مهم‌ترین مراحل اجرایی یک قطعه پیاده‌سازی نقشه بر روی ورق فلزی می‌باشد. در این مرحله شما با دقت و مهارت کافی شکل، ابعاد و اندازه موجود در نقشه را بر روی ورق فلزی اجرا نمایید.

کارکارگاهی

اندازه‌گذاری و خط‌کشی ورق فلزی برای ساخت کانال سه‌راهه

دستور کار

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای اندازه‌گذاری و خط‌کشی روی ورق فلزی شامل دستکش چرمی، کفش ایمنی و لباس کار مناسب را تهیه نموده سپس عمل فوق را انجام دهید.

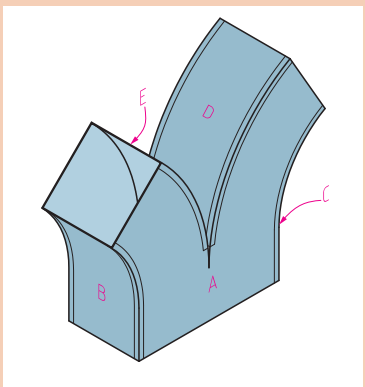
۱ **تجهیزات فنی:** قیچی نیبلر و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

۲ **مواد مورد نیاز:** ورق فولادی، سوزن خط‌کش، خط‌کش‌فلزی ۱متری و ۳۰سانتی‌متری، گونیا فلزی، متر فلزی، پرگارفلزی، پیستوله، میز ورق‌کاری، قالب فرنگی پیچ، قالب تنه و چکش پلاستیکی

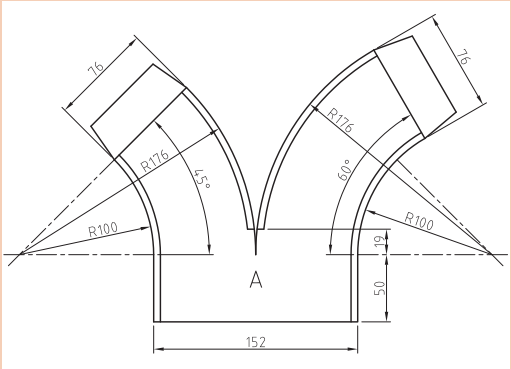
۳ **نوع کار عملی:** اندازه‌گذاری و خط‌کشی ورق فولادی برای ساخت کانال سه راهه. شکل ۱ـ۲۷ کانال سه راهه را نشان می‌دهد.

۴ **فرایند کار عملی:**

مرحله اول: روی ورق فلزی با مقیاس ۱:۱ مطابق نقشه ۱ـ۲ به ابعاد اولیه A، B، C و D خط‌کشی نموده و با قیچی نیبلر برش‌کاری نمایید.



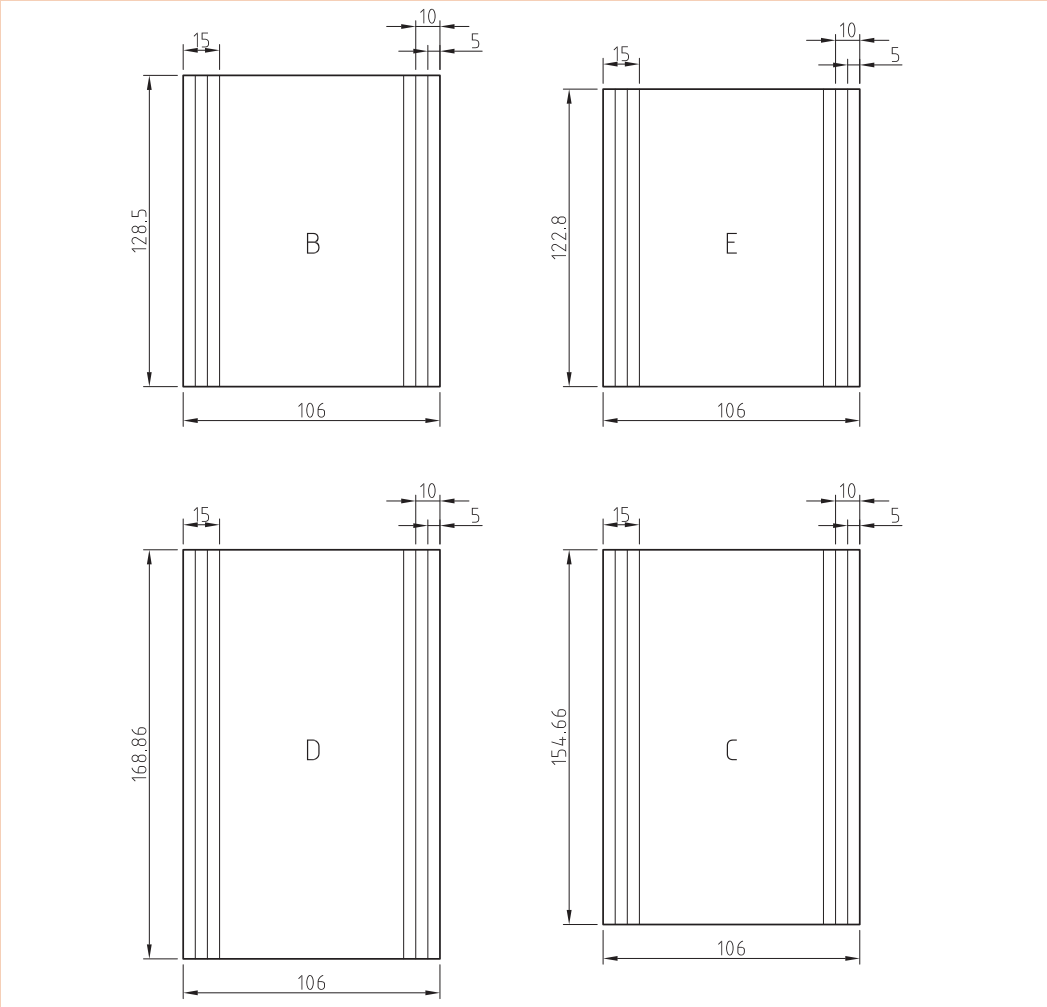
شکل ۱ـ۲۷ـ کانال سه راهه



مرحله دوم: روی ورق فلزی مطابق نقشه‌های ۱ـ۲ (A) که تعداد آن دو عدد می‌باشد، توسط پرگار فلزی و خط‌کش فلزی اندازه‌گذاری و خط‌کشی نمایید. لازم به ذکر است برای اتصال فرنگی پیچ به لبه قطعه کار به اندازه (l_۲e) اضافه نمایید.

مرحله سوم: برای اتصال فرنگی پیچ کانال، لبه قطعات B، C و D را به هر طرف به اندازه (۳l_۶e) اندازه‌گذاری و خط‌کشی نمایید.

توجه: لازم به ذکر است برای اتصال فرنگی پیچ ضخامت ورق ۰/۵ و عرض قالب فرنگی پیچ ۶ میلی‌متر در نظر گرفته شود.



نقشه ۱ـ۲ـ گسترده قطعات

نکته‌ایمنی

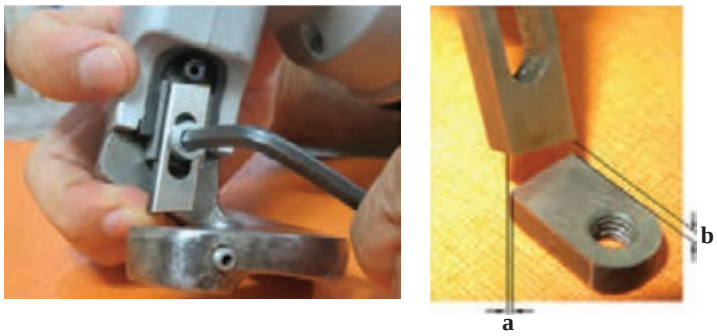


- هنگام حمل ورق فولادی بر روی میز ورق‌کاری از دستکش چرمی استفاده نمایید و از برخورد لبه تیز ورق به خودتان و اطرافیان مراقبت کنید. مراقب باشید لبه تیز آن به دوستانتان برخورد نکند.
- هرگز سوزن خط‌کش و پرگار فلزی را در جیب لباس کارتان قرار ندهید.

پس از پایان کار محدوده‌ای که مشغول به کار بودید را نظافت کنید. وسایل و تجهیزات را به انباردار محترم تحویل دهید.

روش نصب تیغه

تیغه‌ها بایستی با زاویه مناسبی به کمک شابلون مخصوص که غالباً همراه قیچی است تیز شوند. با توجه به شکل ۱ـ۲۸ تیغه بالایی مطابق شکل به بالاترین موقعیت خود (بالاترین موقعیت ساکن) که فاصله عمودی بین دو تیغه b = ۰/۴ میلی‌متر است، محکم می‌شود. تیغه پایینی را با فاصله افقی که متناسب با ضخامت ورق از رابطه a = ۰/۲×t به دست می‌آید، با تیغه بالایی تنظیم نموده و پیچ آن محکم می‌گردد.



شکل ۱ـ۲۸ـ تنظیم فاصله افقی و عمودی تیغه‌ها

کارگاهی



برای برش‌کاری ورقی به ضخامت ۰/۵ میلی‌متر فاصله افقی بین تیغه‌ها چند میلی‌متر تعیین می‌شود؟ تیغه نیبلر را نصب نمایید.

دستور کار

۱ **تجهیزات فنی:** نیبلر دستی

۲ **مواد مورد نیاز:** مجموعه آچار آلن، تیغه بالایی، تیغه پایینی پیچ تنظیم پایینی و بالایی، زاویه‌سنج و میزکار

۳ **نوع کار عملی:** نصب تیغه نیبلر مطابق شکل ۱ـ۲۹

مرحله اول: تیغه پایینی را در فرورفتگی پایه برش قرار دهید و با پیچ تنظیم پایینی، فاصله افقی آن را براساس رابطه بالا تنظیم کنید سپس پیچ پایینی را به آرامی سفت نمایید.



شکل ۱ـ۲۹ـ مراحل نصب تیغه

مرحله دوم: تیغه بالایی در شیار نشان داده شده قرار دهید و پس از تنظیم فاصله عمودی با تیغه پایینی، توسط پیچ بالایی، با آچار آلن سفت نمایید.

نکته ایمنی

- در حین نصب تیغه برق نیبلر کاملاً قطع گردد.
- مواظب باشید تیزی تیغه به دستتان آسیب نزند.

پس از پایان کار نظافت را انجام دهید و وسایلی که از انبار تحویل گرفتید به انباردار محترم تحویل دهید.

راه‌اندازی دستگاه نیبلر

قیچی نیبلر دستی که با برق ۲۲۰ ولت (شهری) کار می‌کند، مطابق شکل ۱ـ۳۰ موتور دستگاه توسط کلید روشن شده و پس از قرار گرفتن تیغه‌های قیچی در محل برش، عمل برش‌کاری انجام می‌گیرد.



شکل ۱ـ۳۰ـ راه‌اندازی قیچی نیبلر

روش‌های برش‌کاری با نیبلر

روش برش‌کاری با نوع دستی

مطابق شکل ۱ـ۳۱ در این روش، قیچی را با دست راست و ورق را با دست چپ نگه‌داشته سپس دستگاه را روشن نماید. در طول کار باید قیچی در حالت عمودی قرار گرفته و هیچ‌گونه تمایلی به طرفین نداشته باشد همین‌طور قسمت جلویی قیچی به اندازه ۱۰ تا ۱۵ درجه بالا نگه‌داشته شود تا قدرت عمل تیغه‌ها زیادتر گردد. لازم به ذکر است در هنگام برش بایستی قسمت‌های بریده شده به سمت پایین خم شود.



شکل ۱ـ۳۱ـ روش برش‌کاری با نیبلر دستی

اندازه‌گذاری، خط‌کشی و برش‌کاری با قیچی نیبلر برای ساخت کلاهک دودکش

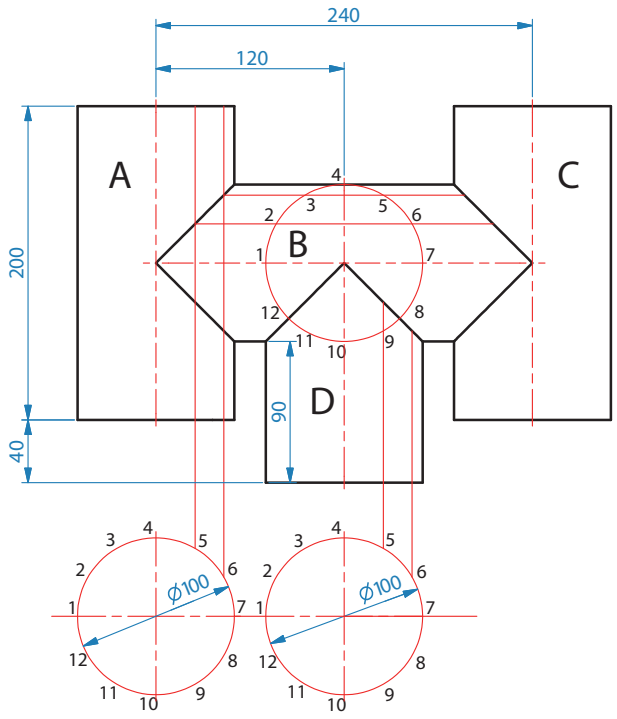
دستور کار

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای اندازه‌گذاری و خط‌کشی روی ورق فلزی شامل دستکش، کفش ایمنی و لباس کار را تهیه نموده سپس عمل فوق را انجام دهید.

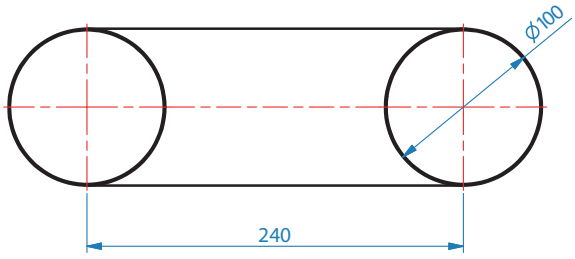
۱ **تجهیزات فنی:** قیچی نیبلر و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

۲ **مواد مورد نیاز:** ورق فولادی، سوزن خط‌کش، خط‌کش فلزی ۱ متری و ۳۰ سانتی‌متری، گونیا فلزی، متر فلزی، پرگار فلزی، پیستوله و میز ورق کاری

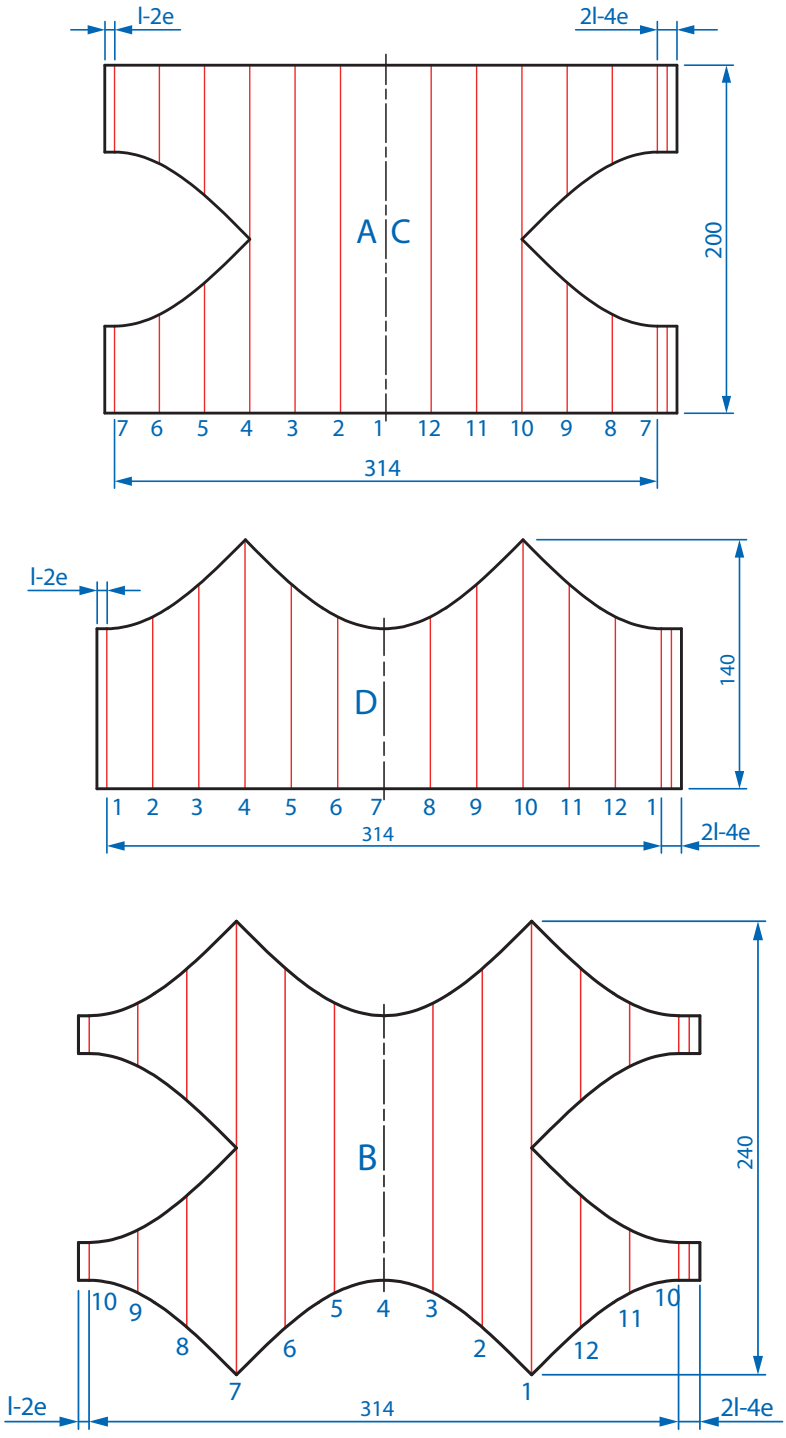
۳ **نوع کار عملی:** یک ورق فولادی را مطابق شکل ۱ـ۳۲ اندازه‌گذاری، خط‌کشی و با قیچی نیبلر برش‌کاری کنید. نقشه ۱ـ۳ نقشه کلاهک دودکش را نشان می‌دهد.



شکل ۱ـ۳۲



نقشه ۱ـ۳ـ نمای روبه‌روی کلاهک دودکش



نقشه ۱ـ۴ـ گسترده قطعات

۴ فرایند کار عملی

مرحله اول: روی ورق فلزی با مقیاس ۱:۱ مطابق نقشه ۱ـ۴ به ابعاد اولیه A، B، C و D خط‌کشی نموده و با قیچی گیوتین برش‌کاری نمایید.

مرحله دوم: طول قطعات را به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم کنید و یال‌های آنها را روی ورق رسم نمایید. سپس مطابق نقشه، اندازه‌های کمان را با پرگار فلزی بر روی یال‌ها انتقال دهید و نقاط به‌وجود آمده را با پیستوله به هم وصل نمایید. شکل ۱ـ۳۳ و ۱ـ۳۴ رسم خطوط منحنی را نشان می‌دهد.



شکل ۱ـ۳۳ـ خط‌کشی ورق فلزی با خط‌کش فلزی



شکل ۱ـ۳۴ـ خط‌کشی ورق فلزی با پیستوله

نکته: برای اتصال فرنگی پیچ ضخامت ورق ۰/۵ و عرض قالب فرنگی پیچ ۶ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

مرحله سوم: با توجه به شکل ۱ـ۳۵ برای برش‌کاری قطعات خط‌کشی شده ابتدا با روشن نمودن کلید دستگاه، تیغه قیچی را در محل برش قرار دهید سپس با محکم نگه‌داشتن لبه ورق، دسته قیچی را روی خط برش به سمت جلو حرکت دهید تا عمل برش انجام گیرد.



شکل ۱ـ۳۵ـ برش‌کاری با قیچی نیبلر

نکته‌ایمنی

برای جلوگیری از فرسوده شدن تیغه‌ها بهتر است قبل از شروع به کار، لبه‌های برنده آنها روغن کاری شود. شیلنگ هوای فشرده را با بست مخصوص به قیچی ارتعاشی پنوماتیکی محکم کنید تا از خارج شدن آن جلوگیری شود.

پس از پایان کار دستگاه را خاموش کنید و محدوده‌ای که مشغول به کار بودید را نظافت کنید. ورق‌های دورریز را در جای مناسب جمع‌آوری نمایید و وسایلی که از انبار تحویل گرفتید به انباردار محترم تحویل دهید.

کارکارگاهی

خط‌کشی و برش‌کاری با نیبلر دستی برای ساخت پیمانه لیتری

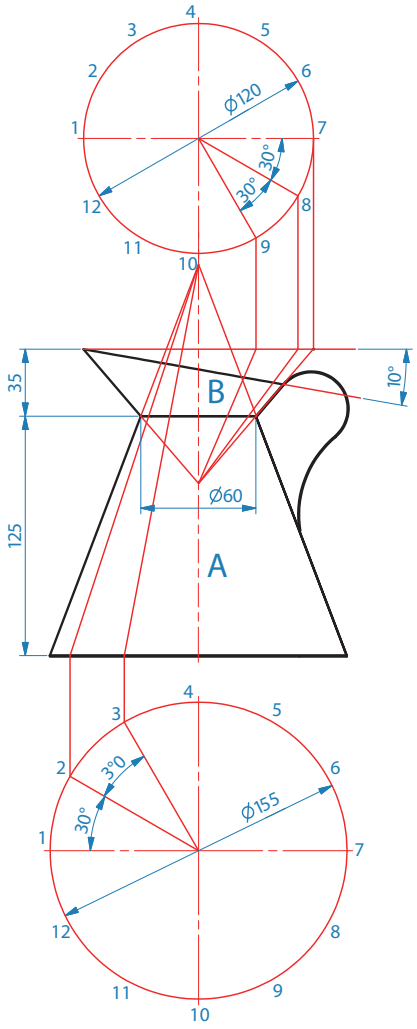
دستور کار

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای برش‌کاری با نیبلر دستی که شامل دستکش، لباس‌کار مناسب و کفش ایمنی است را تهیه نموده سپس کار فوق را انجام دهید:

۱ **تجهیزات فنی:** قیچی نیبلر دستی آماده و تنظیم شده همراه حفاظت ایمنی مناسب

۲ **مواد و وسایل مورد نیاز:** ورق فولادی، سوزن خط‌کش، خط‌کش فلزی، گونیای فلزی و میز ورق‌کاری

۳ **نوع کار عملی:** خط‌کشی و برش‌کاری با قیچی نیبلر برای ساخت پیمانه لیتری مطابق شکل ۱ـ۳۶.



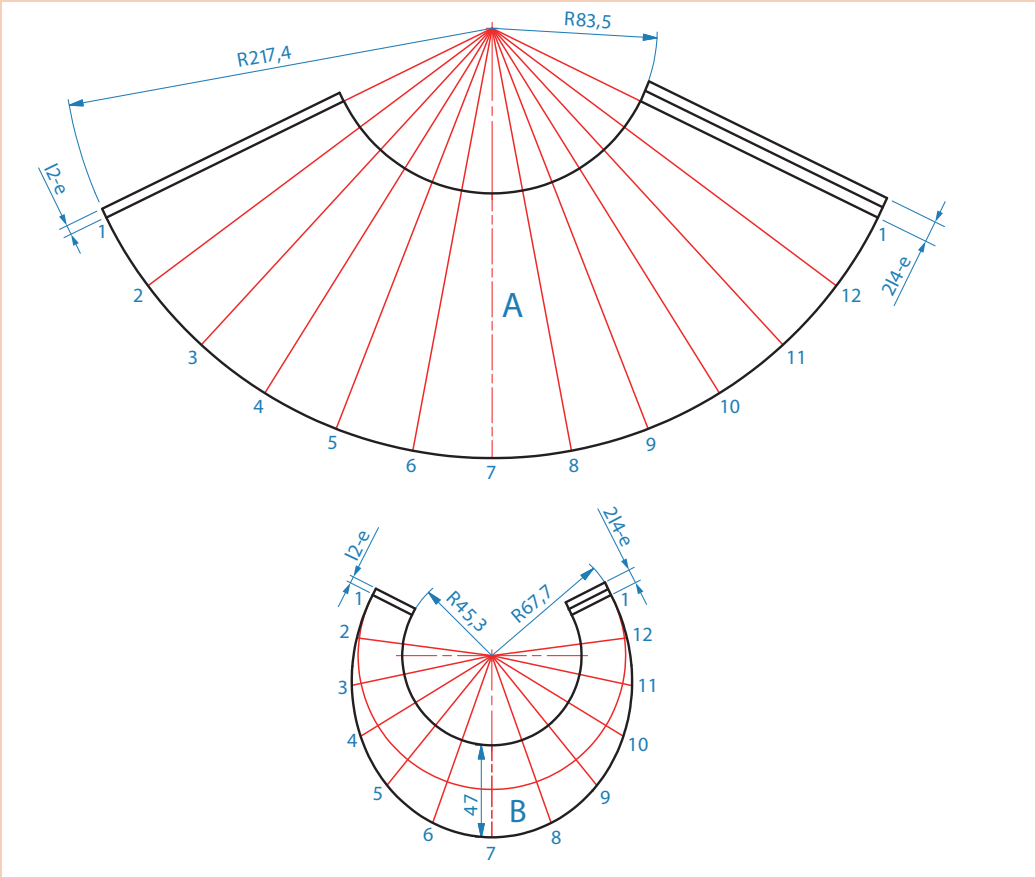
شکل ۱ـ۳۶ـ پیمانه لیتری

۴ فرایند کار عملی:

مرحله اول: روی ورق گالوانیزه دو قطعه به ابعاد اولیه ۰/۵×۲۴۰×۴۹۰ و ۰/۵×۹۵×۲۹۰ اندازه‌گذاری و خط‌کشی نموده و با قیچی نیبلر برش‌کاری نمایید.

مرحله دوم: مطابق نقشه ۱ـ۵ گسترده قطعات A و B را روی ورق فلزی اندازه‌گذاری و خط‌کشی نمایید.

شکل ۱ـ۳۷ اندازه‌گذاری و خط‌کشی با خط‌کش و پرگار فلزی را نشان می‌دهد.

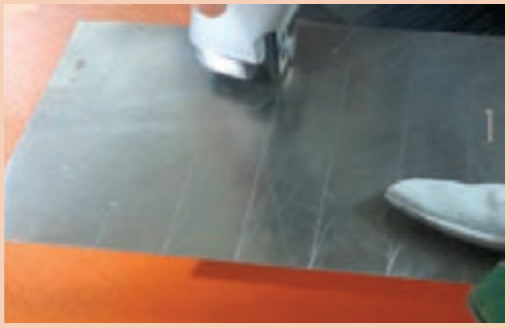


نقشه ۱ـ۵ـ گسترده پیمانه لیتر



شکل ۱ـ۳۷ـ خط‌کش ورق فلزی با خط‌کش و پرگار فلزی

مرحله سوم: برای برش‌کاری ورق فلزی با نیبلر دستی پس از روشن نمودن کلید دستگاه، تیغه قیچی را در محل برش قرار دهید. با دست چپ لبه ورق را محکم نگهدارید و دسته قیچی را به سمت جلو حرکت دهید تا عمل برش انجام گیرد. مطابق شکل ۱ـ۳۸ـالف برش‌کاری مستقیم و شکل ۱ـ۳۸ـب برش‌کاری منحنی را نشان می‌دهد.



الف) برش‌کاری مستقیم با نیبلر



ب) برش‌کاری منحنی با نیبلر

شکل ۱ـ۳۸ـ برش‌کاری مستقیم و منحنی

پس از پایان کار قیچی نیبلر را خاموش کنید و محدوده‌ای که مشغول به کار بودید را نظافت کنید. ورق‌های دور ریز را در جای مناسب جمع‌آوری نمایید.

نکته‌ایمنی

در هنگام برش‌کاری برای محافظت دست‌ها در مقابل لبه‌های تیز ورق از دستکش‌های چرمی استفاده شود. سیم برق قیچی نیبلر الکتریکی را با دقت کنترل نموده و هنگام کار مواظب باشید تماس لبه ورق با سیم موجب بریدگی سیم و برق‌گرفتگی نشود.

روش برش‌کاری قیچی رومیزی

قیچی روی میز کار محکم شده با روشن شدن دستگاه، نیروی دورانی الکتروموتور آن به وسیله یک بازوی خارج از مرکز به حرکت بیضوی شکل تغییر یافته و تیغه پایینی به صورت حرکت عمودی بالا و پایین نموده با عبور از کنار تیغه بالایی عمل برش را انجام می‌دهد.

روش برش‌کاری با نیبلر ستونی

روش کار به نحوی است که دستگاه با فشردن پدالی به کار می‌افتد و با فشردن مجدد آن متوقف می‌گردد. در این روش تیغه پایینی ثابت و تیغه بالایی با حرکت عمودی خود عمل برش ورق را انجام می‌دهد و به‌وسیله آن می‌توان قطعاتی را با اشکال مختلف در وسط ورق‌های فلزی بدون ایجاد سوراخ اولیه برش داد.

برشکاری قاب مستطیلی و دایره‌ای شکل ورق فلزی

دستور کار

ابتدا به تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای انجام کار فوق که شامل دستکش، کفش ایمنی، گوشی حفاظتی و لباس کار مجهز شده و سپس شروع به کار کنید.

۱ **تجهیزات فنی:** دستگاه نیبلر ستونی آماده به کار همراه حفاظ ایمنی مناسب

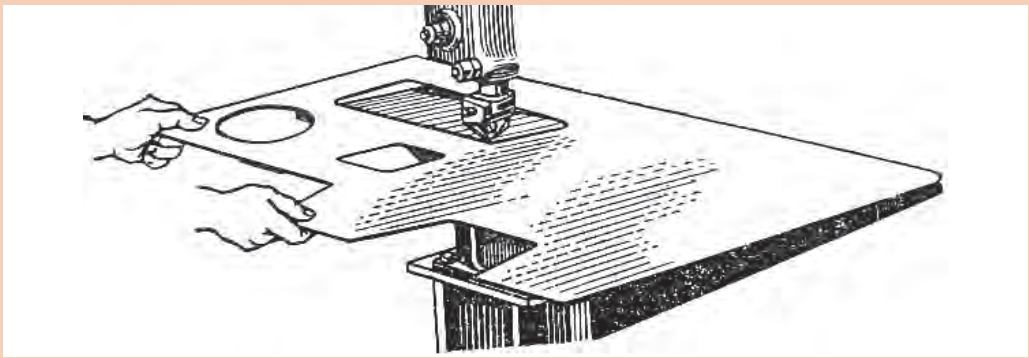
۲ **مواد مورد نیاز:** ورق فولادی مورد نظر

۳ **نوع کار عملی:** برشکاری خطوط مستقیم و منحنی مسدود.

مراحل انجام کار

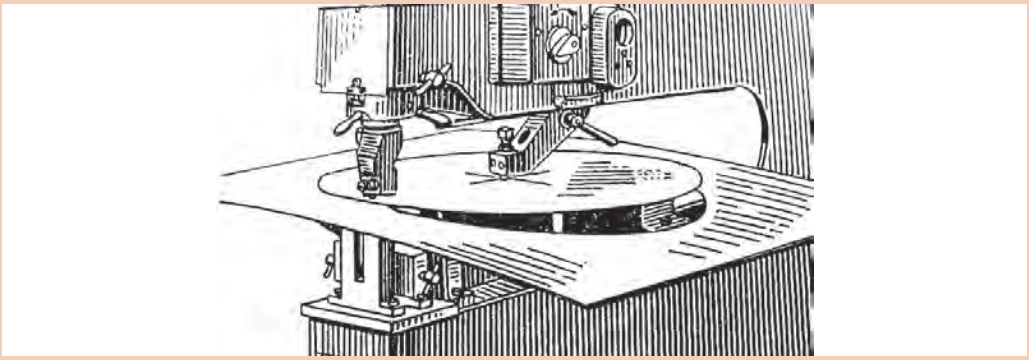
مرحله اول: شکل ۱ـ۳۹ چگونگی برش یک قاب مستطیلی شکل را نشان می‌دهد بدین ترتیب که ورق مورد نظر را با هر دو دست بگیرید و در حالت افقی طوری آن را هدایت کنید که لبه تیغه بالایی همواره بر خط برش منطبق باشد. با فشردن پدال، دستگاه را روشن کنید و با حرکت دادن ورق در امتداد برش، عمل برشکاری را انجام دهید.

در این شکل چه نکته ایمنی رعایت نشده است؟



شکل ۱ـ۳۹ـ برش‌کاری مستقیم

مرحله دوم: شکل ۱ـ۴۰ روش برشکاری یک دایره را نشان می‌دهد، در این روش بر خلاف مرحله قبل، دستگاه مجهز به گیره مخصوصی است که در هنگام برش مرکز کار (دایره) را ثابت نگه داشته که موجب آسان نمودن دوران قطعه کار و دقت عمل، در برش دایره‌ای شکل می‌شود.



شکل ۱ـ۴۰ـ برش‌کاری دایره‌ای شکل

نکته ایمنی

- در هنگام برش‌کاری، اطراف دستگاه به جز اپراتور کاملاً خلوت باشد.
- در موقع تنظیم و نصب تیغه‌ها برق دستگاه قطع باشد.
- در موقع حمل ورق برای برش‌کاری، مواظب باشید لبه تیز ورق به اطرافیان برخورد نکند.
- در حین انجام کار حتماً از دستکش استفاده نمایید.

پس از پایان کار دستگاه را خاموش کنید و محدوده‌ای که مشغول به کار بودید را نظافت کنید. ورق‌های دور ریز را در جای مناسب جمع‌آوری نمایید و وسایلی که از انبار تحویل گرفتید به انباردار تحویل دهید.

پژوهش

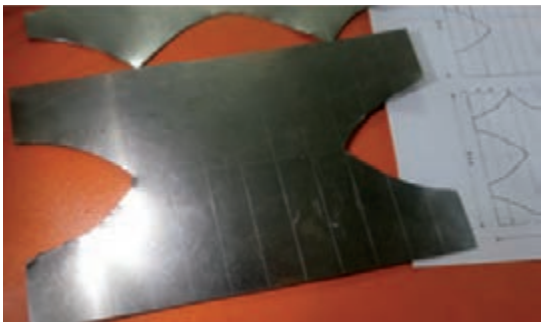
هنرجوی گرامی، با بازدید علمی در مراکز صنعتی بررسی کنید، کدام مصنوعات فلزی را می‌توان با دستگاه نیبلر ستونی برش‌کاری نمود.

پرسش کلاسی

آیا امروزه دستگاه‌های برش‌کاری دیگری وجود دارد که جایگزین دستگاه نیبلر ستونی شود تا کیفیت و سرعت بخشی بالاتری داشته باشد؟

برش نهایی را از لحاظ پلیسه کنترل و پلیسه‌گیری نمایید.

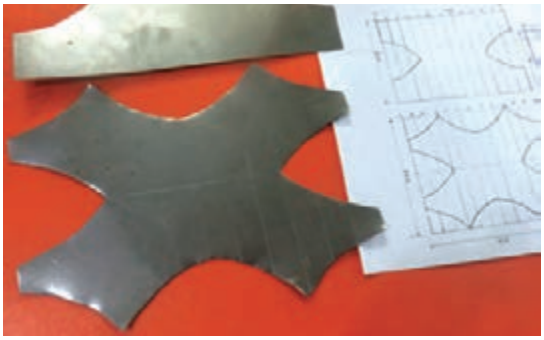
چنانچه تنظیم فاصله بین تیغه‌ها صحیح نبوده و اصول تیز کردن تیغه‌ها رعایت نشود، باعث ایجاد چروک و پلیسه در لبه ورق خواهد شد. مطابق شکل ۱ـ۴۱ به همین دلیل پس از پایان برش‌کاری، خطوط برش بایستی کنترل شود تا اگر چنین عیبی وجود داشت، مرتفع گردد.



شکل ۱ـ۴۱ـ پلیسه‌های ایجاد شده در لبه‌های برش

برش نهایی را با نقشه تطبیق نمایید.

ابعاد و خطوط ورق برش خورده بایستی با اندازه‌ها و خط‌کشی‌های موجود در نقشه کاملاً مطابقت داشته باشد. شکل ۱ـ۴۲ بیانگر مطلب فوق می‌باشد.

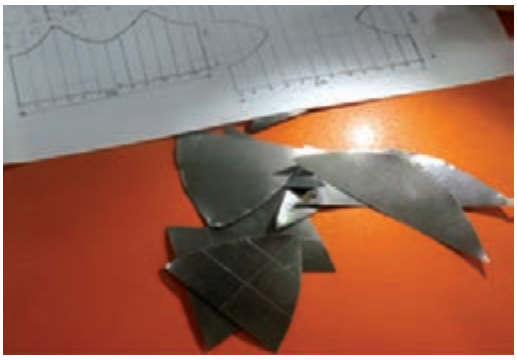


شکل ۱ـ۴۲ـ کنترل برش نهایی مطابق با نقشه

نکته

بازیافت مواد دورریز

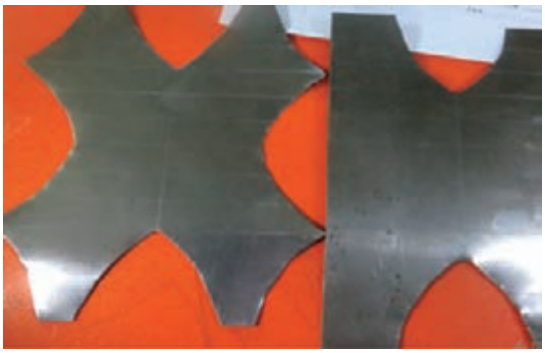
پس از انجام برش‌کاری، ممکن است برخی از قسمت‌های برش خورده مورد استفاده قرار نگیرد و به عنوان دورریز شناخته شود.
در طراحی، محاسبات، و ساخت قطعات طوری عمل شود تا درصد دورریز به حداقل برسد. با این وجود برای قطعات دورریز محل مناسبی در نظر گرفته شود تا پس از اتمام مراحل کار بتوان آنها را بازیافت نمود. شکل ۱ـ۴۳ مواد دورریز را نشان می‌دهد.



شکل ۱ـ۴۳ـ بازیافت مواد

اطمینان از کیفیت کار انجام شده

پس از اینکه برش‌کاری روی قطعات انجام گرفت و اطمینان حاصل شد که هیچ عیبی در برش‌کاری ورق وجود ندارد، در مراحل ساخت یا مونتاژکاری قطعه کار، لبه‌های برش خورده کاملاً روی خط اتصال منطبق می‌شوند و با اطمینان از عدم فاصله یا اعوجاج بین آنها یک محصول با کیفیت عالی به دست خواهد آمد. شکل ۱ـ۴۴ بیانگر مطالب فوق می‌باشد.



شکل ۱ـ۴۴ـ کیفیت کار انجام شده

ارزشیابی پایانی

برش‌کاری با دستگاه نیبلر

شرح کار

پس از دریافت نقشه، نقشه کار را روی یک ورق تمیزکاری شده پیاده کنید و با توجه به نوع و جنس ورق و ضخامت آن قیچی و تیغه نیبلر مورد نظر را انتخاب و برش‌کاری را بدون پلیسه و برابر نقشه انجام دهد.

استاندارد عملکرد:

برش ورق‌های فلزی نازک با دستگاه نیبلر ماشینی و دستی برابر نقشه و رعایت الزامات فنی

شاخص‌ها:

- زنگ‌زدایی وچربی‌زدایی سطح قطعه برابر دستور العمل
- انتخاب دستگاه بر اساس ضخامت ورق
- انتخاب تیغه بر اساس ضخامت ورق وجنس قطعه
- خط‌کشی برابر نقشه
- برش‌کاری برابر نقشه وبدون عیب و پلیسه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات

یک کارگاه استاندارد برش‌کاری ورق

شرایط: دستگاه نیبلر، ابزارعلامت‌گذاری و خط‌کشی روی ورق - ابزارهای ایمنی، حلال‌ها ، پاک‌کننده

زمان: ۳۰ دقیقه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی	۲	
۲	راه‌اندازی دستگاه	۱	
۳	برش‌کاری	۲	
۴	کنترل نهایی	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: مسئولیت‌پذیری و اطمینان از کیفیت‌کار انجام‌شده ـ دستکش، لباس‌کار، دقت در پیاده‌کردن نقشه‌روی ورق			
میانگین نمرات			*

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

پودمان ۲

شکل‌دهی ورق



در ساخت مصنوعات فلزی مختلف مبحث شکل‌دهی ورق و تغییر فرم آن مسئله بسیار مهم و حائز اهمیتی است. در میان روش‌های مختلف فرم‌دهی، رول‌کاری از نظر کاربرد و تنوع محصولات تولیدی بخش عمده‌ای از بازار را به خود اختصاص داده است که در صنایع مختلف نظیر مخزن‌سازی، صنایع غذایی، هوافضا و حمل‌ونقل کاربرد فراوان دارد.

واحد یادگیری ۳
رول‌کاری ورق

آیا تا به حال پی برده‌اید؟

چگونه ورق‌های نازک را با ابزار دستی می‌توان رول نمود؟
دستگاه‌های رول چه مکانیزمی دارد؟
برای اینکه ابتدا و انتهای رول کامل شود چه تدبیری می‌اندیشید؟
چگونه می‌توان مخروط ناقص را با نورد شکل داد؟
راه مقابله با برگشت رول در ورق‌های ضخیم چیست؟

استاندارد عملکرد

رول‌کاری ورق‌های فلزی با استفاده از ابزار دستی و ماشینی با توجه به نقشه و رعایت الزامات فنی.

رول‌کاری در صنعت

به شکل ۲ـ۱ نگاه کنید:
به نظر شما فرایند شکل‌دهی آنها چه بوده است؟

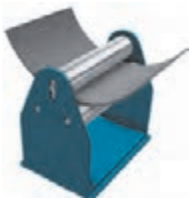


شکل ۲ـ۱ـ برخی از سازه‌ها که با استفاده از رول‌کاری تولید می‌شوند: الف) بدنه کشتی، ب) و د) مخازن و ج) فضاپیما

رول‌کاری

به عمل منحنی کردن ورق‌ها به شکل استوانه یا مخروط رول‌کاری گویند.
جدول ۲ـ۱ برخی از منحنی‌های ایجاد شده توسط رول‌کاری و کاربردشان را نشان می‌دهد.

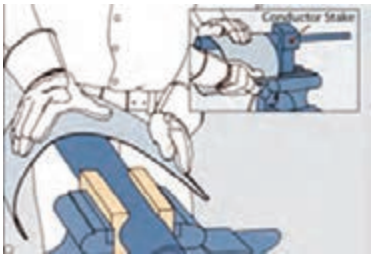
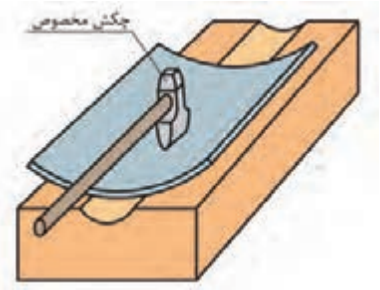
جدول ۲ـ۱ـ انواع منحنی‌های قابل تولید به وسیله رول‌کاری و کاربرد آنها

ردیف	انواع منحنی	تصویر	کاربرد
۱	**باز**		پوسته مخازن بزرگ بدنه کشتی‌ها و قایق‌ها، پل‌ها و...
۲	**بسته**		لوله‌ها و مخازن

روش‌های رول‌کاری

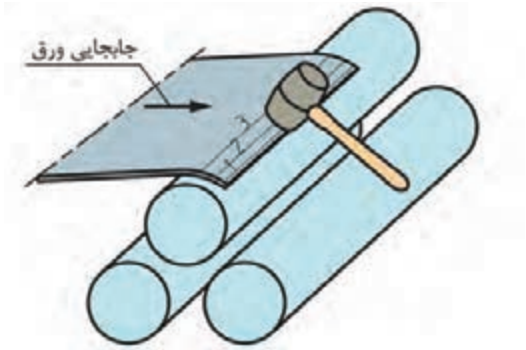
جدول ۲ـ۲ انواع روش‌های رول‌کاری ورق را نشان می‌دهد.

جدول ۲ـ۲ـ انواع روش‌های رول‌کاری

	نوع رول‌کاری	طرز عملکرد	تصویر
انواع رول‌کاری	دستی	اعمال نیروی دست	
		با استفاده از چکش مخصوص	
	ماشینی	ماشین‌های نورد	

رول‌کاری دستی

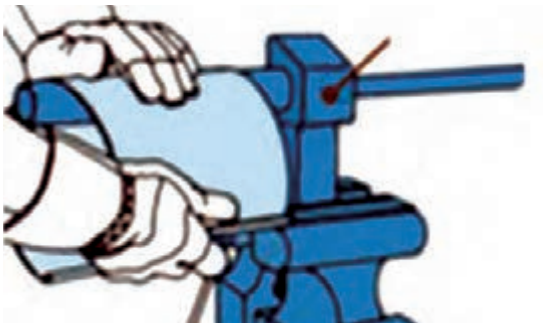
رول‌کاری با نیروی دست: این روش خیلی متداول نیست و تنها برای ورق‌های نازک فلزی و مصنوعات کوچک استفاده می‌شود. شکل ۲ـ۲ مراحل انجام رول‌کاری با نیروی دست را نشان می‌دهد.



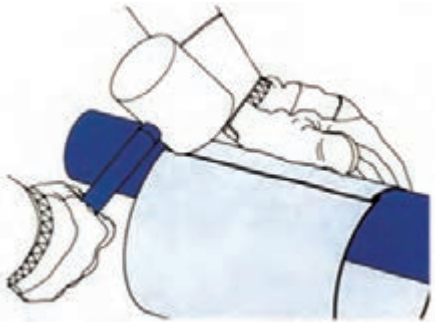
۱ انتخاب لوله و شمس به عنوان قالب با توجه به قطر رول مورد نیاز



۲ بستن قالب به گیره و قرار دادن ورق بر روی آن



۳ اعمال نیروهای متوالی با دست به منظور رول‌کاری آن



۴ پرداخت نهایی رول با استفاده از چکش چوبی و یا پلاستیکی

شکل ۲ـ۲ـ مراحل رول‌کاری با نیروی دست

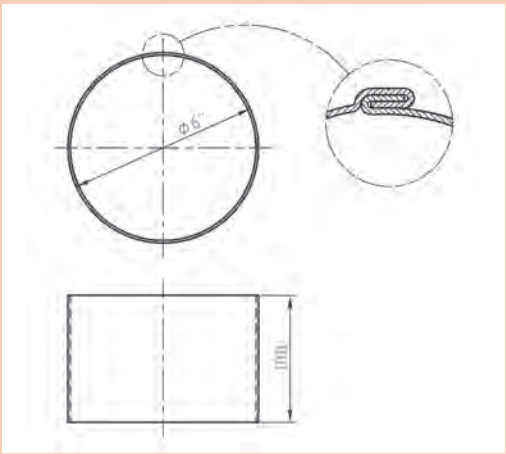
نکته

هنرجویان توجه داشته باشید که ممکن است با ماشین‌های پرس نیز عمل فرم‌دهی مانند شکل انجام شود. در این حال به آن فرم‌دهی با پرس گوییم نه رول‌کاری.

کارگاهی

رول‌کاری با نیروی دست

با استفاده از ورق ۰/۵ میلی‌متر نقشه ۲ـ۱ را اجرا نمایید.



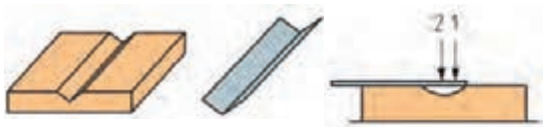
نقشه ۲ـ۱ـ استوانه

نکته‌ایمنی

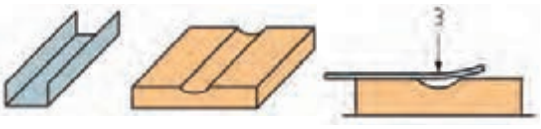
- استفاده از دستکش و وسایل ایمنی فردی
- حفظ فاصله ایمنی از گیوتین
- استفاده از انبرهای مناسب فرنگی پیچ

رول‌کاری با چکش مخصوص

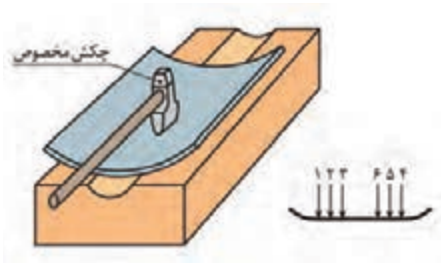
این روش برای رول‌کاری ورق‌هایی که ضخامت‌های بیشتری نسبت به حالت قبل دارند، استفاده می‌شود. در این روش هم تولید منحنی‌های باز امکانپذیر است و هم تولید منحنی‌های بسته. بهترین روش رول‌کاری لبه‌های ورق‌ها استفاده از این روش است. شکل ۲ـ۳ روند رول‌کاری با استفاده از چکش مخصوص را نشان می‌دهد.



۱



۲



۳ اعمال ضربات غیرمستقیم بر روی یال‌های استوانه و رول‌کاری مرحله به مرحله آن



۴ پرداخت نهایی رول به کمک چکش پلاستیکی و یا چوبی

شکل ۲ـ۳ـ مراحل چهارگانه رول‌کاری با استفاده از چکش مخصوص

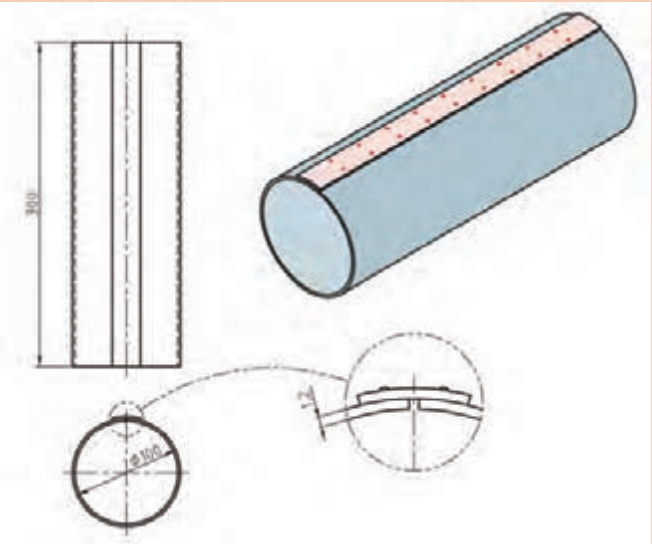
نکته

هرچه تعداد یال‌های انتخابی در مرحله ۳ بیشتر باشد عمل رول‌کاری ظریف‌تر و دقیق‌تر انجام می‌شود.

فعالیت کارگاهی

رول‌کاری با چکش مخصوص

با استفاده از چکش مخصوص نقشه ۲ـ۲ را بر روی ورقی به ضخامت ۱/۲ میلی‌متر اجرا نمایید. در نهایت فصل مشترک اتصال را نقطه جوش نمایید.

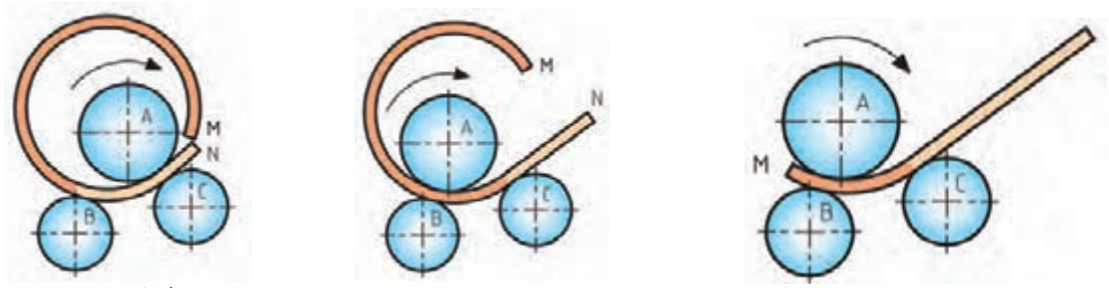


نقشه ۲ـ۲

رول‌کاری ماشینی

ماشین غلتک: این ماشین‌ها را معمولاً با نام ماشین نورد می‌شناسند. این دستگاه‌ها از تعدادی غلتک تشکیل شده‌اند و به‌همین دلیل به آنها دستگاه غلتک نیز می‌گویند.

در این روش ورق فلزی با استفاده از حرکات انتقالی غلتک‌ها به داخل دستگاه نورد کشیده شده و تا توسط نیروی فشاری غلتک‌ها، یک سری خم‌های متوالی بر روی آن ایجاد شود تا در نهایت با تکرار این عمل ورق رول‌کاری شود (شکل ۲ـ۴).

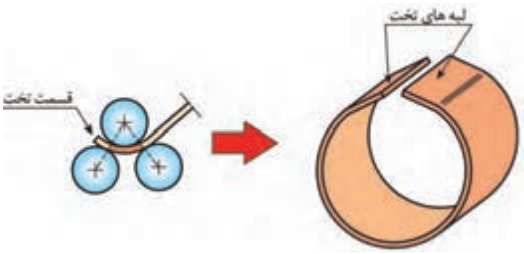


کشیده شدن ورق به داخل دستگاه نورد — ایجاد خم‌های متوالی در ورق — رول شدن ورق

شکل ۲ـ۴ـ طرز کار دستگاه نورد

نکته

همان‌طور که در شکل ۲ـ۵ ملاحظه می‌شود همیشه باید در نظر داشت که قسمت دو لبه ابتدا و انتهای ورق توسط غلتک‌ها درگیر نخواهد شد و صاف باقی می‌ماند که این امر سبب ایجاد رولی ناقص می‌گردد.



شکل ۲ـ۵ـ صاف ماندن دو لبه ورق در برخی از دستگاه‌های نورد

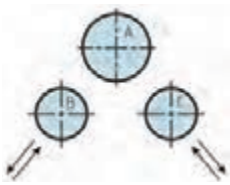
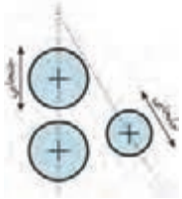
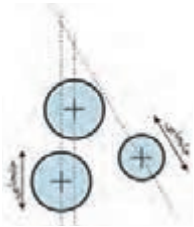
تحقیق

برای رفع عیب شکل ۲ـ۵ چه راه‌حلی را می‌توان ارائه کرد؟

ماشین‌های رول کاری

صرف‌نظر از نحوه اعمال نیرو، ماشین‌های نورد را می‌توان دو دسته کرد. جدول ۲ـ۳ انواع ماشین‌های نورد را نشان می‌دهد.

جدول ۲ـ۳ انواع ماشین نورد

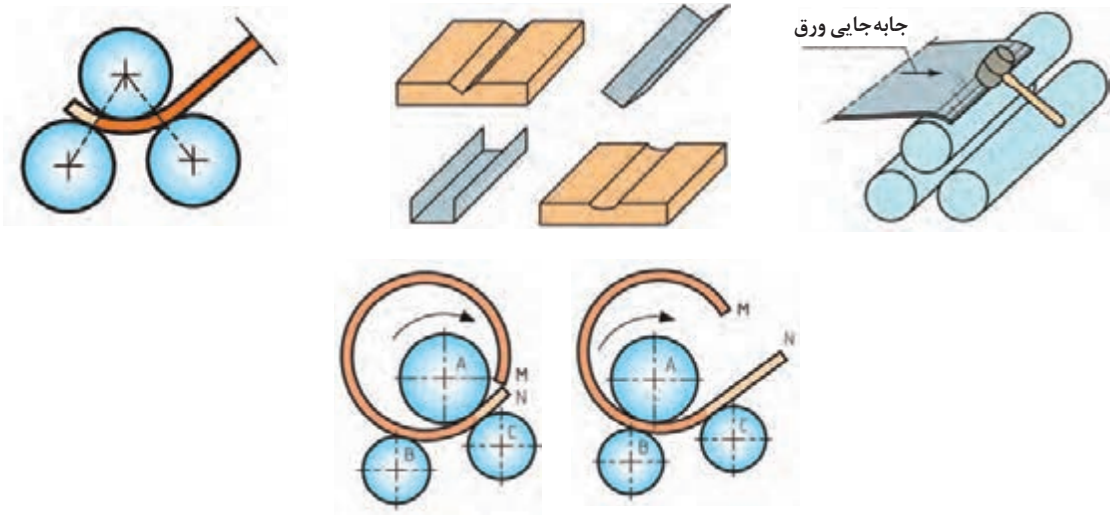
ردیف	انواع نورد	تصویر	موقعیت غلتک‌ها
۱	هرمی افقی یا عمودی		
۲	صاف‌کننده سه غلتک یا چهار غلتک		 

اصول رول‌کاری با ماشین نورد

برای درک راحت‌تر، این مبحث را به ترتیب زیر دسته‌بندی می‌کنیم:
الف) رول‌کاری با ماشین هرمی
ب) رول‌کاری با ماشین صاف‌کننده سه غلتک ساده
ج) رول‌کاری با ماشین صاف‌کننده سه غلتک کامل
د) رول‌کاری با ماشین صاف‌کننده چهار غلتک

رول‌کاری با ماشین هرمی

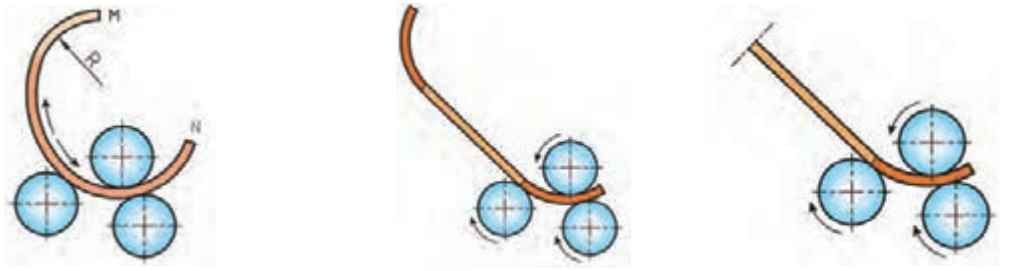
در این دستگاه‌ها یا غلتک بالا متحرک است (در مدل‌های دستی) و یا غلتک‌های پایین (در مدل‌های اتوماتیک). شکل ۲ـ۶ مراحل رول‌کاری با ماشین‌های هرمی را نشان می‌دهد.



شکل ۲ـ۶ـ روند انجام رول‌کاری با ماشین‌های هرمی

رول‌کاری با ماشین صاف‌کننده سه غلتک ساده

شکل ۲ـ۷ روند کار با این دستگاه را نشان می‌دهد.



منحنی کردن لبه ورق با ماشین — منحنی کردن لبه دیگر ورق با ماشین — انجام رول‌کاری مرحله به مرحله تا اتمام کار

شکل ۲ـ۷ـ مراحل رول‌کاری با دستگاه نورد صاف‌کننده ساده

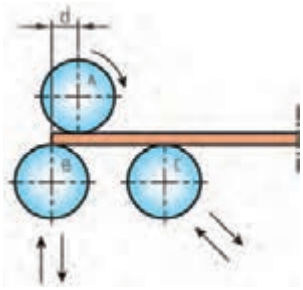
رول‌کاری با ماشین صاف‌کننده سه غلتک کامل

تفاوت این دستگاه‌ها با ماشین‌های ساده در اختلاف محور غلتک تحتانی با غلتک فوقانی می‌باشد. این امر سبب می‌شود تا:

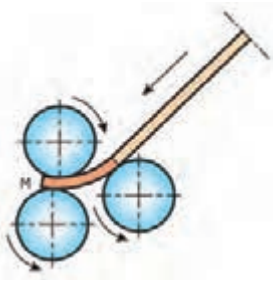
۱ ورق در اثر فشار غلتک‌های بالا و پایین دچار لهیدگی و ازدیاد سطح نشود.

۲ با استفاده از خود دستگاه نورد بتوان خیلی سریع لبه‌های ورق را منحنی کرد. بنابراین نیازی به استفاده از چکش پلاستیکی نمی‌باشد.

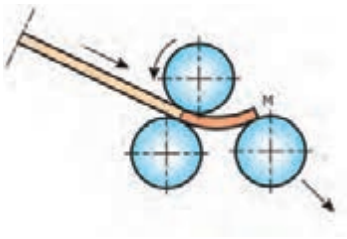
شکل ۲ـ۸ مراحل انجام کار با این دستگاه‌ها را نشان می‌دهد.



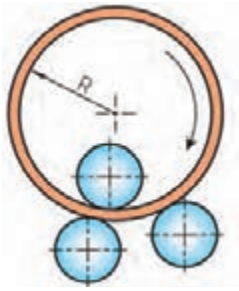
۱ قرارگیری ورق در زیر غلتک‌ها از پشت دستگاه



۲ منحنی‌کاری لبه آن



۳ جانمایی لبه دیگر ورق از جلو دستگاه و منحنی‌کاری آن

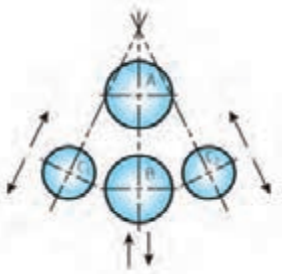


۴ انجام رول‌کاری مرحله به مرحله تا اتمام کار

شکل ۲ـ۸ـ مراحل رول‌کاری با نورد صاف‌کننده (سه غلتک کامل)

رول‌کاری با ماشین صاف‌کننده چهار غلتک

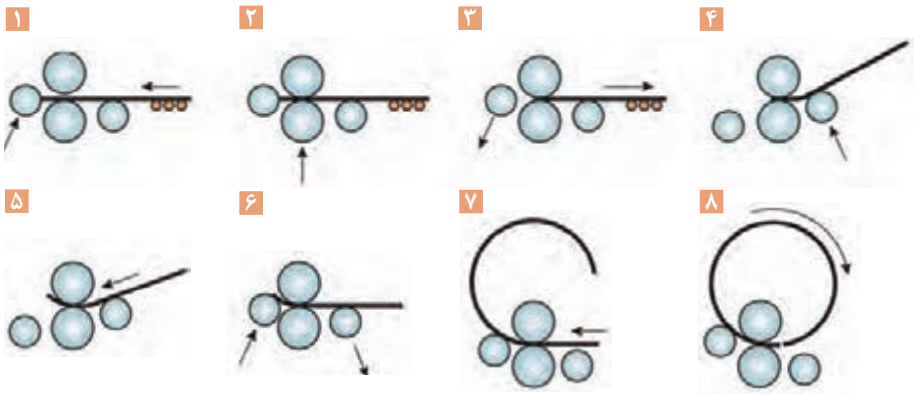
این ماشین‌ها به منظور رول‌کاری ورق‌های متوسط و ضخیم طراحی شده‌اند. شکل ۲ـ۹ نحوه قرارگیری و طریقه حرکت غلتک‌ها را در این ماشین نشان می‌دهد.





شکل ۲ـ۹ـ نمایی از نحوه قرارگیری غلتک‌ها در نورد صاف‌کننده چهار غلتک

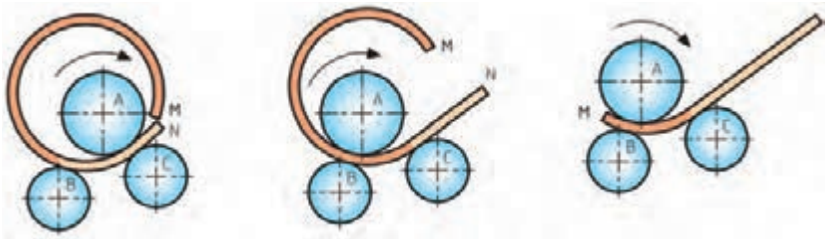
مزیت این ماشین‌ها آن است که با صرف وقت کمتر و بدون نیاز به چرخش ورق می‌توان دو طرف ورق‌ها را منحنی کرد. شکل ۲ـ۱۰ مراحل کار با این دستگاه را نشان می‌دهد.



شکل ۲ـ۱۰ـ روند رول‌کاری با ماشین نورد صاف‌کننده چهار غلتک

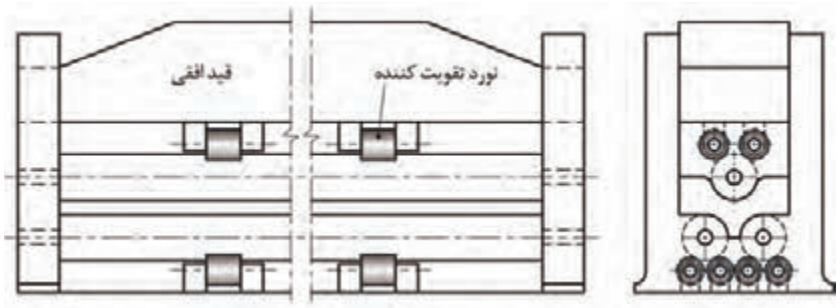
نکته

۱ ماشین‌های صاف‌کننده سه غلتکی وجود دارد که علاوه بر غلتک‌های پایینی، غلتک بالایی آنها نیز قابلیت جابه‌جایی دارند که امکان رول‌کاری ابتدا، اواسط و انتهای ورق را در یک مرحله فراهم می‌سازد. این دستگاه‌ها با نام ماشین‌های نورد سریع شناخته می‌شوند. شکل ۲ـ۱۱ مراحل کار با این دستگاه‌ها را نشان می‌دهد.



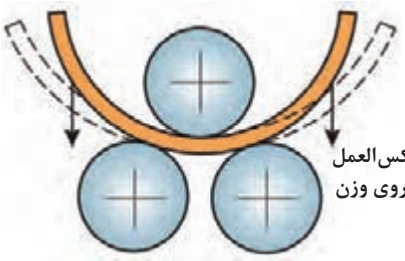
شکل ۲ـ۱۱ـ مراحل کار با ماشین نورد سریع

۲ در دستگاه‌های نوردی که طول غلتک‌های آنها زیاد است با قرار دادن غلتک‌های تقویتی در آنها از شکم دادن غلتک‌های اصلی جلوگیری کرده و دستیابی به منحنی دقیق را فراهم می‌سازند (شکل ۲ـ۱۲).



شکل ۲ـ۱۲ـ استفاده از غلتک‌های تقویت‌کننده در دستگاه‌های عریض

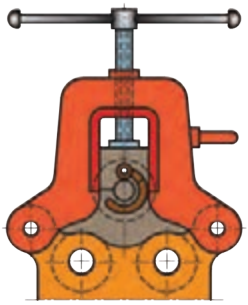
۳ نوردهای عمودی در شرایطی ضرورت دارد که به واسطه ابعاد انحنا و یا ضخامت و وزن ورق امکان باز شدن منحنی ایجاد شده وجود دارد که این امر امکان دستیابی به منحنی دقیق را غیرممکن می‌سازد (شکل ۲ـ۱۳).



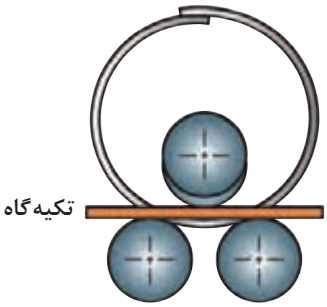
شکل ۲ـ۱۳ـ تغییر شکل رول در اثر نیروی وزن استوانه عکس‌العمل نیروی وزن

طریقه خارج کردن منحنی کامل از دستگاه نورد

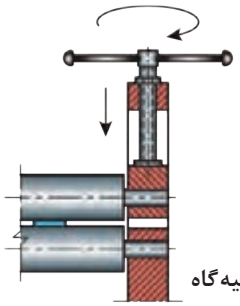
شکل ۲ـ۱۴ روش بیرون آوردن قطعه نورد شده کامل را نشان می‌دهد.



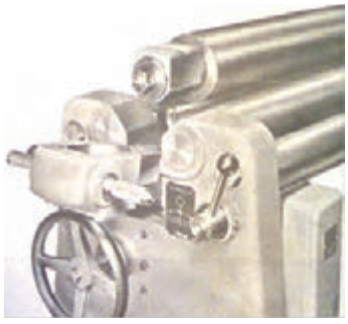
۱ آزادسازی فشار از روی غلتک‌ها با چرخش اهرم



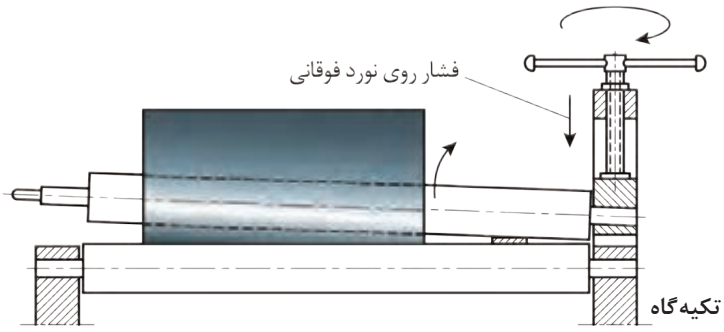
۲ قرار دادن تسمه فولادی بین غلتک‌ها به عنوان تکیه‌گاه



۳ اعمال فشار توسط غلتک فوقانی



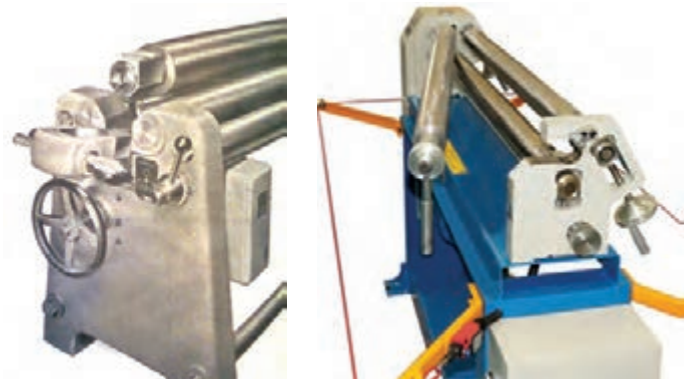
۴ باز کردن ضامن و غلتک فوقانی



۵ اعمال فشار بیشتر توسط اهرم و خارج کردن استوانه

شکل ۲ـ۱۴ـ مراحل خارج کردن منحنی کامل از زیر دستگاه نورد هرمی

ترتیب خارج‌سازی منحنی‌های کامل از زیر دستگاه نورد تقریباً یکسان است. بسته به نوع دستگاه نورد نحوه آزادسازی غلتک منحنی‌کننده در آنها فرق دارد. (شکل ۲ـ۱۵)



شکل ۲ـ۱۵ـ نمونه‌ای از آزادسازی غلتک منحنی‌کننده در دستگاه‌های مختلف نورد

انتخاب دستگاه نورد

دستگاه‌های نورد در ابعاد و توان مختلف ساخته می‌شوند که با توجه به جداول راهنما که توسط کارخانه‌های سازنده این دستگاه‌ها در اختیار متقاضیان قرار می‌گیرد. (جداول ۲ـ۴، ۲ـ۵ و ۲ـ۶)

جدول ۲ـ۴ـ مشخصات ماشین نورد هرمی

ردیف	اندازه و نوع ماشین	طول مفید نورد (m)	ضخامت ورق قابل اجرا (فولاد mm)	قطر نورد فوقانی (mm)	قطر نوردهای تحتانی (mm)	قدرت موتور (Hp)	وزن دستگاه (kg)
۱	کوچک	۱/۱۰۰	۲ ـ ۶	۱۵۵	۱۳۰	۴	۱۳۰۰
۲	متوسط	۱/۶۰۰	۲ ـ ۵	۱۵۵	۱۳۰	۴	۱۵۰۰
۳	بزرگ	۲/۱۰۰	۲ ـ ۴	۱۵۵	۱۳۰	۴	۱۷۰۰

جدول ۲ـ۵ـ مشخصات ماشین نورد صاف‌کننده سه غلتک

ردیف	اندازه و نوع ماشین	طول مفید نورد (m)	ضخامت ورق قابل اجرا (فولاد mm)	قطر نورد منحنی‌کننده (mm)	قطر نورد هدایت‌کننده (mm)	قدرت موتور (Hp)	وزن دستگاه (kg)
۱	کوچک	۱/۱۰۰	۱ ـ ۶	۱۴۵	۱۳۰	۴	۱۲۵۰
۲	متوسط	۱/۶۰۰	۱ ـ ۵	۱۴۵	۱۳۰	۴	۱۵۰۰
۳	بزرگ	۲/۱۰۰	۱ ـ ۴	۱۴۵	۱۳۰	۴	۱۷۵۰

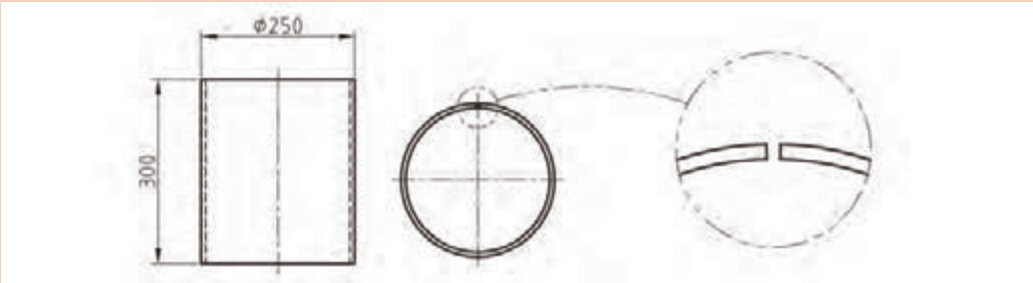
جدول ۲ـ۶ـ مشخصات ماشین نورد صاف‌کننده چهار غلتک

ردیف	طول مفید نورد (m)	ضخامت ورق (mm)		قطر نورد فوقانی (mm)	قطر نوردهای تحتانی (mm)	قطر نورد هدایت‌کننده (mm)	قدرت موتور (Hp)
		منحنی کامل	منحنی در دو طرف ورق				
۱	۲/۰۵۰	۵	۴	۱۷۶	۱۴۳	۱۴۰	۵
۲	۳/۰۵۰	۱۹	۱۵	۴۰۰	۴۰۰	۳۰۰	۲۸
۳	۳/۰۵۰	۳۶	۲۸	۶۰۰	۶۰۰	۴۶۰	۵۵
۴	۵/۰۵۰	۲۲	۱۷	۶۰۰	۶۰۰	۴۶۰	۵۵

فعالیت کارگاهی

رول‌کاری با دستگاه نورد

با توجه به نقشه زیر مقدار ورق مورد نیاز برای ساخت استوانه زیر را محاسبه و آن را با استفاده از دستگاه نورد موجود در کارگاه خود اجرا نمایید.



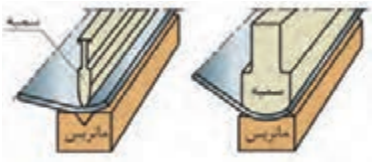
نقشه ۲ـ۳

نکته ایمنی

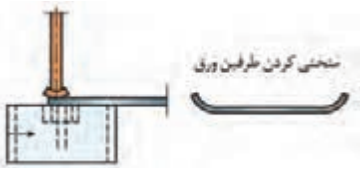
پس از انجام رول‌کاری، فصل مشترک اتصال را با استفاده از روش لحیم‌کاری سخت اتصال دهید و سپس رول نهایی را با استفاده از دستگاه نورد اجرا نمایید.

رول‌کاری با دستگاه پرس

ورق‌های ضخیم را می‌توان به وسیله پرس‌های هیدرولیک افقی یا عمودی و با استفاده از سمبه و ماتریس‌های خاص رول‌کاری نمود. شکل ۲ـ۱۶ مراحل رول‌کاری با دستگاه‌های پرس را نشان می‌دهد.



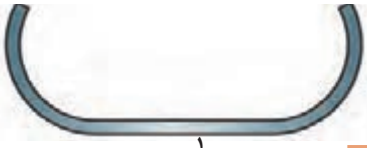
۱ انتخاب قالب و سمبه مناسب



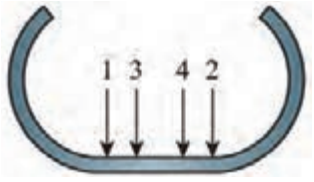
۲ منحنی‌کاری دو سر ورق



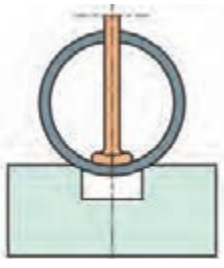
۳ منحنی کردن $\frac{1}{3}$ ابتدا ورق



۴ منحنی کردن $\frac{1}{3}$ انتها ورق



۵ اجرای انحنا به طور متناوب از دو سر ورق

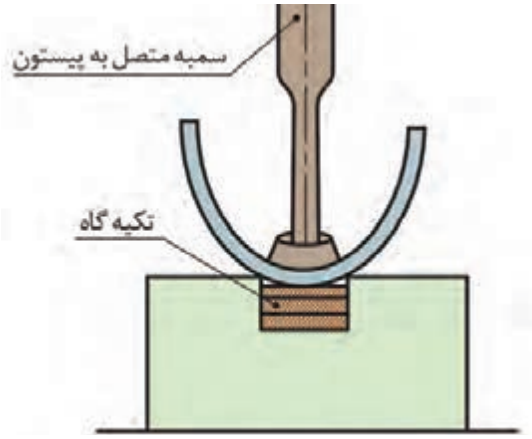


۶ تکمیل منحنی‌کاری و خارج کردن قطعه

شکل ۲ـ۱۶ـ روند رول، اجرای رول با دستگاه پرس

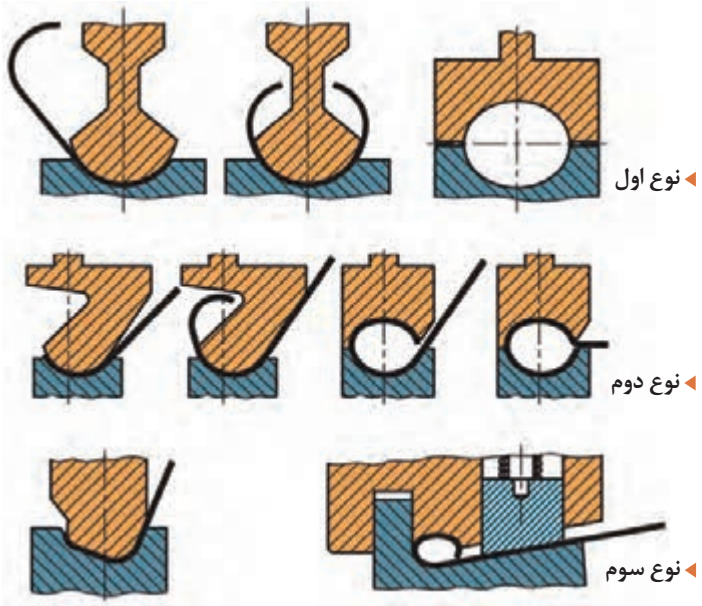
نکته

۱ در مواردی که ساخت استوانه کامل امکان‌پذیر نباشد، می‌توان با ساخت دو نیم استوانه و اتصال آنها به یکدیگر به استوانه رسید. (شکل ۲ـ۱۷)



شکل ۲ـ۱۷ـ ساخت نیم استوانه با دستگاه پرس

۲ امروزه برای تسهیل رول‌کاری ورق‌های نازک دستگاه‌های پرس خاصی طراحی شده است که برخی از آنها به همراه روند اجرا در شکل ۲ـ۱۸ نشان داده شده است.

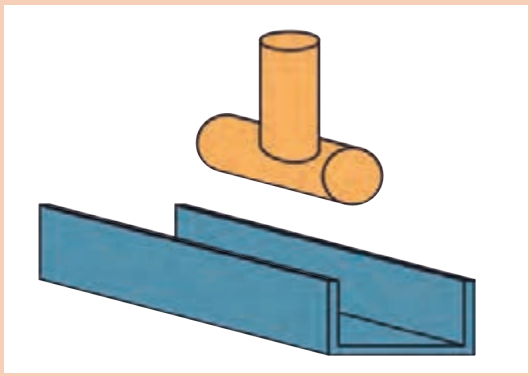


شکل ۲ـ۱۸ـ برخی از دستگاه‌های پرس مورد استفاده در رول‌کاری

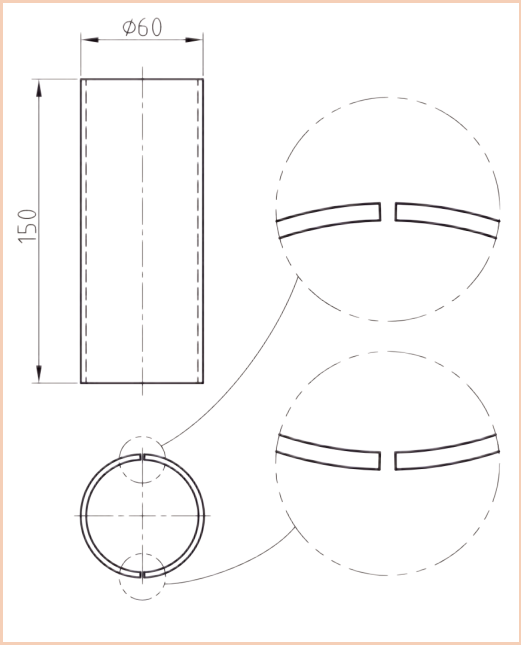
فعالیت کارگاهی

رول کاری فشاری

همانند شکل ۲ـ۱۹ با استفاده از یک شفت یک اینچ و یک ناودانی فولادی و جوشکاری آنها سمبه و ماتریسی تولید نمایید و با استفاده از گیره رومیزی دو نیم استوانه مطابق با نقشه ۲ـ۴ بسازید. در نهایت دو نیم استوانه را با استفاده از فرایند اکسی‌استیلن جوشکاری نمایید.



شکل ۲ـ۱۹ـ نمایی از سمبه و ماتریس تولید شده در کارگاه



نقشه ۲ـ۴

رول کاری مخروط ناقص

همانند روش‌های ساخت استوانه، ساخت مخروط ناقص نیز با روش‌های مختلفی امکان‌پذیر است. جدول ۲ـ۷ روش‌های مختلف رول‌کاری مخروط ناقص را نشان می‌دهد.

جدول ۲ـ۷ـ انواع روش‌های رول‌کاری مخروط ناقص

	نوع رول‌کاری	طرز عملکرد	توضیحات
انواع رول‌کاری	دستی	اعمال نیروی دست	ورق‌های خیلی نازک روی لبه مخروطی سندان و یا قالب مخروطی از پیش ساخته
		با استفاده از چکش مخصوص	ورق نازک و مخروط‌هایی که ابعاد بزرگ دارند.
	ماشینی	ماشین‌های نورد	ضخامت‌های مختلف ورق در ابعاد گوناگون
		ماشین‌های پرس	ضخامت‌های مختلف ورق در ساخت مخروط‌های بزرگی که با نورد قابل تولید نیستند.

رول‌کاری مخروط ناقص با نیروی دست

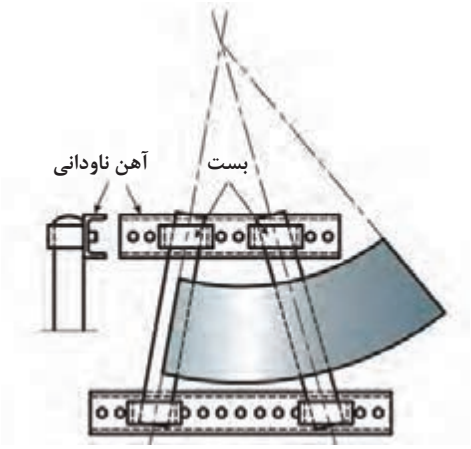
این حالت برای ورق‌های نازک و مخروط‌های کوچک استفاده می‌شود. بدین‌صورت که با استفاده از نیروی دست ورق را بر روی قسمت مخروطی سندان و یا قالبی از پیش ساخته رول می‌کنیم.

رول‌کاری مخروط ناقص با چکش مخصوص

اگر ابعاد مخروط مورد نظر کمی بزرگ باشد که نتوان آن را به‌صورت فوق تولید کرد، با استفاده از لوله، نبشی، پروفیل و یا ناودانی قالبی همانند شکل ۲ـ۲۰ ساخته و با استفاده از ضربات غیرمستقیم چکش مخصوص آن را رول‌کاری نمود.

نکته

زاویه بین پروفیل‌ها بسته به زاویه رأس مخروط مورد نظر انتخاب می‌شود و ضربات باید بر روی یال‌ها یا مولدهای مخروط اعمال شود.

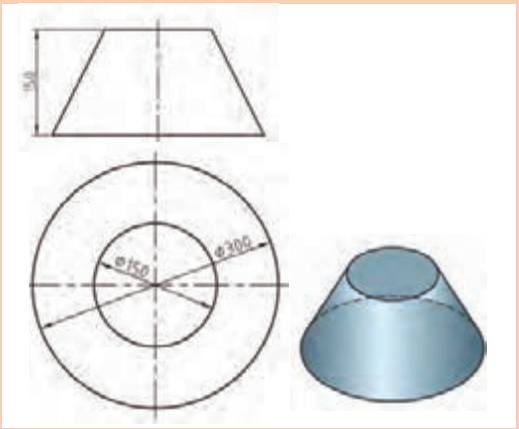


شکل ۲ـ۲۰ـ قالب ساخت مخروط ناقص

کارگاهی

رول‌کاری دستی مخروط ناقص

با استفاده از اصول گسترش مقدار ورق مورد نیاز و قالب مناسب را تهیه و نقشه ۲ـ۵ را اجرا نمایید.



نقشه ۲ـ۵

رول‌کاری مخروط ناقص با ماشین نورد

با استفاده از ماشین‌های نوردی که غلتک منحنی‌کننده آنها به‌صورت مایل تنظیم می‌شود، به‌راحتی می‌توان مخروط‌های ناقص را تولید کرد.

برای این منظور همانند شکل ۲ـ۲۱ می‌بایست نورد منحنی‌کننده را به‌صورت مایل تنظیم نمود تا در قسمت قاعده کوچک فشار ملایمی به مخروط وارد شود به نحوی که فشار غلتک‌ها در این قسمت بیشتر از فشار در سمت قاعده بزرگ باشد.



شکل ۲ـ۲۱ـ تنظیم و اجرای مخروط ناقص با دستگاه نورد

نکته

۱ در طول رول‌کاری باید مولدهای (یال‌ها) مخروط با محور غلتک منحنی‌کننده منطبق شود. برای این منظور باید سرعت چرخش ورق در سمت قاعده بزرگ بیشتر از سمت قاعده کوچک باشد. بنابراین با قرار دادن یک تسمه ضخیم و یا یک چهار پهلو در مجاورت غلتک‌ها و در سمت قاعده کوچک ورق ترمزی برای حرکت غلتک‌ها ایجاد می‌کنیم تا به‌صورت خودکار سرعت چرخش ورق در سمت قاعده بزرگ بیشتر تنظیم شود.

۲ برای کنترل عملیات رول‌کاری بهتر است قبل از شروع کار تعدادی مولد بر روی ورق رسم شود.

۳ برای ساخت مخروط‌های ناقص دستگاه‌های نوردی وجود دارد که غلتک‌های آنها به‌صورت مخروطی بوده تا با دقت و سرعت بیشتری مخروط‌های ناقص را تولید کند (شکل ۲ـ۲۲).

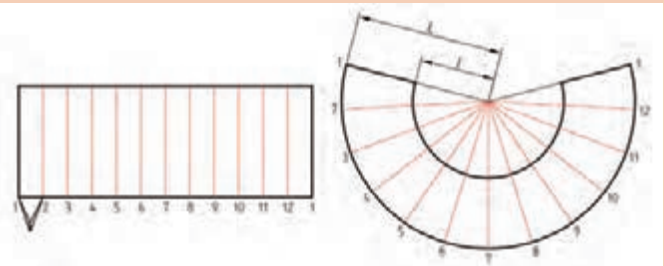


شکل ۲ـ۲۲ نورد خاص در تولید مخروط ناقص

کارگاهی

رول‌کاری مخروط ناقص با دستگاه پرس

همانند رول‌کاری استوانه با استفاده از دستگاه پرس می‌توان مخروط ناقص نیز تولید کرد، تنها تفاوت این دو محصول در نحوه رسم مولدهای آنها است به نحوی که در استوانه تمامی مولدها با هم موازی هستند ولی در مخروط‌ها آنها به نقطه‌ای به نام رأس ختم می‌شوند (شکل ۲ـ۲۳).



شکل ۲ـ۲۳ـ اختلاف مولدها در استوانه و مخروط

ارزشیابی پایانی

رول‌کاری

شرح کار:
رول‌کاری مخروط ناقص از جنس ورق سیاه و یا روغنی با استفاده از دستگاه‌های نورد

استاندارد عملکرد:
رول‌کاری ورق‌های فلزی با استفاده از ابزار دستی و ماشینی با توجه به نقشه و رعایت الزامات فنی

شاخص‌ها:
- تمیزکاری سطحی ورق برابر دستورالعمل
- برش‌کاری مطابق نقشه
- رول‌کاری برابر نقشه
- کنترل ابعادی و قوس رول برابر نقشه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:
کارگاه مجهز به تجهیزات ایمنی، انواع ورق‌های فولادی و غیرفولادی، دستگاه رول‌کاری، غلتک‌های رول‌کاری، انواع چکش‌های فلزی، لاستیکی، فیبر، خط‌کش، لوازم اندازه‌گیری، سوزن خط‌کش، خط‌کش فلزی، گونیا، وسایل برش‌کاری، انواع قیچی‌ها، گیوتین، قیچی‌های اهرمی، شابلون‌ها

زمان: دو ساعت

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی ورق	۲	
۲	رول‌کاری	۲	
۳	عملیات تکمیلی	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: استفاده از لوازم ایمنی فردی، رعایت اصول ایمنی در هنگام کار با گیوتین و دستگاه نورد، توجه به نکات زیست‌محیطی و دور ریز مواد			
میانگین نمرات			*

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

پودمان ۳

جوشکاری اکسی گاز



جوشکاری اکسی گاز یکی از فرایندهای اتصال دائم می‌باشد که در آن انرژی گرمایی مورد نیاز برای ذوب لبه‌های اتصال و فلز پرکننده از سوختن گاز سوختنی و اکسیژن به‌دست می‌آید. میان گازهای سوختنی، استیلن (C_2H_2) از بهترین‌ها است، زیرا تمرکز گرمایی بیشتری داشته و کمترین واکنش را با فلز در حوضچهٔ مذاب جوش دارد. از این روش می‌توان برای جوشکاری فلزات نازک، قطعات کوچک و به ویژه کارهای تعمیری نیز استفاده کرد.

واحد یادگیری ۴

شایستگی ایجادجوشکاری اکسی استیلن

در ابتدا اصول و مفاهیم جوشکاری با شعله اکسی گاز ارائه می‌شود و در ادامه به تکنیک و روش‌های ایجاد حوضچهٔ مذاب، ایجاد خط جوش با فلز پرکننده یا بدون فلز پرکننده، اتصال دو قطعه فولادی به صورت سطحی (لب به لب) در تمام حالت‌ها و ایجاد گرده جوش پرداخته می‌شود.

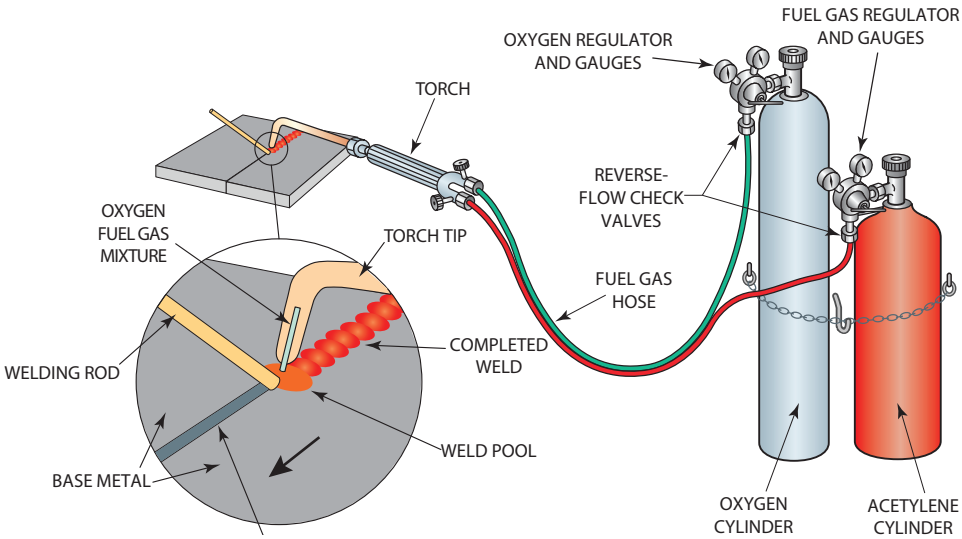
استاندارد عملکرد

جوشکاری قطعات فلزی نازک با روش اکسی گاز در وضعیت‌های مختلف برابر نقشه و دستورالعمل.

فرایند جوشکاری با شعله اکسی گاز (OFW[1])

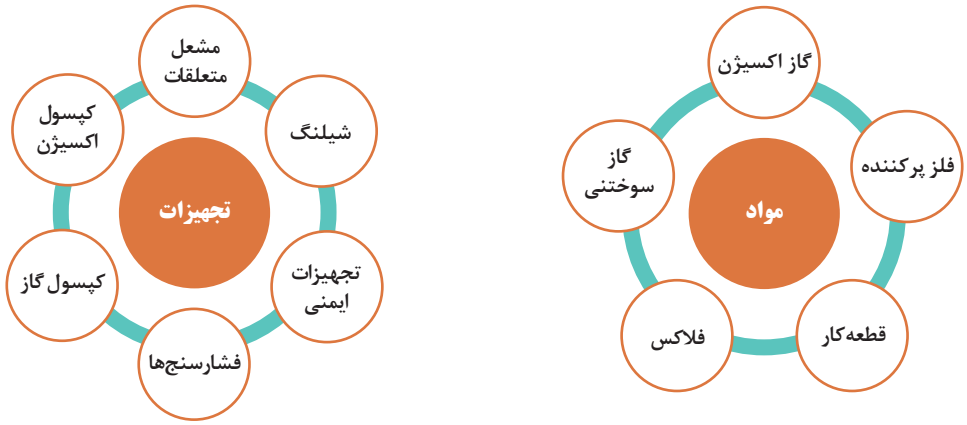
جوشکاری اکسی گاز یک فرایند جوشکاری ذوبی است. گرمای لازم برای ذوب فلز پایه و فلز پرکننده در این فرایند از یک گاز سوختنی و یک گاز عامل اشتعال تأمین می‌شود. به طور مثال از گاز استیلن (C_2H_2) به عنوان گاز سوختنی و اکسیژن (O_2) به عنوان عامل سوختن و یک مشعل که این دو گاز را با نسبت مناسب با هم ترکیب نموده استفاده می‌شود.

مواقعی که از گاز استیلن به عنوان گاز سوختنی استفاده می‌شود، فرایند را اکسی‌استیلن می‌گویند. جوشکاری اکسی‌استیلن (OAW[2]) یکی از قدیمی‌ترین فرایندهای جوشکاری گازی محسوب می‌شود (شکل ۳ـ۱).



شکل ۳ـ۱ـ شماتیک سیستم احتراق گاز اکسی استیلن و تشکیل حوضچهٔ جوش

مواد و تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری اکسی گاز



شکل ۳ـ۲

۱ـ Oxyfule Welding
۲ـ Oxy Acetylene

گازهای قابل احتراق در جوشکاری گاز

گازهای سوختنی، که برای جوشکاری مورد استفاده قرار می گیرند، باید دارای خصوصیات زیر باشند. (جدول ۳ـ۱)

جدول ۳ـ۱ـ ویژگی گازهای سوختنی

انرژی گرمایی بالا	تهیه ساده و ارزان	ایمنی در هنگام استفاده
ضریب بهره سوختنی بالا	کمترین اثر مخرب روی جوش	

علاوه‌بر استیلن گازهای دیگری نیز استفاده می‌شوند که ویژگی آنها در جدول آمده است.

جدول ۳ـ۲ـ روش تولید، درجه حرارت شعله و ارزش حرارتی شعله در فرایند اکسی گاز

گاز	روش تولید	دمای شعله به °C	ارزش گرمایی گاز $kcaL/m^3$
گاز استیلن	واکنش کاربید کلسیم و آب ـ فرایند شیمیایی	۳۰۸۷	۱۳۰۹۰
گاز طبیعی (متان)	منابع طبیعی که عمده آن متان است	۲۵۳۸	۸۹۰۰
گاز مایع	تقطیر نفت خام	۲۵۲۶	۲۲۲۴۰
گاز مپ	ترکیبی از متیل استیلن	۲۹۲۷	۲۱۲۴۰
گاز هیدروژن	آب الکترولیز شده (الکترولیز آب)	۲۲۶۰	۱۰۷۵۰

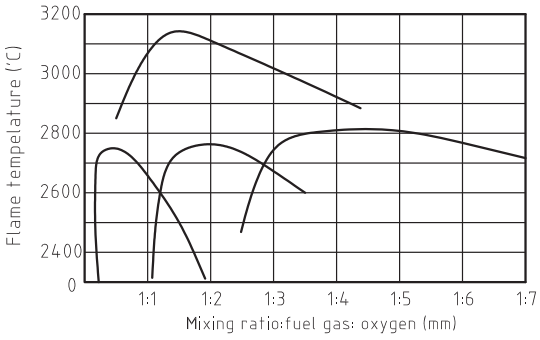
عوامل مؤثر بر دمای شعله و مصرف گاز

در جوشکاری ارزش گرمایی، دمای شعله و نسبت اختلاط گاز سوختنی با اکسیژن برای رسیدن به احتراق کامل همواره مورد توجه است.

ارزش گرمایی: مقدارگرمایی که یک گاز سوختنی با حجم واحد هنگام احتراق کامل در شرایط معمول ایجاد می کند.

دمای شعله: بیشترین دمای حاصل از سوختن کامل هر گاز.

نسبت اختلاط: نسبت اختلاط استیلن به اکسیژن در شرایط عملی ۱:۱/۱۵ تا ۱:۱/۱ به‌دست آمده است. بدین ترتیب میزان مصرف اکسیژن در هنگام جوشکاری بیش از مصرف استیلن خواهد بود. (شکل ۳ـ۳)



شکل ۳ـ۳ـ نسبت اختلاط گازهای سوختنی مختلف به حداکثر دمای شعله

کار کلاسی

هنرجوی گرامی جدول زیر را با توجه به نمودار نسبت اختلاط گازهای سوختنی با اکسیژن، برای دمای حداکثر شعله تکمیل نمایید.

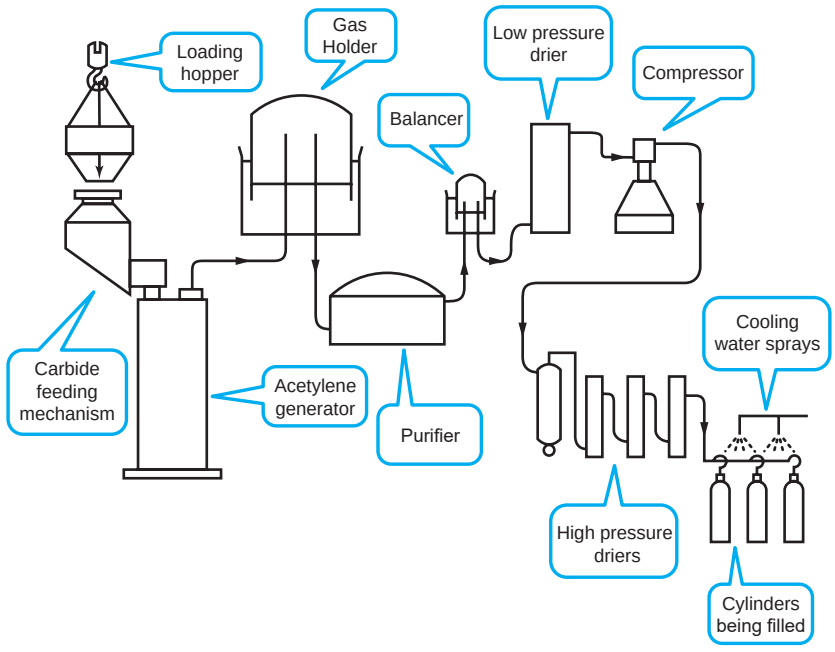
نام گاز	حدود نسبت اختلاط	حداکثر دمای شعله
استیلن		
هیدروژن		
پروپان		
متان		

طرز تهیهٔ گاز استیلن

این گاز در طبیعت وجود ندارد اما از سوختن ناقص مواد آلی مثل نفت به‌دست می‌آید.

استیلن گازی است بی‌رنگ و سبک‌تر از هوا، اگر خالص باشد بی‌بو است، اما استیلن ناخالص به علت وجود فسفین (PH_3) بویی شبیه بوی سیر دارد.

گاز استیلن از طریق ترکیب (تماس) کاربید کلسیم (سنگ کاربید) با آب، تولید می‌شود (شکل ۳ـ۴).



شکل ۳ـ۴ـ شماتیک طرز تهیهٔ استیلن

کار کلاسی

در مورد مراحل تولید نشان داده شده در شکل ۳ـ۴ بحث کنید و با کمک گرفتن از درس شیمی خود، نتیجه را به همراه فرمول شیمیایی تولید گاز استیلن به کلاس ارائه کنید.

پژوهش

با جست‌وجو در اینترنت اطلاعاتی در مورد مولدهای تولید استیلن کارگاهی و روش کار با آنها، و موارد ایمنی آن تهیه کنید.

کپسول استیلن

کپسول استیلن به روش درزدار تولید شده و از اجزای زیر تشکیل شده است (شکل ۳ـ۵).

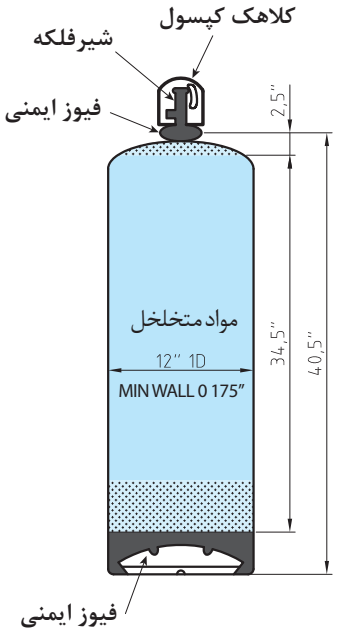
رنگ کپسول‌های استیلن قرمز، نارنجی یا زرد می‌باشند. مهم‌ترین اندازه‌های کپسول استیلن در جوشکاری، کپسول‌های ۳۳۰، ۲۹۰، ۱۳۰ فوت مکعبی می‌باشد.

گاز استیلن در فشار بالای ۲ بار خاصیت انفجاری دارد. لذا برای ذخیره‌سازی گاز استیلن در داخل کپسول آن را با مایع استن حل می‌کنند، همان‌طور که در پایهٔ دهم در درس شیمی آموختید مهم‌ترین حلال گاز استیلن مایع استن است. برای توزیع یکنواخت مایع استن، داخل کپسول استیلن را از مواد اسفنجی شکل (سیمان مخصوص و زغال چوب و سنگ‌های متخلخل سلیس‌دار) پر می‌کنند.

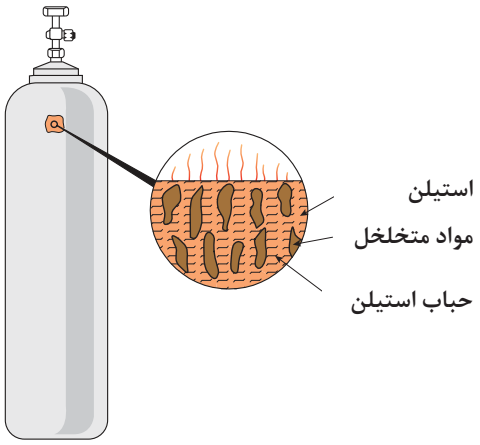
یک کپسول ۴۰ لیتری استیلن حاوی ۱۶ لیتر استن است و هر لیتر استن در فشار یک بار و دمای ۱۵ درجه سلسیوس، توان جذب ۲۵ لیتر استیلن را دارد (شکل ۳ـ۶).

چنانچه حجم گاز استیلن در محیط را بخواهیم از معادله زیر محاسبه می‌شود:

مقدار استن × فشار مانومتر (بار) × میزان حلالیت استیلن در استن = حجم گاز موجود در کپسول



شکل ۳ـ۵



شکل ۳ـ۶

مثال: حجم داخلی یک کپسول استیلن ۴۰ لیتر است و کپسول پر است که فشار نشان داده شده آن ۱۵ بار است. حجم گاز استیلن در شرایط محیط چند لیتر است؟

$V = ۱۶ \times ۱۵ \times ۲۵ = ۶۰۰۰ \text{ lit}$

پرسش کلاسی

چنانچه مانومتر کپسول فشار ۱۰ بار را نشان دهد، حجم گاز چند لیتر است؟

اکسیژن و خواص آن

برای سوختن وجود اکسیژن الزامی می‌باشد.



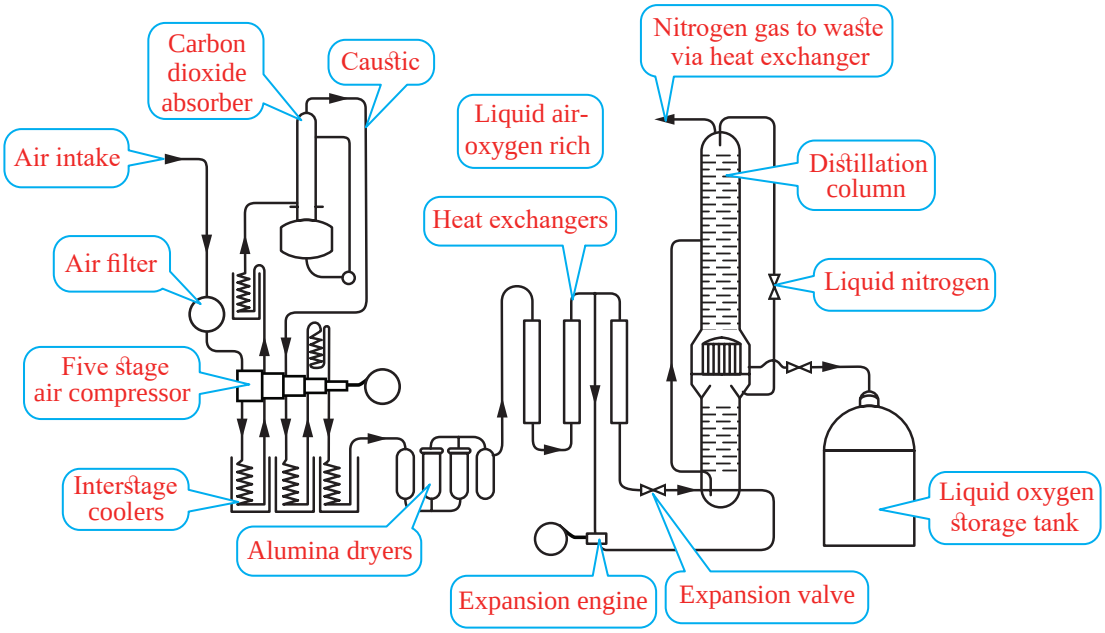
شکل ۳ـ۷ـ ویژگی‌های گاز اکسیژن

طرز تهیهٔ اکسیژن در صنعت

برای تهیهٔ گاز اکسیژن راه‌های مختلفی وجود دارد که دو راه آن در جدول ۳ـ۳ و شکل ۳ـ۸ نشان داده شده است.

جدول ۳ـ۳ـ روش‌های تهیهٔ گاز اکسیژن

تجزیه الکتریکی آب $H_2O_2 \rightarrow H_2 + O_2$	آب را توسط جریان الکتریسیته تجزیه نموده و اکسیژن خالص را از آن جدا می‌نمایند. در این روش جریان الکتریکی از داخل آب گذرانده می‌شود و آب به عنصرهای سازندهٔ خود یعنی اکسیژن و هیدروژن تجزیه می‌شود. در تجزیهٔ آب به وسیلهٔ جریان الکتریکی، اکسیژن در قطب مثبت و هیدروژن در قطب منفی جمع می‌شود.
از طریق هوا	۱ با عبور دادن هوا از داخل صافی‌های ویژه گرد و غبار، چربی و بخار آب آن گرفته می‌شود. ۲ هوا توسط کمپرسور تا فشار ۲۰۰ بار متراکم می‌شود (لازم به توضیح است که در این موقع در فشار ۶۰ـ۵۰ بار گاز دی‌اکسیدکربن (CO_2) جدا می‌شود.) ۳ هوای متراکم شده از داخل کویل‌ها عبور نموده و باعث سرمازایی و در نتیجه تبدیل هوای متراکم به مایع می‌شود (مانند سیستم سرماساز در یخچال‌ها) در اینجاست که فشار گاز افت نموده و به ۶ـ۵ بار کاهش یافته و دمای هوای مایع به ۲۰۰- درجه سلسیوس می‌رسد. ۴ هوای مایع را مجدداً گرما داده و در ۱۹۳/۸- درجه سلسیوس گاز نیتروژن و در ۱۸۱/۳- درجه سلسیوس گاز اکسیژن تبخیر و جدا می‌شود.



شکل ۳ـ۸ـ تهیه گاز اکسیژن از طریق هوا

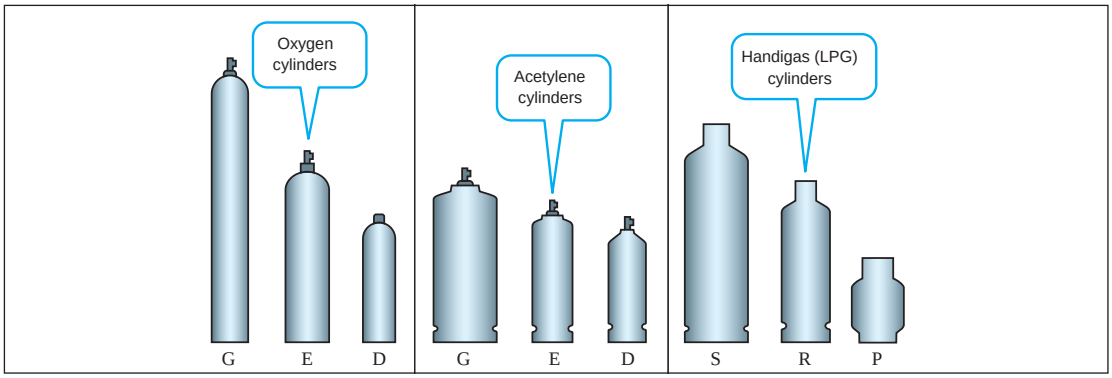
مشخصات کپسول اکسیژن

چون اکسیژن با فشار بالایی در داخل کپسول ذخیره می‌شود، لذا برای ساخت کپسول آن از فولاد با استحکام بالا استفاده می‌شود. این کپسول به روش اکستروژن و بدون درز تولید می‌شود. به‌طور معمول ضخامت دیواره‌های کپسول در حدود ۸ـ۹ میلی‌متر و ارتفاع آن ۱۸۰۰ میلی‌متر می‌باشد (شکل ۳ـ۹ و شکل ۳ـ۱۰).



شکل ۳ـ۹

سایز کپسول‌ها



شکل ۳ـ۱۰

مقدار باقی‌مانده اکسیژن و میزان مصرف آن

به طور معمول وزن خالی کپسول ۷۵ کیلوگرم و گنجایش آن معادل ۴۰ لیتر می‌باشد (البته کپسول‌هایی با ظرفیت بیشتر و کمتر نیز وجود دارد). فشار داخل کپسول‌های اکسیژن در حدود ۱۵۰ بار می‌باشد. برای محاسبه حجم گاز موجود در کپسول می‌توانید فشار کپسول را در حجم کپسول ضرب کنید.
طبق قانون عمومی گازهای کامل در دمای ثابت:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

مثال: حجم گاز داخل سیلندری با حجم ۴۰ لیتری و فشار ۱۵۰ بار را در شرایط محیط محاسبه کنید.

$$۴۰\ lit \times ۱۵۰\ bar = V \times ۱\ bar \qquad V = \frac{۴۰lit \times ۱۵۰bar}{۱bar} \qquad V = ۶۰۰۰\ Lit = ۶\ m^3$$

مقدار اکسیژن باقی‌مانده در داخل کپسول از حاصل ضرب حجم کپسول (برحسب لیتر) در فشار اکسیژن داخل کپسول (برحسب بار) که از روی عقربه فشارسنج خوانده می‌شود به‌دست می‌آید. به‌طور کلی می‌توان در مورد اکسیژن باقی‌مانده در داخل کپسول رابطهٔ زیر را درنظر گرفت:
مقدار اکسیژن مصرف شده در طول عملیات جوشکاری را می‌توان از رابطهٔ زیر به‌دست آورد:

$$\Delta V = \frac{v(p_1 - p_2)}{P\,amb}$$

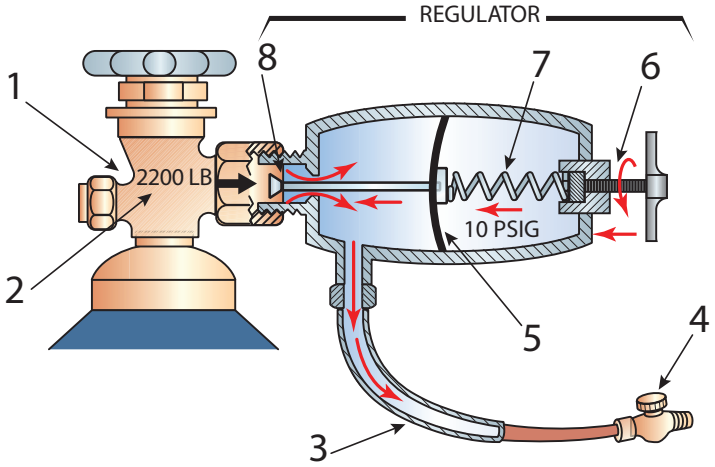
کار کلاسی

هنرجوی گرامی چنانچه کپسول ۴۰ لیتری باشد جدول زیر را تکمیل نمایید.

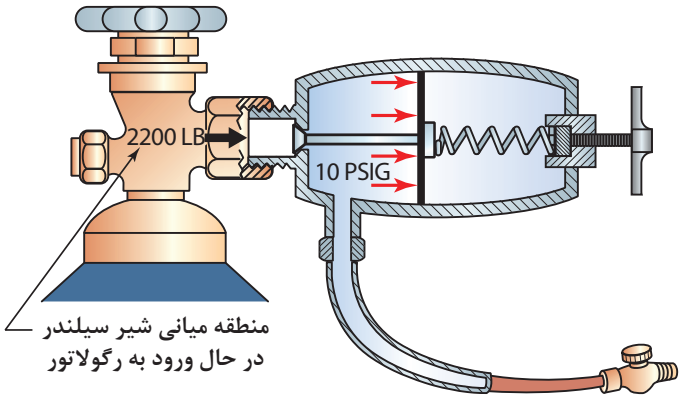
فشار گاز قبل از جوشکاری (برحسب بار)	فشار گاز بعد از جوشکاری (برحسب بار)	فشار محیط (برحسب بار)	مقدار اکسیژن مصرفی (برحسب لیتر)	حجم کپسول گاز قبل از جوشکاری (برحسب لیتر)
۱۵۰	۱۰۰	۱		
۱۰۰	۶۰	۱		

وظیفه رگولاتورها و فشارسنج‌ها چیست؟

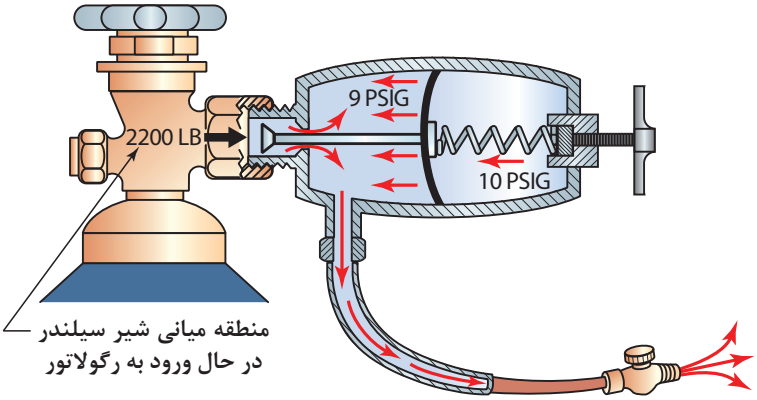
گازها در کپسول با فشار زیادی ذخیره می‌شوند و این فشار برای جوشکاری مناسب نیست و باید با رگولاتور (دستگاه تقلیل و تنظیم فشار) فشار گاز کاهش داده شود تا گاز به‌طور یکنواخت و با فشار مناسب به طرف مشعل هدایت شود. روش کار تمام رگولاتورها مشابه است، ولی نمی‌توان از آنها برای گازها و فشارهای مختلف به جای یکدیگر استفاده کرد، برای اینکه خطر انفجار و آتش‌سوزی پیش می‌آید. رگولاتور با فشار به دیافراگم جریان گاز را تنظیم می‌کند. (شکل‌های ۳ـ۱۱، ۳ـ۱۲ و ۳ـ۱۳)



شکل ۳ـ۱۱ـ با تنظیم پیچ به وسیلهٔ فنر، بر دیافراگم قابل انعطاف نیرو اعمال شده و سوپاپ‌های فشارقوی باز می‌شوند.

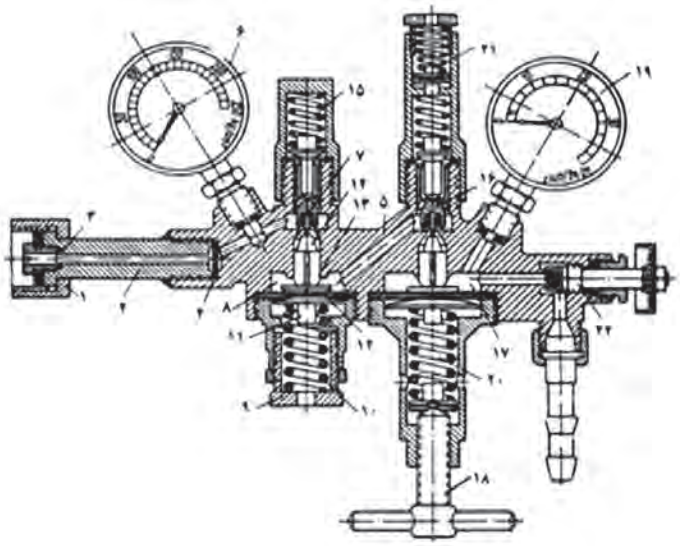


شکل ۳ـ۱۲ـ زمانی که فشار گاز در مقابل دیافراگم قابل انعطاف برابر با فشار فنر بشود، شیر فشارقوی بسته می‌شود.



شکل ۳ـ۱۳ـ فشار کاری وقتی افت خواهد کرد که شیر مشعل باز باشد و جریان گاز درون رگولاتور در فشار ثابت جریان داشته باشد.

در عمل از رگولاتورهای یک مرحله‌ای و رگولاتورهای دو مرحله‌ای استفاده می‌شود. (شکل ۳ـ۱۴)



شکل ۳ـ۱۴ـ نمای برش خورده یک نمونه رگولاتور فشار گاز نوع دو مرحله‌ای

کار کلاسی

هنرجوی گرامی با توجه به شماره‌گذاری، روی شکل جدول زیر را تکمیل نمایید.

شماره	نام	شماره	نام
	مهره اتصال روی کپسول		مجرای ورود گاز
	بدنه		سوپاپ کاهش فشار
	لوله واسطه		واشر جذب‌کننده گرما
	پیچ قطع جریان گاز		گیج فشار کپسول
	مهره تنظیم فشار		فنر اصلی
	میله تنظیم فشار		اتاقک اول کاهش فشار
	واسطه اتصال حرکت		صفحه تنظیم فشار
	فنر برگشت سوپاپ		واسطه بالا برنده سوپاپ
	اتاقک دوم کاهش فشار		سوپاپ کاهش فشار
	گیج فشارگاز		پیچ تنظیم فشار مورد لزوم

فشارسنج‌ها

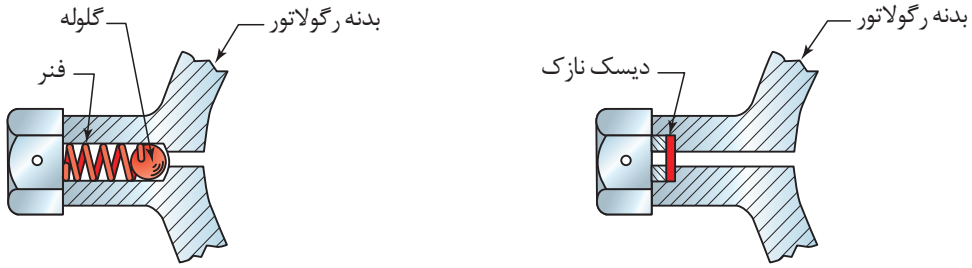
روی هر رگولاتور دو عدد فشارسنج نصب شده است. یکی از آنها فشارکاری و دیگری فشار داخل سیلندر را نشان می‌دهد. (شکل ۳ـ۱۵)



شکل ۳ـ۱۵ـ شیرهای اطمینان در رگولاتور اکسیژن

سوپاپ اطمینان

رگولاتورها مجهز به یک شیر اطمینان هستند تا از ایجاد فشار اضافی ممانعت کنند و به رگولاتور آسیبی نرسد. شیر اطمینان از توپ کوچکی تشکیل شده است که با فنری به سختی مقابل سر لوله قرار گرفته است. پس از اینکه فشار اضافی رها شد، شیر اطمینان خود به خود به حالت اول برمی‌گردد. دیسک محافظ قطعهٔ نازکی است که بین دو فلز برای آب‌بندی استفاده می‌شود. (شکل ۳ـ۱۶)

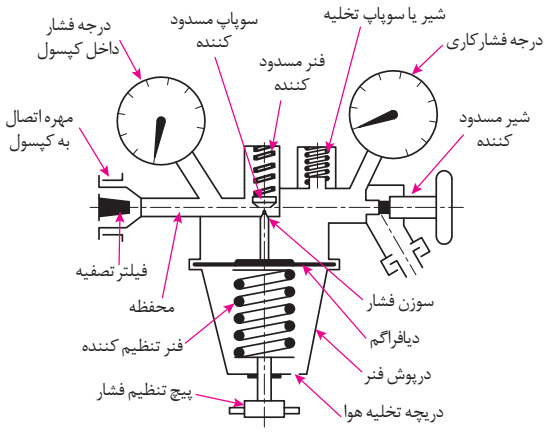


سوپاپ دیسک محافظ — **سوپاپ‌های رهاکننده محافظ**

شکل ۳ـ۱۶ـ سوپاپ‌های اطمینان (آزادکننده فشار)

رگولاتورهای یک مرحله‌ای

در صنعت بیشتر از رگولاتورهای یک مرحله‌ای استفاده می‌شود در این رگولاتورها یک فشارسنج، فشار گاز داخل کپسول و فشارسنج دیگر فشار گاز مصرفی را نشان می‌دهد. (شکل ۳ـ۱۷)



شکل ۳ـ۱۷ـ برش رگولاتور یک مرحله‌ای

روش کار بدین ترتیب است که گاز از دریچه اول وارد یک فضای بزرگ‌تر شده، انبساط پیدا کرده و فشار آن کاهش می‌یابد و از طریق شیر به شیلنگ هدایت می‌شود. هر رگولاتور دارای یک پیچ است که با گردش آن می‌توان حجم این فضا را افزایش یا کاهش داد و فشار گاز خروجی را تنظیم نمود. (شکل ۳ـ۱۸)



شکل ۳ـ۱۸ـ بستن رگولاتور به کپسول

مشعل‌های جوشکاری

وظیفه اختلاط و هدایت مخلوط گازها را دارند. روی مشعل دو عدد شیر برای تنظیم شدت جریان گازها وجود دارد و سر مشعل به‌دسته متصل می‌شوند. به مشعل اکسی‌استیلن بک و نوک آن سربک نیز می‌گویند. (شکل ۳ـ۱۹)

مشعل جوشکاری از چهار بخش اصلی تشکیل شده است:

۱ دسته ۳ محفظهٔ اختلاط

۲ شیرها با دریچه‌های تنظیم گاز ۴ افشانک یا نازل



شکل ۳ـ۱۹ـ مشعل

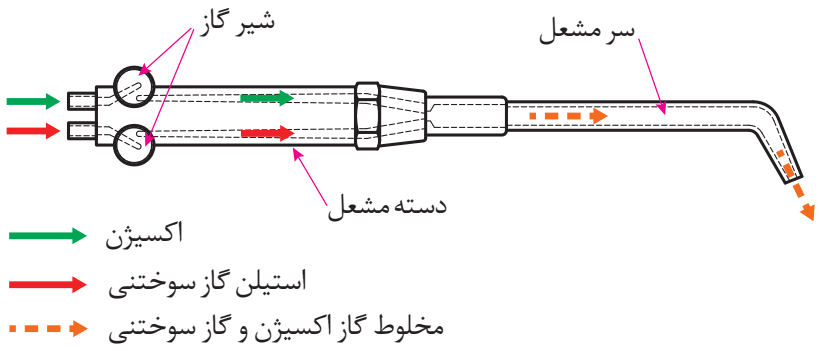
بعضی کارخانه‌های سازنده سرمشعل اعدادی را که نشان‌دهنده مصرف گاز استیلن (استیلن یا کل گاز) برحسب لیتر در ساعت است روی سر مشعل حک می‌کنند (مثلاً شماره ۱۰۰ یعنی در هر ساعت ۱۰۰ لیتر گاز مصرف می‌شود)، برخی دیگر ضخامت‌های فلز مورد جوشکاری را روی آن حک می‌کنند.

مشعل‌های جوشکاری دو دسته‌اند:

الف) فشار قوی یا برابر ب) فشار ضعیف یا انژکتوری

در مشعل‌های فشار برابر، گاز اکسیژن و استیلن با فشار مساوی وارد محفظه اختلاط شده و با هم مخلوط می‌شوند و در سرمشعل با جرقه فندک جوشکاری روشن شده و شعله متمرکز ایجاد می‌کنند. در گذشته این مشعل در جوشکاری مورد استفاده بوده است. (شکل ۳ـ۲۰)

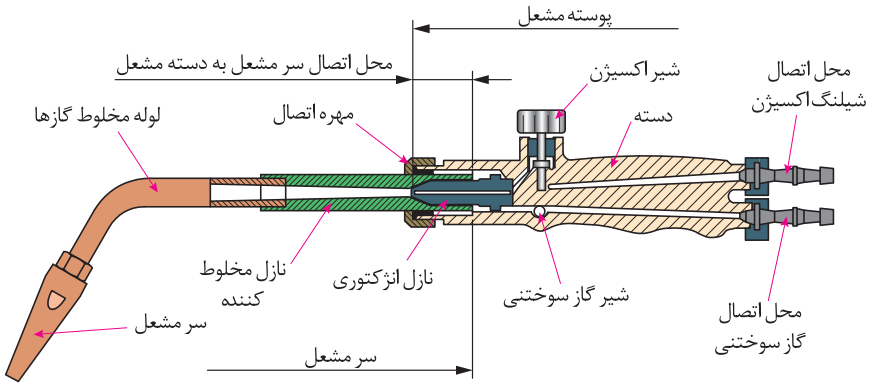
جنس مشعل‌ها ممکن است از فلزات مختلف مثل برنج، آلومینیم یا فولاد زنگ‌نزن باشد.



شکل ۳ـ۲۰ـ شماتیک مشعل جوشکاری اکسی استیلن

مشعل‌های فشار ضعیف یا انژکتوری

در این مشعل‌ها گاز سوختنی و اکسیژن به وسیله انژکتور با هم مخلوط می‌شوند و فشار گاز سوختنی کم و فشار اکسیژن بیشتر است. امروزه این نوع مشعل‌ها بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. عمل مخلوط شدن گاز اکسیژن با گاز سوختنی در سر مشعل انجام می‌شود. انژکتور دارای سوراخ ریزی در وسط بوده که اطراف آن روزنه‌هایی به شکل تاج دایره تعبیه شده است. مزیت اصلی مشعل فشار ضعیف یا انژکتوری این است که می‌توان از فشار کم استیلن استفاده کرد. اندازه سرمشعل و ضخامت فلزی که جوشکاری می‌شود، در فشار استیلن تأثیری ندارد.



شکل ۳ـ۲۱ـ برش دسته مشعل و سرمشعل جوشکاری

کار کلاسی

هنرجوی گرامی با توجه به شماره‌گذاری، روی شکل ۳ـ۲۱ مشعل و سرمشعل جوشکاری جدول زیر را تکمیل نمایید.

شماره	نام	شماره	نام
	سرمشعل		نازل مخلوط کننده
	لوله مخلوط گازها		نازل انژکتوری
	مهره اتصال		شیر گاز سوختنی
	محل اتصال گاز سوختنی		محل اتصال سرمشعل به‌دسته مشعل
	محل اتصال شیلنگ اکسیژن		شیر اکسیژن
	دسته		پوسته مشعل



شکل ۳ـ۲۲ـ سرمشعل‌های مخصوص جوشکاری

همراه هر دسته مشعل چند سرمشعل جوشکاری با شماره‌های مختلف وجود دارد، سرمشعل‌ها دارای شماره‌هایی هستند که روی سرمشعل حک می‌شود و معمولاً استاندارد خاصی ندارد و با توجه به ضخامت ورق یا میزان مصرف گازها در ساعت شماره‌گذاری شده‌اند. (جدول‌های ۳ـ۴ و ۳ـ۵)

جدول ۳ـ۴ـ شمارهٔ انتخاب مشعل با توجه به ضخامت ورق

مصرف استیلن (لیتر در ساعت)	ضخامت ورق (میلی‌متر)	شمارهٔ مشعل (میلی‌متر)
۱۵۰	۱	۱ـ۲
۳۰۰	۲ تا ۴	۲ـ۴
۵۰۰	۴ تا ۶	۴ـ۶



شکل ۳ـ۲۳

فندک: برای روشن‌کردن مشعل استفاده می‌شود. (شکل ۳ـ۲۳)



شکل ۳ـ۲۴

سوزن یا سوهان سر مشعل (سوزن بک): برای تمیز کردن نوک مشعل از آن استفاده می‌شود. (شکل ۳ـ۲۴)



شکل ۳ـ۲۵

عینک جوشکاری: برای محافظت از چشم در مقابل نور زیاد ایجاد شده توسط شعله استفاده می‌شود. (شکل ۳ـ۲۵)

نکته

با توجه به نوع کار از عینک با شیشه‌های مختلف استفاده می‌شود.

جدول ۳ـ۵ـ شماره شیشه عینک و ماسک جوشکاری برای کارهای مختلف

شمارهٔ شیشه	موارد استفاده	درصد اشعه‌های عبوری از شیشه		
		نور مرئی	فروسرخ	فرابنفش
۲	انعکاس نور شدید و گرم کاری	۲۸	۰/۸۷	۱۰/۷۵
۳	لحیم نرم با شعله	۱۶	۰/۴۳	۱۰/۳۵
۴	لحیم سخت با شعلهٔ استیلن	۶/۵	هیچ	۰/۰۹۷
۵	جوشکاری و برشکاری سبک استیلن	۲	هیچ	۰/۰۴۶
۶	استاندارد جوشکاری استیلن	۰/۸	هیچ	هیچ

ایمنی در جوشکاری با شعلهٔ اکسی‌استیلن

اجرای قواعد و مقررات حفاظت فنی و ایجاد شرایط ایمن در کار یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین موضوعاتی است که هر شخص باید قبل از شروع کار با آن آشنا بوده و با مطالعه و بررسی همه جانبه محیط شروع به کار نماید. در کارگاه جوشکاری یک گاز سوختنی و گاز اکسیژن در کنار هم قرار دارند. کمترین بی‌توجهی آتش‌سوزی و انفجار را موجب می‌شود.

آلودگی‌های گازی

از سوختن گازها در جوشکاری و برشکاری آلودگی‌های گازی تولید می‌شود که در جدول زیر به برخی از آنها اشاره شده است.

جدول ۳ـ۶ـ آلودگی‌های گازی

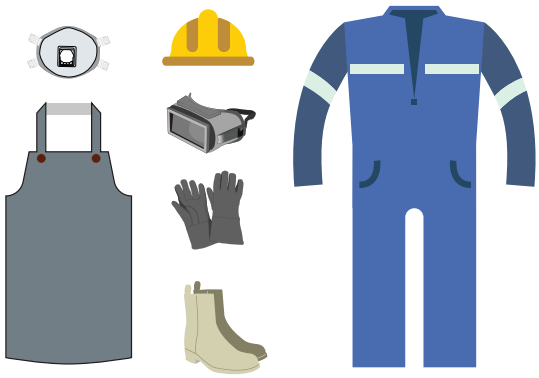
نوع آلودگی	مشخصات و عوارض آن
گاز CO_2	گاز کربنیک از هوا سنگین‌تر بوده و فضای جوشکاری را اشغال کرده و اکسیژن هوا هم صرف سوختن گاز در مشعل می‌شود پس در محل جوشکاری اکسیژن کافی وجود ندارد.
گاز CO	این گاز موجب سرگیجه و تهوع و تاری چشم می‌شود. به طور کلی گازها و بخارات ممکن است عوارض ریوی ایجاد کند.
بخارات فلزی	در اثر دمای زیاد شعله فلزات هم تبخیر شده و بخارات فلزی تولید می‌کنند استنشاق بخارات فلزی تشکیل شده بسیاری از اکسیدهای فلز مثل روی، نیکل، مس، کروم و جوشکاری ورق‌های گالوانیزه می‌توانند موجب عارضه تب بخارات فلزی شود.

تهویه مناسب از محل انجام فرایند و تصفیه آن روش مناسبی برای برطرف نمودن این آلودگی‌ها می‌باشد.

ایمنی فردی

تجهیزات فردی زیر در هنگام جوشکاری با شعله اکسی استیلن استفاده می‌شود. (شکل ۳ـ۲۶)

لباس کار ـ پیش‌بند چرمی ـ دستکش چرمی ـ کفش چرمی ـ پای‌بند ـ عینک جوشکاری و تجهیزات کلاه ایمنی



شکل ۳ـ۲۶ـ لباس ایمنی جوش گاز

رعایت نکات زیر در کارگاه جوشکاری اکسی گاز ضروری است.

۱ جلو و پشت درهای خروجی اضطراری مانعی نباشد.

۲ محل نصب کپسول‌های آتش‌نشانی و شیلنگ‌های آب و ظرف شن مخصوص آتش‌نشانی را به خاطر بسپارید.

۳ قبل از روشن کردن مشعل اطراف محل کار را از مواد سوختنی پاک کنید.

۴ از جوشکاری سطوح رنگ شده خودداری نمایید چون امکان آتش‌سوزی وجود دارد.

۵ وجود سیم‌های سیار برق در کنار شیلنگ‌های گاز خطرساز است.

۶ در هنگام آتش‌سوزی شیرفلکه گازها را بسته و مواد قابل اشتعال را از محل دور کنید.

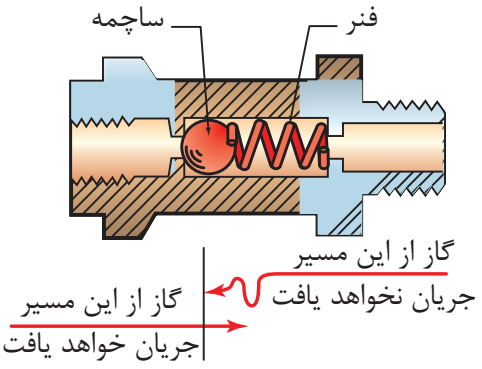
پس زدن سطحی (Back Fire): در این حالت شعله روشن به داخل مشعل کشیده شده و با یک صدای بنگ همراه می‌باشد. چنانچه سوختن گاز در داخل مشعل ادامه یابد، با یک صدای هیس همراه می‌باشد که ممکن است باعث ذوب قسمت‌های انژکتوری مشعل شود.

پس زدن عمقی: (Flash Back): در این حالت شعله از مشعل عبور نموده و به شیلنگ‌ها و کپسول‌ها می‌رسد که می‌تواند باعث انفجار کپسول و ترکیدن شیلنگ شود.

شیر یک طرفه (Check Valve): شیر یک طرفه پشت مشعل در مسیر ورودی گازها بسته می‌شود و به‌طور مؤثری از معکوس شدن جریان جلوگیری می‌نماید.

بازدارنده برگشت شعله (Flash Back): در سر خروجی رگولاتور نصب شده و از کشیده شدن شعله به داخل کپسول یا سیستم تأمین سوخت می‌شود. (شکل ۳ـ۲۷)





شکل ۳ـ۲۷ـ بازدارندهٔ برگشت شعله

شیلنگ‌ها و اتصالات

اکثر شیلنگ‌های جوشکاری که امروزه استفاده می‌شوند به صورت چسبیده به هم و یکپارچه می‌باشد که شیلنگ دوقلو (siamese hose or Twin oxy wedding hose) نامیده می‌شوند. گاهی شیلنگ‌هایی که به این شکل نیستند و یا دارای انتهای جدا از هم هستند با یک نوار به هم بسته شوند. هنگامی که شیلنگ‌ها با نوار به هم بسته می‌شوند نوار نباید همهٔ طول شیلنگ را بپوشاند.

کارگاهی

آماده‌سازی یک سیستم جوشکاری سیار اکسی‌استیلن

شرایط محل انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی)

تجهیزات ایمنی:

تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش‌بند، کلاه ایمنی سبک، عینک جوشکاری، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشتی را تهیه کنید.

تجهیزات فنی:

کپسول‌های اکسیژن و استیلن، یک عدد رگولاتور اکسیژن و یک عدد رگولاتور استیلن، شیلنگ هدایت‌کننده اکسیژن و استیلن، مشعل جوشکاری، آچار مخصوص بستن مهره رگولاتور، دو عدد شیر اطمینان و دو عدد بازدارندهٔ برگشت شعله.

شروع کار

۱ یک کپسول پر اکسیژن و یک کپسول پر استیلن را روی ارابه قرار دهید و با زنجیر یا بست تسمه‌ای کپسول را ببندید. (شکل ۳ـ۲۸)



شکل ۳ـ۲۸

۲ کلاهک کپسول‌ها را با دست باز کنید و دهانه و پیچ خروجی گازها را با پارچه نرم و مناسب تمیز کنید تا در مجرای خروجی، هرگونه مواد و گرد و خاک وجود نداشته باشد. (شکل ۳ـ۲۹)



شکل ۳ـ۲۹

نکته ایمنی:
به هیچ وجه اتصال کلاهک، به کپسول‌های اکسیژن را روغن‌کاری یا گریس‌کاری نکنید، زیرا باعث ترکیب با اکسیژن شده و انفجار رخ می‌دهد همچنین در باز و بستن کپسول اکسیژن به هیچ عنوان از ابزاری که به چربی آلوده باشند، استفاده نکنید.

۳ رگولاتور اکسیژن را از نظر سلامت ظاهری کنترل کنید و توجه داشته باشید که واشر یا اورینگ داخل مهره اتصال به کپسول وجود داشته باشد. در صورت لزوم آن را با واشر نو تعویض کنید و سپس با آچار، رگولاتور اکسیژن را به کپسول ببندید. (شکل ۳ـ۳۰)


شکل ۳ـ۳۰

نکته ایمنی:
هنگام بستن رگولاتور به کپسول مراقب باشید از نوار تفلون استفاده نشود، روغن‌کاری نشود، پیچ دنده به دنده بسته نشود و کامل سفت شود. (ابتدا با دست مهره را ببندید سپس با آچار سفت کنید). (شکل ۳ـ۳۱)


شکل ۳ـ۳۱

توجه داشته باشید که هنگام باز کردن شیر کپسول اکسیژن مقابل آن قرار نگیرید که اگر احتمالاً دنده به دنده سفت شده باشد و دنده خراب باشد با فشار زیاد پرتاب می‌شود و به صورت برخورد نکند و محل اتصال رگولاتور به کپسول را، جهت کنترل نشتی با آب صابون کنترل کنید و در صورت نشتی، با آچار کمی مهره رگولاتور را سفت کنید و مجدداً آزمایش نشتی انجام گیرد تا رفع نشتی شود.

۴ رگولاتور استیلن را به همین ترتیب به کپسول استیلن ببندید.

نکته:
برای جلوگیری از اشتباه بستن رگولاتورها مهره را چپ‌گرد یا راست‌گرد طراحی می‌کنند. مهره رگولاتور اکسیژن راست‌گرد، اما مهره رگولاتور استیلن چپ‌گرد است، چون استیلن یک گاز سوختنی است و این نکته ایمنی در مورد تمام کپسول‌های گاز قابل‌اشتعال وجود دارد.


شکل ۳ـ۳۲

شیلنگ‌های نو به پودر تالک آغشته هستند برای خارج‌کردن پودر از هوای فشرده استفاده‌کنید. (شکل ۳ـ۳۲)

۵ شیلنگ‌های استیلن قرمز رنگ و اکسیژن سبز رنگ می‌باشد. شیلنگ‌ها را با طول مناسب (حداقل سه متر) به وسیله بست مخصوص و توسط پایه سرشیلنگی به شیلنگ‌ها بسته و سپس به بازدارنده برگشت شعله در سر خروجی رگولاتور نصب نمایید. (شکل ۳ـ۳۳)



شکل ۳ـ۳۳

۶ شیر یک‌طرفه یا شیر فلاش‌بک در پشت مشعل در مسیر ورودی گازها بسته شود تا از معکوس شدن جریان گاز جلوگیری نماید. (شکل ۳ـ۳۴)



شکل ۳ـ۳۴ـ بسته شدن شیر اطمینان در اتصال شیلنگ‌های مشعل جوشکاری اکسیژن (سبز) و استیلن (قرمز)

نکته:

مهره سرشیلنگی گاز استیلن دارای یک شیار در وسط است و دارای رزوه چپ‌گرد است که در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت محکم می‌شود.

برای تعویض یا نصب سرشیلنگ، ابتدا شیلنگ را به صورت سرتخت ببرید. بست با اندازه برابر شیلنگ انتخاب شود. پستانک و مهره را به بدنهٔ مشعل پیچ کنید. (شکل ۳ـ۳۵)



شکل ۳ـ ۳۵ـ پیچ کردن سرپیچ به درون شیلنگ و فشار دادن پستانک داخل شیلنگ

۷ وقتی که عملیات چین دادن تمام شد شیلنگ را روی مشعل و رگولاتور نصب کنید. سپس رگولاتور را روی فشار کاری تنظیم کنید. (شکل ۳ـ۳۶)



شکل ۳ـ۳۶ـ شیار انداختن روی حلقه دور شیلنگ (برای سفت کردن شیلنگ موج‌دار)

۸ اتصالات را به وسیله محلول نشت‌یابی یا توسط محلول آب صابون آزمایش کنید. به حباب‌های تشکیل شده که نشانگر وجود نشتی است نگاه کنید. (۳ـ۳۷ و ۳ـ۳۸)



شکل ۳ـ۳۷ـاسپری کردن محلول نشتی‌یاب روی اتصالات



شکل ۳ـ ۳۸ـ کنترل سلامت شیلنگ‌ها

نکته ایمنی:

از تعمیر شیلنگ‌های آسیب‌دیده با نوار چسب و امثال آن خودداری کنید. باید اقدام به تعویض آنها گردد و از شیلنگ نو استفاده شود.

در نهایت شیر فلکه‌های گاز را بسته و شیلنگ‌ها را جمع‌آوری کنید و محل کار را تمیز کرده و وسایل را به انبار تحویل دهید.

کارکارگاهی

روشن کردن مشعل، تنظیم شعله و خاموش کردن آن

شرایط محل انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی)

تجهیزات ایمنی:

ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش‌بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشتی را تهیه کنید.

تجهیزات فنی:

سیستم جوشکاری اکسی‌استیلن ـ فندک جوشکاری

تمرین روشن کردن مشعل

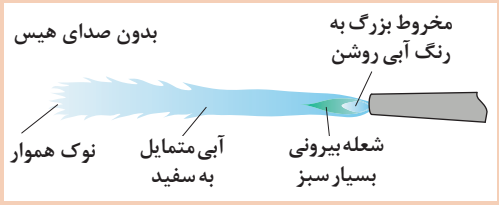
شیر اکسیژن را حدود $\frac{۱}{۴}$ تا $\frac{۱}{۳}$ دور باز کرده و سپس شیر استیلن را در حدود $\frac{۱}{۲}$ دور باز و مشعل را به فندک و شمعک جوشکاری نزدیک نمایید در این حال شعله در سر مشعل بدون آنکه دوده در فضای کارگاه منتشر گردد روشن می‌شود، حال می‌توان شعله مورد نیاز را تنظیم کرد.

تمرین تنظیم شعله احیا

در ابتدا شعله زرد رنگ است و کمی دوده دارد، یعنی اکسیژن کافی برای سوختن کامل به شعله نمی‌رسد اگر کمی گاز اکسیژن را بیشتر باز کنید شعله‌ای بدون دود و زرد رنگ خواهیم داشت. این شعله هنوز اندکی استیلن اضافی دارد و کربن ده است برای روکش‌کاری سخت بر روی فولادها به کار می‌رود. (شکل ۳ـ۳۹)

شعله احیا دارای سه بخش است. این نوع شعله در جوشکاری قطعات چدنی و آلومینیومی استفاده می‌شود.





شکل ۳ـ۳۹ـ تنظیم شعله احیا (کربن ده)

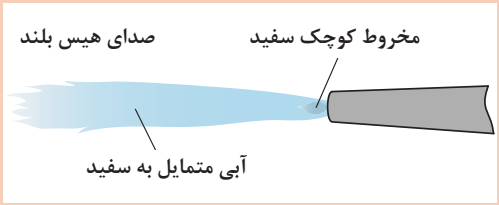
تمرین تنظیم شعله خنثی

پس از تنظیم شعله احیا به آرامی شیر اکسیژن را کمی بیشتر باز کنید تا میزان خروجی دو گاز استیلن و اکسیژن برابر شود. شعله خنثی دارای دو بخش می‌باشد. این شعله برای جوشکاری فولادها مناسب است.

تمرین تنظیم شعله اکسید

پس از تنظیم شعله خنثی، اگر باز هم میزان اکسیژن را اضافه کنیم، در این حالت شعله اکسیدی است چنین شعله‌ای برای جوشکاری قطعات برنجی و آلیاژهای روی مناسب است. (شکل ۳ـ۴۰).





شکل ۳ـ۴۰ـ تنظیم شعلهٔ اکسید

برای خاموش کردن شعله ابتدا شیر استیلن مشعل و پس از خاموش شدن شعله، شیر اکسیژن را ببندیم.

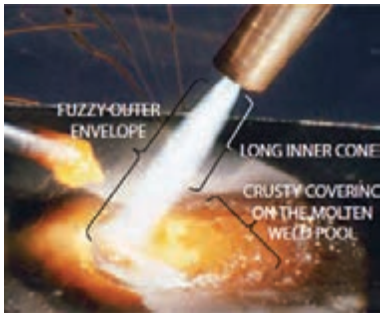
نکته

پس از خاموش کردن شعله، شیر کپسول‌ها را بسته و شیرهای روی دسته مشعل را باز کنید تا گازها خارج شوند.
پس از خروج گازها شیرهای روی دسته مشعل را بسته و پیچ تنظیم فشار دستگاه‌های تنظیم را کاملاً باز نمایید تا فشار از روی آنها برداشته شود.

کار کلاسی

در جدول ۳ـ۷ با توجه به شکل شعله در حین جوشکاری تأثیر شعله در فلز را بنویسید.

جدول ۳ـ۷

انواع شعله	تأثیر شعله در فلز	شکل شعله در حین جوشکاری
شعله احیا		
شعله خنثی		
شعله اکسید		

عوامل مؤثر بر جوشکاری با شعله اکسی‌استیلن

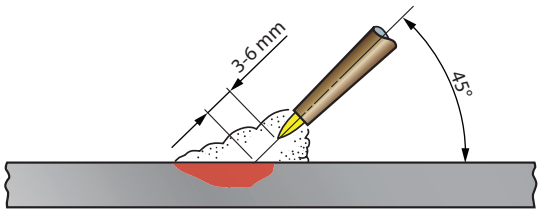
اندازه سرمشعل

اندازه سرمشعل با توجه به عرض جوش و عمق نفوذ انتخاب می‌شود.

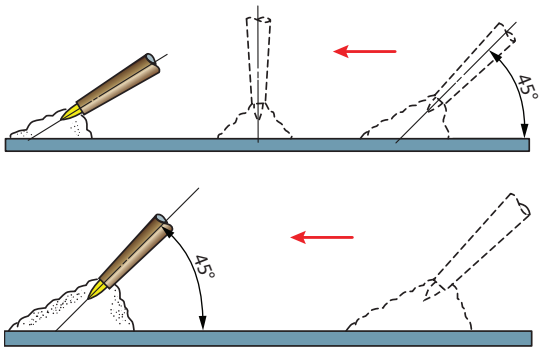
سایز کمتر از حد سر مشعل نسبت به ضخامت ورق	راندمان پایین، ذوب و نفوذ ناقص
سایز بیشتر از حد سرمشعل نسبت به ضخامت ورق	ناپایداری شعله، قطع و وصل شدن شعله و پاشش مذاب

زاویه مشعل جوشکاری

زاویه مشعل نسبت به قطعه کار، در سرعت ذوب و اندازه حوضچه مذاب تأثیر مستقیم دارد. زاویه ایده‌آل ۴۵درجه می‌باشد. (شکل‌های ۳ـ۴۱ و ۳ـ۴۲)



شکل ۳ـ۴۱ـ زاویه ایده‌آل برای مشعل جوش۴۵ درجه



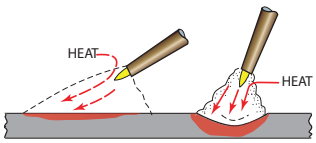
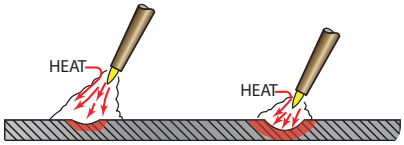
شکل ۳ـ۴۲ـ جهت پیشروی و زاویه مشعل جوشکاری

با افزایش زاویه به سمت زاویه ۹۰ درجه، نرخ گرمادهی افزایش می‌یابد و با کاهش زاویه به سمت صفر درجه، نرخ گرمادهی کاهش می‌یابد.

فاصله بین مخروط داخلی و قطعه کار باید ۳ تا ۶ میلی‌متر باشد.

نکته

با افزایش این اندازه، نرخ گرمادهی کاهش می‌یابد. (شکل ۳ـ۴۳) و اگر این فاصله خیلی کم شود احتمال مسدود شدن نازل، پاشش زیاد و خطر پس زدن شعله وجود دارد.

تغییر زاویه بین سر مشعل و حوضچه مذاب	
تغییر فاصله بین سر مشعل و حوضچه مذاب	

شکل ۳ـ۴۳

قطر سیم جوش

قطر سیم جوش و حرکات دستی مشعل می‌تواند مشخصات مهره جوش را کنترل کند. همان‌طور که سرمشعل با توجه به ضخامت قطعه کار تعیین می‌شود قطر سیم جوش نیز تابع ضخامت ورق مورد جوشکاری می‌باشد.

کارگاهی

ایجاد و حفظ حوضچه مذاب روی ورق فولادی

شرایط محل انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی)

تجهیزات ایمنی:

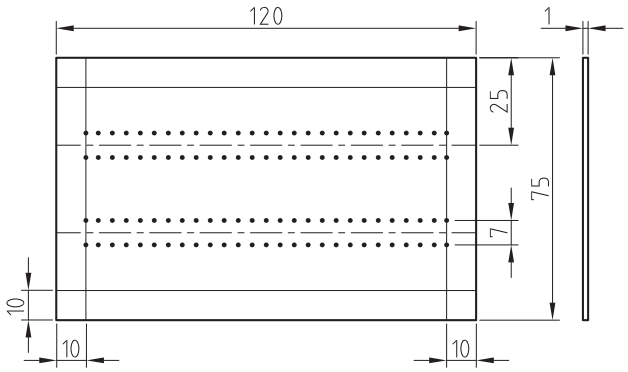
تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش‌بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشتی را تهیه کنید.

تجهیزات فنی:

دستگاه جوشکاری اکسی‌استیلن، انتخاب سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش و چکش ساده

مواد مصرفی:

ورق فولادی st37 به ابعاد ۱ × ۷۵ × ۱۲۰



شکل ۳ـ۴۴ـ نقشه قطعه کار خط‌کشی شده

شروع کار

۱ با استفاده از نقشه، قطعه کار را خط‌کشی کرده و با سنبه‌نشان علامت بزنید.

۲ سرمشعل مناسب ذوب سطحی با توجه به ضخامت ورق انتخاب کنید و آن را روی مشعل ببندید.

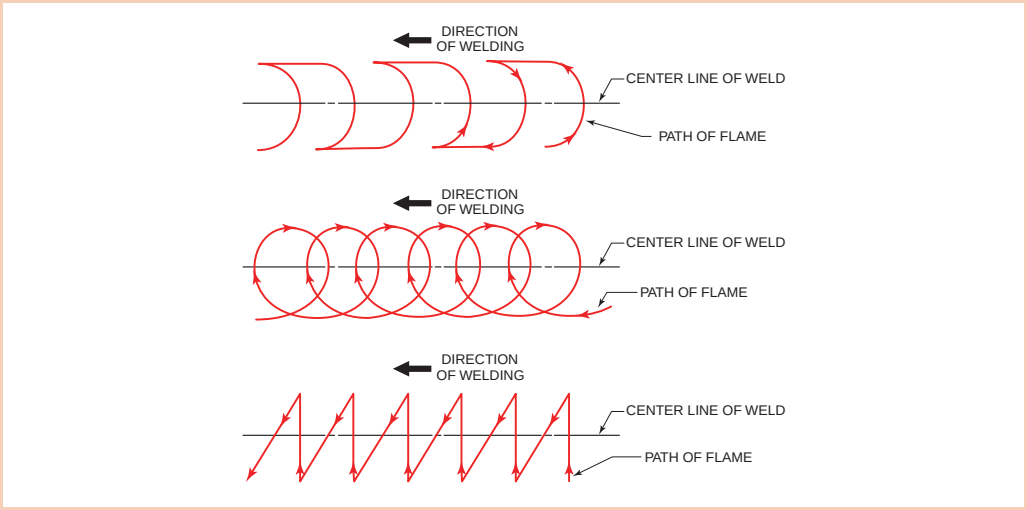
۳ فشار کپسول‌های اکسیژن و استیلن را با توجه به جداول استاندارد تنظیم کنید.

۴ مشعل را روشن و شعله خنثی را تنظیم کنید.

۵ مشعل را با یکی از الگوهای هلالی، دایره‌ای یا زیگزاگ، روی ورق فولادی به حرکت درآورید.

تکنیک انجام کار

شعله را در ابتدا بین دو خط سنبه‌نشان زده شده تحت زاویه ۷۰ـ۶۰ درجه به کار نزدیک کنید به صورتی که فاصله نوک مشعل تا قطعه کار ۳ تا ۵ میلی باشد. (شکل ۳ـ۴۵)



شکل ۳ـ۴۵ـ الگوهای حرکتی مشعل

نکته:

برای گرم کردن فلز پایه پیش از ایجاد حوضچه مذاب، مشعل را به صورت دایره‌ای به حرکت درآورید این نوع حرکت سبب پخش یکنواخت گرما می‌شود وقتی که فولاد ذوب و شروع به حرکت درآمد، می‌توانید حوضچه مذاب ایجاد شده را هدایت کنید. توجه داشته باشید مذاب را به جلو هدایت کنید به نحوی که مذاب در جلوی نوک مشعل باشد سرعت پیشروی و حوضچه مذاب باید کنترل شود.

هنرجوی عزیز مشعل را به فلز نزدیک کنید و هرگاه دیدید سوراخی در حال ایجاد شدن است به سرعت مشعل را عقب بکشید. با تمرین می‌توانید کم‌کم از عهده کنترل گرما و حفظ حوضچه مذاب برآیید. آن قدر تمرین کنید تا ضمن اینکه ورق سوراخ نشود از پشت ورق بر آمدگی حاصل از ذوب سطحی مشاهده شود.

۶ در پایان تمرین ذوب سطحی مشعل را خاموش کرده، فلکه کپسول‌های گاز یا شیر خط لوله‌های گاز را ببندید، شیلنگ‌ها را جمع‌آوری کنید و قطعه کار را برس زده و آن را برای ارزیابی و راهنمایی به هنرآموز خود تحویل دهید.

اصول جوشکاری اکسی‌استیلن با سیم جوش در حالت تخت

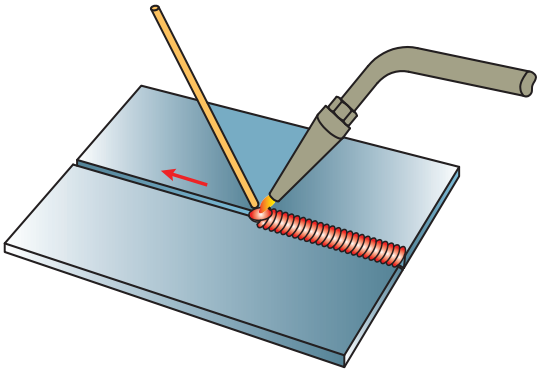
در جوشکاری با شعله و سیم جوش، دو روش متفاوت وجود دارد که عبارت‌اند از:

الف) روش پیش‌دستی[۱] ب) روش پس‌دستی[۲]

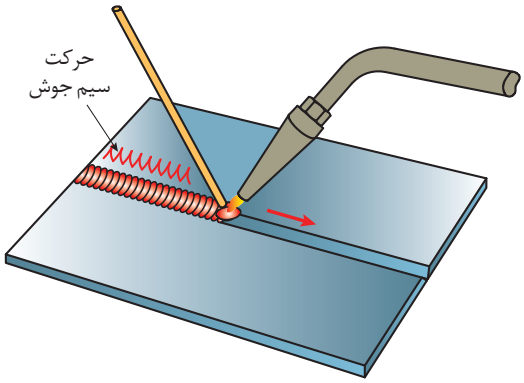
۱ـ Fore Hand

۲ـ Back Hand

منظور از ذکر اصطلاحاتی مانند پیش‌دستی و پس‌دستی، مشخص‌کردن امتداد نوک مشعل نسبت به امتداد خط جوش است. (شکل‌ها ۳ـ۴۶ و ۳ـ۴۷)



شکل ۳ـ۴۶ـ روش پیش‌دستی

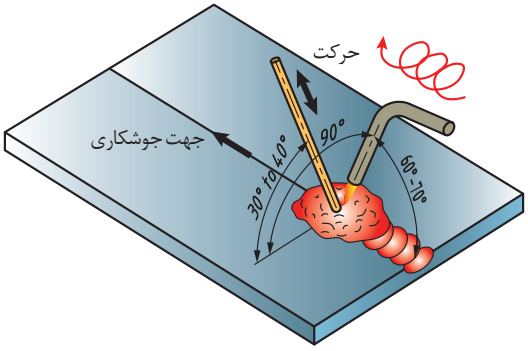


شکل ۳ـ۴۷ـ روش پس‌دستی

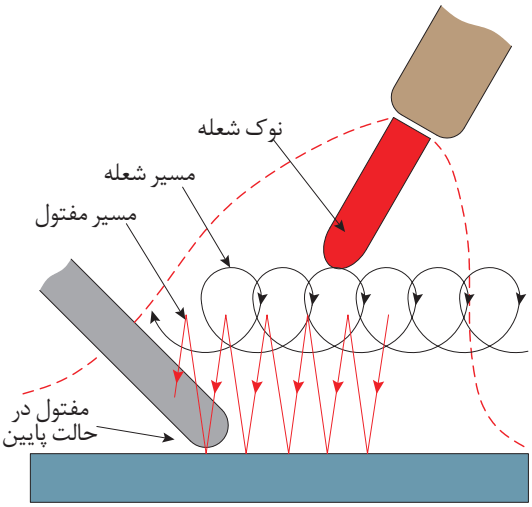
اصول جوشکاری اکسی‌استیلن با روش پیش‌دستی

در جوشکاری با روش پیش‌دستی، نوک مشعل باید در امتداد خط جوش باشد. به این ترتیب می‌توان فلز پایه را پیش گرم کرد، تا در هنگام ایجاد خط جوش، حوضچه مذاب به آسانی تشکیل شود.

برای استفاده از سیم جوش همچنان که حوضچه مذاب را در طول درز جوش به جلو می‌رانید، سیم جوش را باید به‌طور یکنواخت در حوضچه مذاب فرو و بیرون آورد تا خط جوش یکنواختی ایجاد شود. (شکل‌های ۳ـ۴۸ و ۳ـ۴۹)

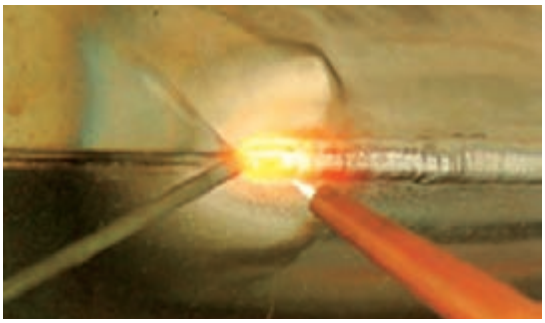


شکل ۳ـ۴۸ـ ایجاد گرده جوش با سیم جوش



شکل ۳ـ۴۹ـ چگونگی حرکت مشعل و سیم جوش در جوشکاری

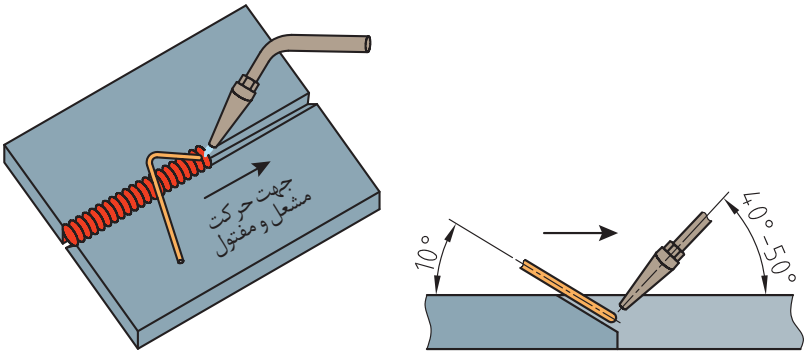
در نتیجه برجستگی جوش کمتر است و چون گرمای شعله بلافاصله از محل منجمد شدن مذاب دور می‌شود جوش سریع‌تر سرد می‌شود (شکل ۳ـ۵۰) این روش برای جوشکاری ورق‌های نازک تا ضخامت ۳ میلی‌متر مناسب است.



شکل ۳ـ۵۰ـ جوشکاری به روش پیش‌دستی

اصول جوشکاری اکسی استیلن به روش پس‌دستی

در این روش شعله بر روی جوش رسوب داده شده، متمرکز است و سیم جوش بین شعله و جوش قرار دارد. از این روش بیشتر برای جوشکاری قطعات ضخیم که نیاز به آماده‌سازی از قبیل پخ‌سازی دارند استفاده می‌شود. روش پس‌دستی از نظر صرفه‌جویی در زمان، مصرف اکسیژن و استیلن مقرون به‌صرفه است. از طرفی چون شعله به طرف درز تازه جوشکاری شده است آرام‌تر نیز سرد می‌شود اغلب مواقع خواص جوش را بهبود می‌بخشد و از طرف دیگر به نفوذ بیشتر جوش و افزایش استحکام اتصال منجر خواهد شد. این روش در تمام وضعیت‌ها قابل اجرا است. (شکل ۳ـ۵۱)



شکل ۳ـ۵۱ـ جهت حرکت مشعل و سیم جوش و زوایای جوشکاری

چگونه سیم جوش مناسب برای جوشکاری انتخاب کنیم؟

قطر سیم جوش تابع ضخامت ورق می‌باشد و قطر آن را به اندازه یک میلی‌متر بیشتر از نصف ضخامت ورق در نظر می‌گیرند. به عبارت دیگر خواهیم داشت:

$$d = \frac{e}{۲} + ۱mm$$

در این رابطه d قطر مفتول (سیم جوش) و e ضخامت ورق برحسب میلی‌متر است. به جدول شماره ۳ـ۸ در این خصوص توجه فرمایید.

نکته

۱ـ سرعت جوشکاری از حد معینی نمی‌تواند تجاوز کند همچنین قطر مفتول از حد معینی نمی‌تواند بیشتر شود، چون به راحتی ذوب نمی‌شود.
سیم‌جوش‌های مصرفی در فرایند اکسی‌استیلن اغلب به صورت سیم‌های بریده شده با طول‌های استاندارد یا بنا به سفارش مصرف‌کننده با قطرهای مختلف (۱/۶ تا ۶/۴ میلی‌متر) تولید می‌شوند.
۲ـ برای جلوگیری از زنگ‌زدگی سیم در هنگام انبارداری سطح آن را با یک لایهٔ مسی روکش می‌کنند.

طبقه‌بندی سیم‌جوش‌ها براساس ترکیب شیمیایی انجام می‌شود. قطر مفتول‌های جوشکاری گاز معمولاً ۱/۶، ۲، ۲/۵، ۴، ۵ میلی‌متر می‌باشد و طول آنها تا ۱متر هم می‌رسد.

جدول ۳ـ۸ـ وابستگی عوامل گوناگون به ضخامت ورق برای جوش لب به لب در وضعیت سطحی

ضخامت ورق به میلی‌متر	شمارهٔ پستانک مشعل	قطر سیم‌جوش به میلی‌متر	زمان برای یک متر جوشکاری به دقیقه	سرعت جوش به متر بر ساعت	مواد مصرفی در یک متر جوشکاری		
					گاز استیلن به لیتر	گاز اکسیژن به لیتر	سیم‌جوش به گرم
۱	۱۰۰	۲	۵	۱۲	۸/۵	۱۰	۲۰
۱/۵	۱۴۰	۲	۷/۵	۸	۱۹	۲۲	۳۵
۲	۲۰۰	۳	۱۰	۶	۳۵	۴۲	۵۰
۲/۵	۲۵۰	۳	۱۲	۴/۷	۴۸	۵۷	۶۵
۳	۳۱۵	۳	۱۵	۴	۷۵	۹۰	۹۰

کارگاهی

ایجاد خط جوش و گرده‌سازی بر روی ورق فولادی در حالت تخت به روش پیش‌دستی (1G)

شرایط محل انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی)

تجهیزات ایمنی:

تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش‌بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشتی را تهیه کنید.

تجهیزات فنی:

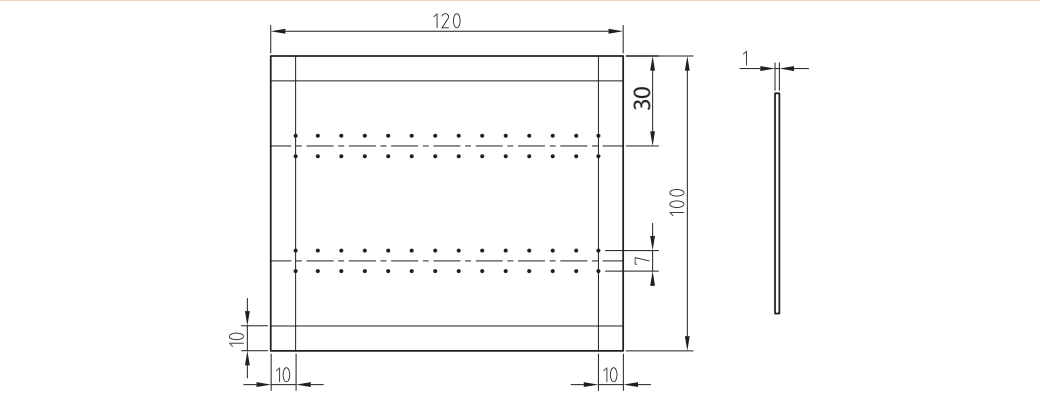
سیستم جوشکاری اکسی‌استیلن، انتخاب سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده و میزکار.

مواد موردنیاز:

ورق فولاد معمولی st37 به ابعاد ۲×۱۰۰×۱۲۰ و سیم جوشکاری

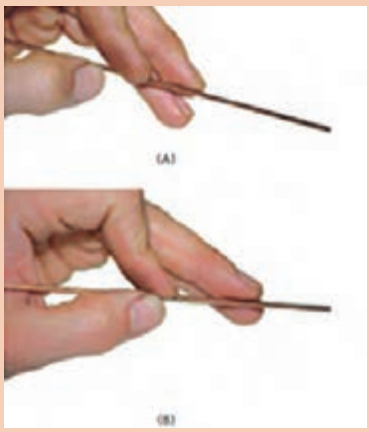
شروع کار

۱ طبق نقشه، قطعه کار را خط‌کشی نمایید سپس به وسیله سنبه و چکش بر روی دو خط که به فاصلهٔ ۷ میلی‌متر از هم قرار دارند علامت‌گذاری نمایید.



شکل ۳ـ۵۲ـ نقشه کار

۲ قطعه را مطابق شکل در حالت تخت بر روی میزکار قرار دهید. با استفاده از سیم‌جوش مناسب بین دو خط را، که به فاصله ۷ میلی‌متر از هم قرار دارند، به روش پیش‌دستی از راست به چپ جوشکاری نمایید. (شکل ۳ـ۵۲)



شکل ۳ـ ۵۳ـ روش در دست گرفتن صحیح سیم جوش

تکنیک انجام کار:

در این حالت زاویه بین سیم جوش و شعله ۹۰ درجه و زاویه بین مشعل و قطعه کار ۶۰ـ۷۰ درجه می‌باشد. سیم‌جوش را در محل ذوب تحت زاویه ۴۰ـ۳۰ درجه، در حوضچه مذاب قرار دهید تا قسمتی از آن ذوب شود و با حرکت دادن مشعل خط جوش را کامل کنید و در وسط خط جوش‌ها باز هم گرده جوش ایجاد کنید تا مهارت کافی را به‌دست آورید.

۳ پس از اتمام کار قطعه را به آرامی خنک کنید و پس از تمیز کردن و بررسی جهت رفع اشکال به هنرآموز مربوطه ارائه دهید.

کارکارگاهی

ایجاد گرده جوش با روش لب برگردان

شرایط محل انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی)

تجهیزات ایمنی:

تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای جوشکاری شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش‌بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشتی را تهیه کنید.

تجهیزات فنی:

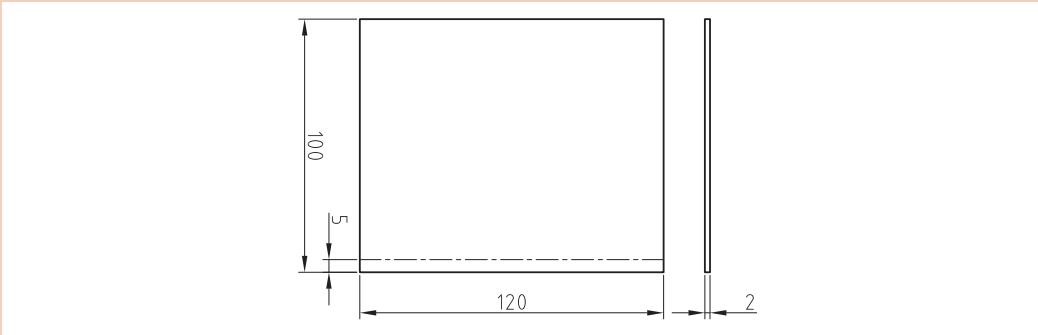
دستگاه جوشکاری اکسی استیلن، انتخاب سرمشعل با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش و چکش ساده و میزکار.

مواد موردنیاز:

دو عدد ورق فولادی st37 به ابعاد ۲×۱۰۰×۱۲۰ و سیم جوشکاری

شروع کار:

۱ طبق نقشه، قطعه کار را خط‌کشی نمایید.



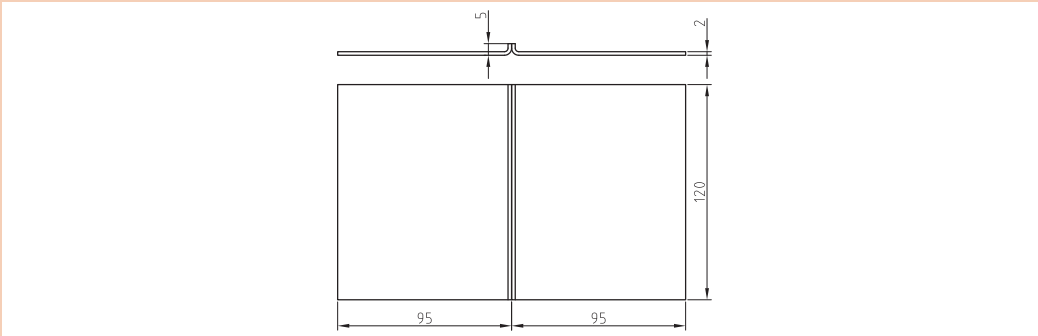
شکل ۳ـ ۵۴

۲ لبه‌های قطعات را مطابق نقشه خط‌کشی شده به صورت ۹۰ درجه خم نموده و کنار هم قرار دهید.

۳ ابتدا و انتهای کار را خال جوش بزنید.

تکنیک انجام کار:

پس از تنظیم شعله خنثی، مشعل را در ابتدای لبه‌های برگشته با زاویه ۷۰ـ۶۰ درجه به کار نزدیک کنید و نوک مشعل به اندازه ۳ تا ۵ میلی‌متر از سطح کار قرار گیرد. برای گرم کردن فلز پایه، پیش از ایجاد حوضچه مذاب، مشعل را به صورت دایره‌ای به حرکت درآورید. پس از تشکیل مذاب شروع به حرکت نموده و با ذوب لبه‌های برگشته، حوضچهٔ مذاب را هدایت کنید.



شکل ۳ـ ۵۵

۴ در پایان تمرین ایجاد کرده مشعل را خاموش کرده، فلکه کپسول‌های گاز یا شیر خط لوله‌های گاز را ببندید، شیلنگ‌ها راجمع‌آوری کنید و سپس قطعه کار را برس بزنید و آن را برای ارزیابی و راهنمایی به هنرآموز خود تحویل دهید.

کارکارگاهی

ایجاد خط جوش در حالت افقی بر روی ورق فولادی

شرایط محل انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی)

تجهیزات ایمنی:

تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش‌بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشتی را تهیه کنید.

تجهیزات فنی:

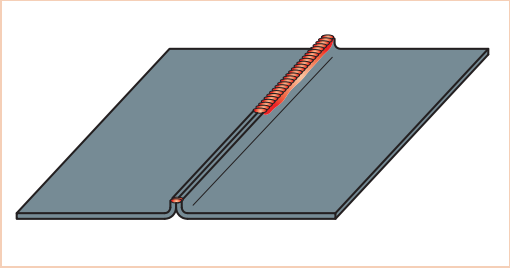
سیستم جوشکاری اکسی‌استیلن، انتخاب سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده و میزکار.

مواد موردنیاز:

ورق فولاد معمولی st37 به ابعاد ۵×۷۵×۱۲۰- سیم‌جوش مس‌وار G1_G11 به قطر ۲ میلی‌متر

شروع کار

۱ قطعه کار را مطابق نقشه خط‌کشی کنید.



شکل ۳ـ ۵۶

تکنیک انجام کار:

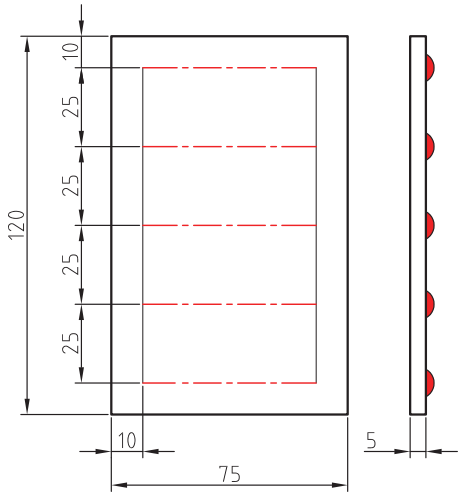
در این حالت زاویه بین مشعل و قطعه کار ۶۰ درجه و زاویهٔ بین قطعه کار و سیم جوش ۳۰ درجه می‌باشد. مشعل و سیم جوش نسبت به صفحه افقی زاویه ۷۵ درجه می‌سازد تا مذاب به پایین سرازیر نشود و ریزش نکند. عمل جوشکاری را تا انتهای خط جوش انجام دهید.

نکته

جوشکاری در حالت افقی به نحوی است که درز اتصال در صفحهٔ قائم قرار گرفته و خط جوش در امتداد افق است. در این حالت مذاب میل به سرازیر شدن دارد، در نتیجه مشعل باید به اندازه ۱۰ تا ۱۵ درجه از حالت عمود به حالت مایل به طرف زمین قرار گیرد تا مذاب به طرف پایین سرازیر نشود.

۲ قطعه کار را سرد و آن را نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟

۳ در پایان کار جوشکاری شعله را خاموش کنید و ته‌مانده سیم جوش و دورریزهای ورق‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.



شکل ۳ـ ۵۷

کارکارگاهی

ایجاد خط جوش در حالت عمودی بر روی ورق فولادی (2G)

شرایط محل انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی)

تجهیزات ایمنی:

تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش‌بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشتی را تهیه کنید.

تجهیزات فنی:

سیستم جوشکاری اکسی‌استیلن، انتخاب سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش و چکش ساده و میزکار.

مواد موردنیاز:

ورق فولاد معمولی st37 به ابعاد ۲×۷۵×۱۲۰- سیم جوش مس وار G11 ـ G1 به قطر ۲ میلی‌متر

شروع کار

قطعه کار را مطابق نقشه، خط‌کشی کنید.

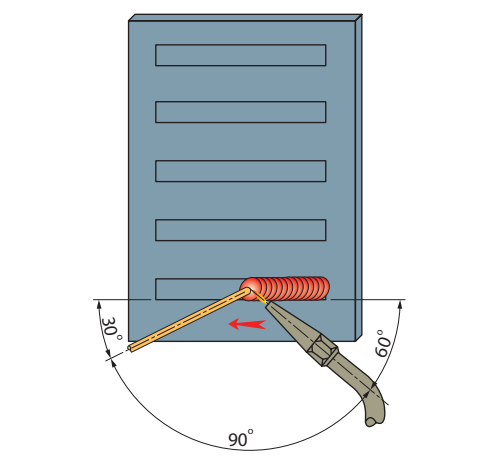
تکنیک انجام کار:

جوشکاری عمودی و جوشکاری بالای سر به مهارت بیشتری نیاز دارد، دلیل اصلی آن هم تأثیر جاذبهٔ زمین بر روی مذاب فلزی است که در حوضچهٔ مذاب شکل می‌گیرد. در جوشکاری عمودی جوشکار باید با جابه‌جا کردن شعله، از حجیم شدن مذاب جلوگیری کند و با رعایت نکات زیر به جوشکاری ادامه دهد:

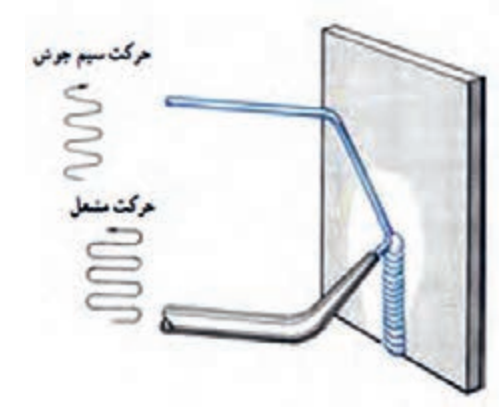
۱ ثابت بودن سرعت جوشکاری

۲ مشعل با کار زاویهٔ ۶۰ درجه داشته باشد.

۳ سرعت جوشکاری نباید کم و نباید زیاد باشد زیرا سرعت کم پیشروی باعث بزرگ شدن حوضچهٔ مذاب می‌شود و سرعت زیاد جوشکاری موجب می‌شود نفوذ کافی در جوش به وجود نیاید.

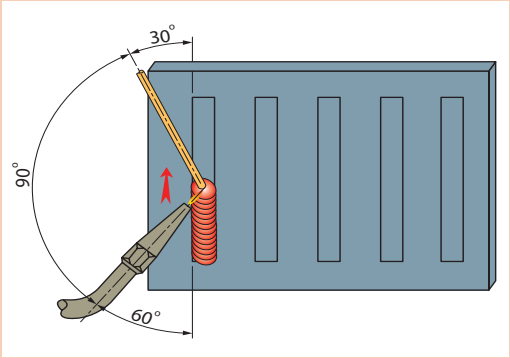


شکل ۳ـ۵۸



شکل ۳ـ۵۹ـ حرکت مشعل و سیم جوش در خط جوش قائم (سربالا)

۴ عمل جوشکاری را تا انتهای خط جوش انجام دهید.
۵ قطعه کار را سرد و آن را کنترل کنید.



شکل ۳ـ۶۰ـ زاویهٔ مشعل و سیم جوش نسبت به کار در جوش قائم (سربالا)

کارکارگاهی

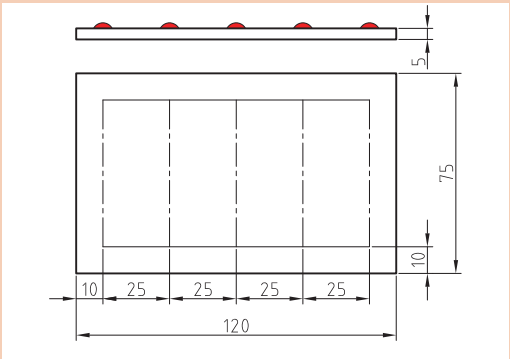
ایجاد خط جوش در حالت سقفی بر روی ورق فولادی

شرایط محل انجام کار:
کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی)

تجهیزات فنی:
دستگاه جوشکاری اکسی استیلن، انتخاب سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده

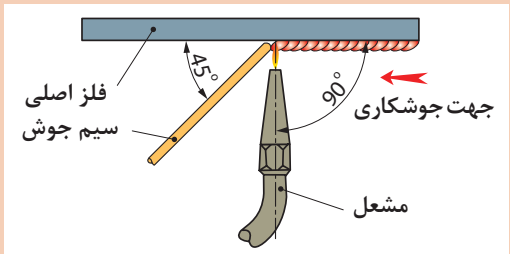
مواد موردنیاز: ورق فولاد معمولی st37 به ابعاد ۵×۷۵×۱۲۰ - سیم جوش مس وار G1_G11 به قطر ۲ میلی‌متر

شروع کار:
۱ قطعه کار را مطابق نقشه خط‌کشی کنید.
۲ با روش پیش‌دستی خط جوش را در موقعیت بالادستی ایجاد کنید.
۳ پس از سرد شدن قطعه کار به صورت طبیعی برای بررسی به هنرآموز محترم ارائه دهید.



شکل ۳ـ۶۱

تکنیک انجام کار:
در این روش فشار شعله باعث می‌شود که به نیروی جاذبه زمین غالب شویم و مذاب ریزش نکند. زاویه سیم جوش بین ۴۵ درجه و ۹۰ درجه در نوسان است. وقتی زاویهٔ مشعل با کار ۹۰ درجه مشعل گرما متمرکز می‌شود و با شعلهٔ ضعیف‌تر امکان جوشکاری با نفوذ کافی فراهم می‌گردد.



شکل ۳ـ۶۲ـ زاویهٔ مشعل و سیم‌جوش نسبت به کار در خط جوش افقی

کارکارگاهی

ایجاد خط جوش در حالت لب به لب در وضعیت تخت (پس‌دستی)

شرایط محل انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت‌یابی)

ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:

دستگاه جوشکاری اکسی‌استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، و گیره فیکسچر جوشکاری را تهیه کنید.

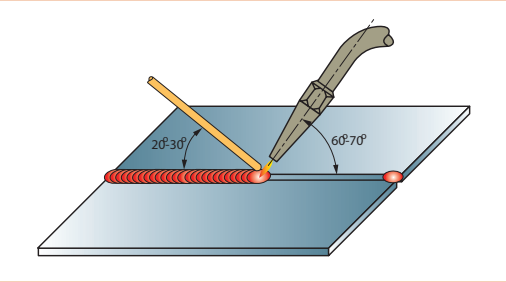
مواد مورد نیاز:

دو ورق فولادی به ابعاد ۲×۴۰×۱۲۰، سیم جوش به قطر ۲میلی‌متر

شروع کار:

۱ دو قطعه را کنار هم قرار داده و ابتدا و انتهای کار را خال جوش بزنید.

۲ از سمت چپ به راست شروع به جوشکاری نمایید ابتدا مشعل را با زاویه ۹۰ درجه بر روی قطعه کار نگه دارید تا حوضچه مذاب ایجاد شود. بعد از تشکیل حوضچهٔ مذاب زاویه سرمشعل را از ۹۰ درجه به ۶۰ـ۷۰ درجه تغییر دهید و سیم جوش را به درون حوضچه فرو ببرید. زاویه سیم جوش با قطعه کار ۲۰ـ۳۰ درجه و زاویه بین سیم جوش و مشعل ۹۰ درجه می‌باشد.



شکل ۳ـ۶۳

۳ با توجه به زوایای داده شده لبه‌های کار را ذوب کرده و سیم جوش را مرتب وارد حوضچهٔ مذاب نمایید تا مقداری از سیم جوش ذوب شده با مذاب لبه‌ها مخلوط شود و انجماد حاصل گردد و گرده جوش به وجود آید. مشعل باید حرکت دورانی داشته و پهنای گرده جوش به‌وجود آمده و در حد و اندازهٔ قطر دایرهٔ دوران مشعل خواهد بود.

۴ در پایان جوشکاری، محیط کار و میز کار را تمیز و مرتب نمایید و ته‌مانده‌های سیم جوش و ورق‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده قرار دهید.

جوشکاری گوشه

در گذشته از جوشکاری اکسی گاز استفاده‌های زیادی می‌شده است، اما امروزه با جایگزین شدن روش‌های جدید در صنعت، این روش کمتر استفاده می‌شود، با این وجود هنوز از این روش برای جوشکاری مقاطع نازک، لوله‌ها، تیوب‌ها، گرم‌کاری و برشکاری استفاده می‌شود و در مواقعی که دسترسی به برق یا سایر روش‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد، انتخاب مناسبی است. در این فصل انواع طرح اتصال، تکنیک‌ها و مهارت‌های جوشکاری گوشه اکسی گاز معرفی شده است.

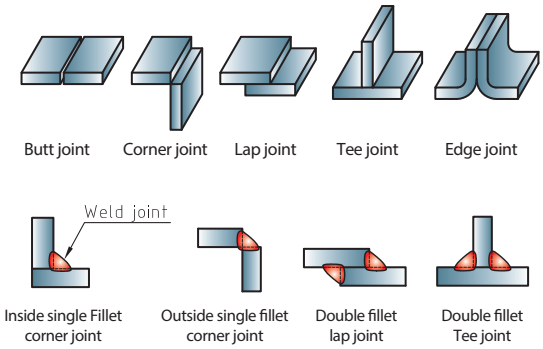


شکل ۳ـ۶۴

انواع طرح اتصال

پنج نوع طرح اتصال در جوشکاری کاربرد دارد که از آنها نام برده شده است و در شکل طرح‌هایی که در اتصالات گوشه کاربرد دارند، نشان داده شده است.

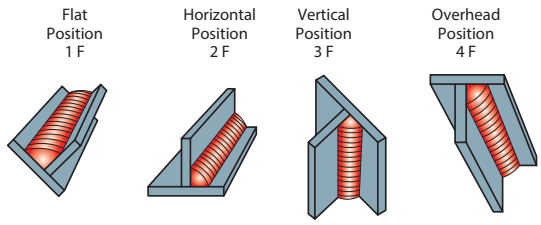
۱ اتصال سر به سر یا Butt joint
۲ اتصال گوشه‌ای یا Corner joint
۳ اتصال پیشانی یا Edge joint
۴ اتصال لب روی هم یا Lap joint
۵ اتصال سه پری یا T joint



شکل ۳ـ۶۵

وضعیت‌های مختلف در جوش گوشه

هدف از آموختن علم جوشکاری استفاده از آن در عمل می‌باشد و در همین راستا تلاش کنید از آموخته‌های خود برای کاربردی‌تر شدن فعالیت‌هایتان بهره ببرید. درادامه یک پروژه به‌عنوان نمونه معرفی شده است که با استفاده از آموخته‌های قبلی و آنچه در این فصل آمده است توان ساخت آن را دارید.



شکل ۳ـ۶۶

تلاش کنید در هر کار کارگاهی قسمتی از این پروژه را که مربوط به آن بخش می‌باشد ساخته و در انتهای درس آن را تکمیل و به کلاس ارائه دهید.

با نگاه دقیق و هدفمند به محیط اطراف خود می‌توانید مواردی بیابید که بتوانید از علمتان برای ساخت یک مصنوع و کسب تجربه کاربردی بهره‌مند شوید.

پروژه

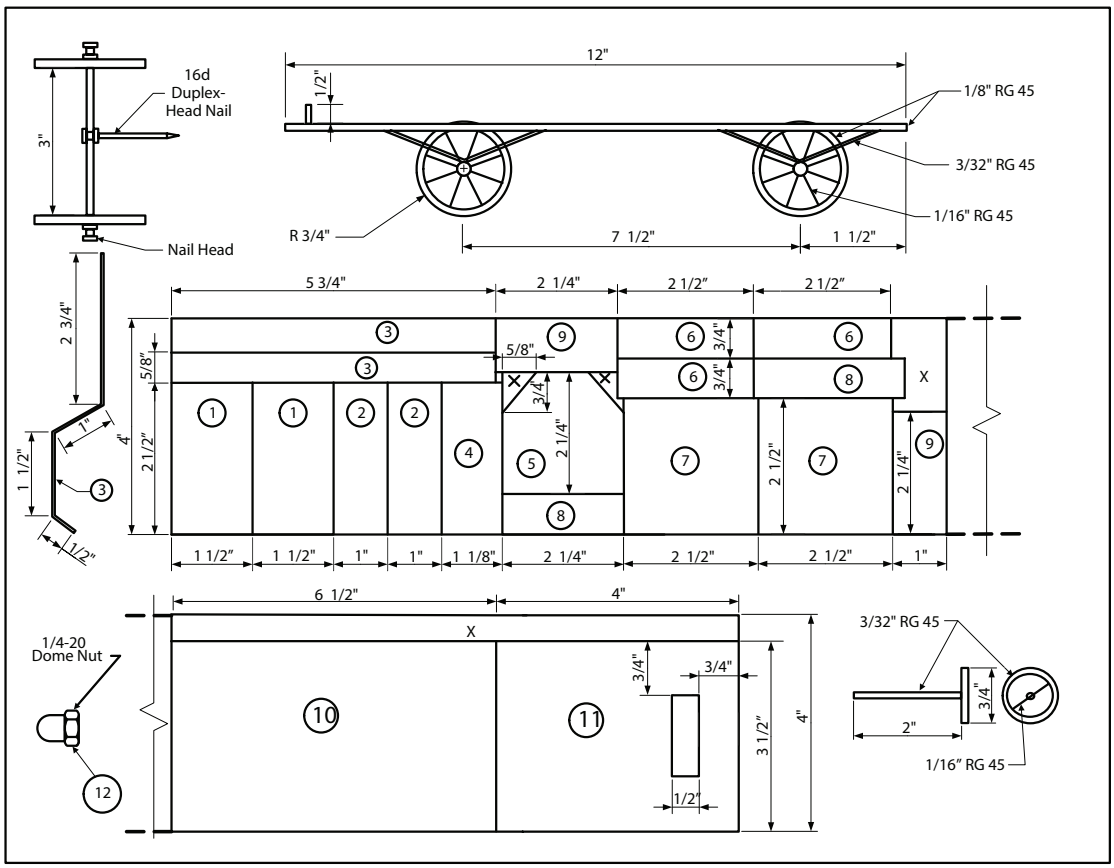
ساخت مدل کامیون (بارکش قدیمی)

شرح پروژه: در این فصل شما تمام مراحل برش، طراحی، ساخت و مهارت جوشکاری را برای ساخت کامیون (بارکش قدیمی) نشان داده شده می‌آموزید.
با کمک هنرآموز خود نسبت به ساخت پروژه اقدام کنید.

نکته

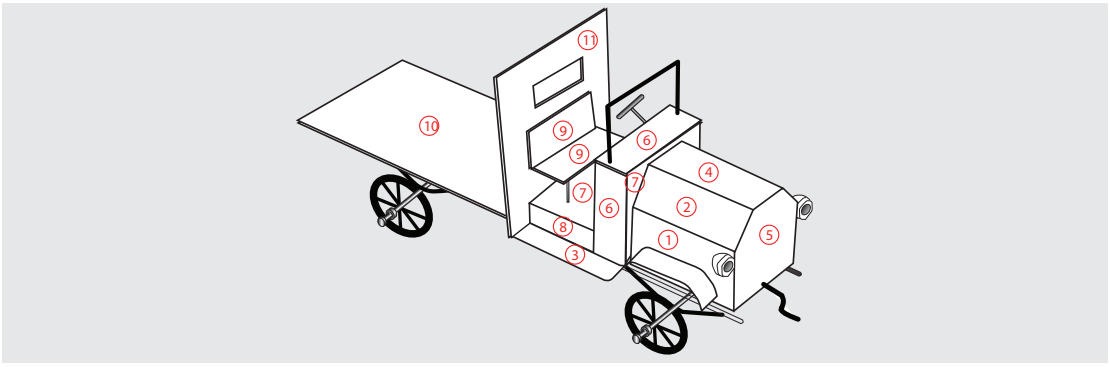
برای تبدیل واحد اینچ به میلی‌متر در عدد ۲۵/۴ ضرب نمایید.

$1in = ۲۵/۴\ mm$

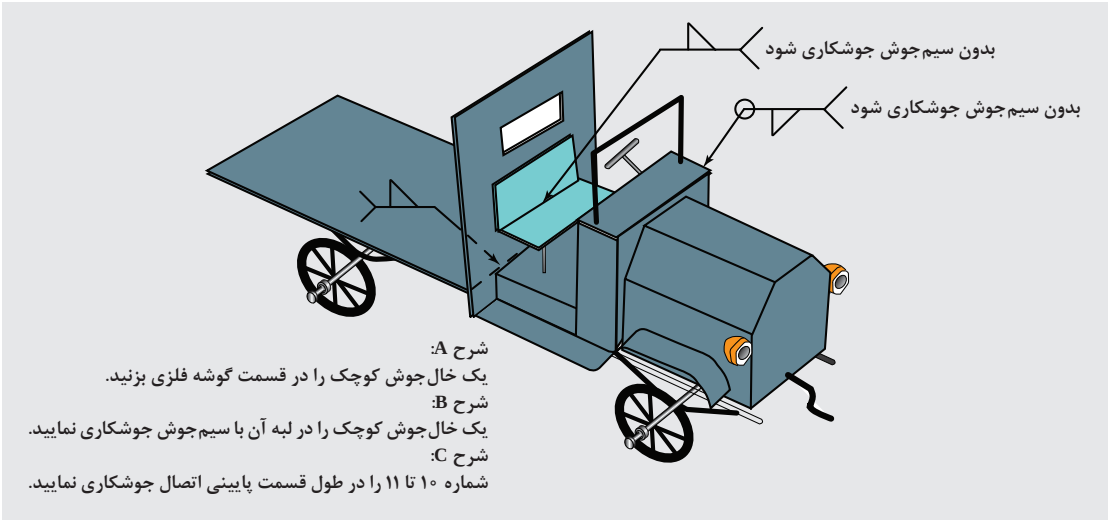


شکل ۳ـ۶۷ـ نقشه ساخت کامیون

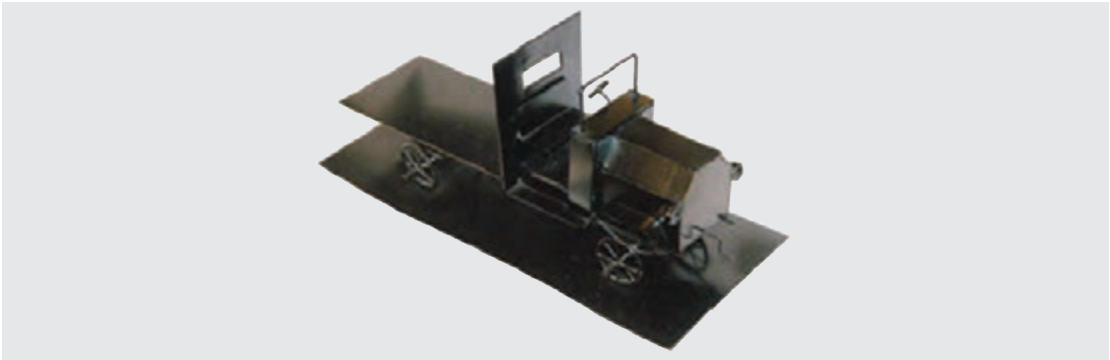
طرح بخش‌بندی طبق شماره‌های نقشه



طرح جوشکاری



شکل ۳ـ۶۸ـ طرح سرهم بندی یک مدل کامیون (بارکش قدیمی)

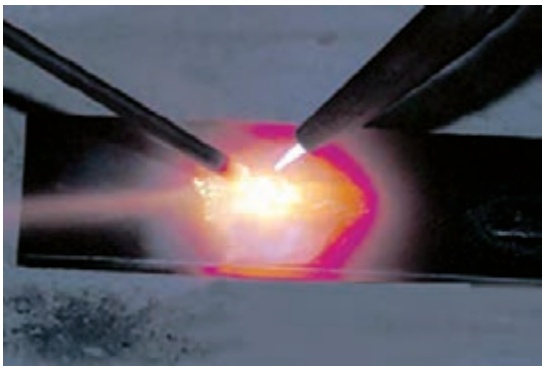


شکل ۳ ـ۶۹ـ طرح ساخته شده یک مدل کامیون (بارکش قدیمی)

اتصال لب روی هم

اگر چند مسئله پایه در حرکات دستی مشعل رعایت شود، اتصال لب روی هم در حالت تخت به‌راحتی قابل جوشکاری است. گرمادهی به دو ورق باید به صورتی انجام شود که مطمئن شوید هر دو ورق هم‌زمان ذوب می‌شوند.

مفتول جوشکاری باید به ورق بالایی اضافه شود. جاذبه، حوضچهٔ مذاب جوش را به سمت پایین می‌کشد.



شکل ۳ـ۷۰ـ اضافه نمودن فلز پرکننده

کارگاهی

جوش گوشه لب روی هم ورق‌های فولادی در وضعیت سطحی با روش پیش‌دستی

شرایط انجام کار:

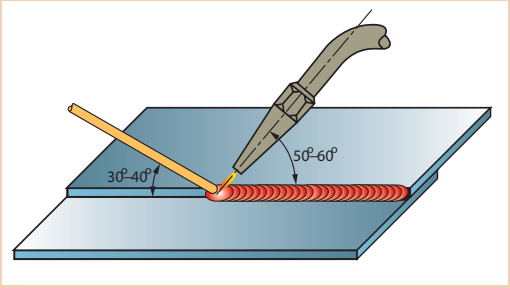
کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (پیش‌بند چرمی، دستکش چرمی، ظرف آب و آب‌صابون (جهت نشت‌یابی)،کلاه ساده (نخی یا کتانی) و عینک مناسب) جوشکاری گاز را تهیه کنید.

ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:

سیستم جوشکاری اکسی‌استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه‌کار، فندک جوشکاری، سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، گیره یا فیکسچر جوشکاری و قطعه فولادی جهت ثابت کردن قطعات را تهیه کنید.

مواد مورد نیاز:

۲ عدد ورق فولادی St37، به ابعاد ۱/۵×۴۰× ۱۲۰ میلی‌متر، سیم جوش مس وار



شکل ۳ـ۷۱

شروع کار:

۱ هر دو قطعه را مطابق نقشه به صورت لب روی هم قرار داده و با شعله خنثی آنها را به هم خال جوش کنید. در صورت لزوم با چکش فلزی یا پلاستیکی کار را صاف کنید.

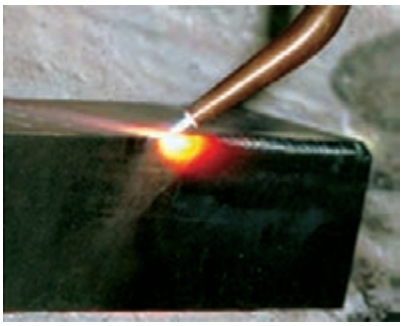
۲ در ابتدای درز جوش، حوضچه مذاب را ایجاد کرده و با ذوب سیم جوش درون حوضچهٔ مذاب، با توجه به زوایای نشان داده در (شکل۳ـ۷۲) درز اتصال را تا آخر جوش دهید به نحوی که لبه‌های بالایی در فلز جوش جا گرفته و سوختگی نداشته باشد.

۳ طرف دوم (پشت کار) را با استفاده از نظر هنرآموز خود جوش دهید.

۴ شعله را خاموش کنید و قطعه کار را برس زده و سپس بررسی کنید تا عیوبی از قبیل ریزش به سمت پایین، مک، خلل و فرج و بریدگی لبه‌های جوش نداشته و دارای گردهٔ جوش یکنواختی در تمام خط جوش باشد.

جوش گوشه زاویه خارجی

در این روش خط جوش در زاویه خارجی تشکیل شده بین دو قطعه ایجاد می‌شود.



شکل ۳ـ۷۲ـ اتصال گوشه‌ای در بارکش

کارگاهی

جوش گوشه خارجی در وضعیت تخت با روش پیش‌دستی

شرایط انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (پیش‌بند چرمی، دستکش چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت یابی)، کلاه ساده (نخی یا کتانی) و عینک مناسب) جوشکاری گاز را تهیه کنید.

ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:

سیستم جوشکاری اکسی‌استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، گیره یا فیکسچر جوشکاری و قطعه فولادی برای ثابت کردن قطعات را تهیه کنید.

مواد مورد نیاز:

۲ عدد ورق‌های فولادی St37، به ابعاد ۲×۴۰× ۱۲۰ میلی‌متر، سیم مسوار

نوع کار عملی:

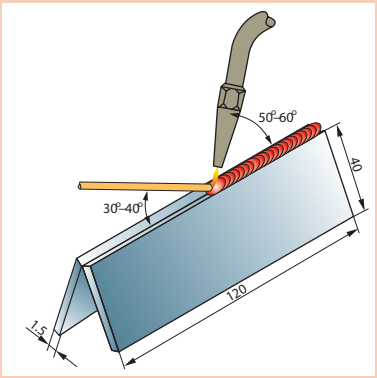
تمرین جوش زاویه خارجی در وضعیت تخت با روش پیش دستی

شروع کار:

۱ دو قطعه را مانند سقف شیب‌دار به هم تکیه دهید. می‌توانید از قطعات کمکی مانند نبشی برای نگه داشتن قطعات در هنگام خال جوش زدن استفاده کنید.

۲ دو سر درز اتصال را خال جوش بزنید.

۳ ابتدای جوشکاری، بایستی مشعل با قطعه کار زاویهٔ ۹۰ درجه تشکیل داده تا حوضچهٔ مذاب به وجود آید. پس از تشکیل حوضچه مذاب زاویه مشعل با قطعه کار را از زاویه ۹۰ درجه به ۶۰ تا ۷۰ درجه تغییر دهید و سیم جوش را به حوضچهٔ مذاب اضافه نمایید. زاویه سیم جوش با قطعه کار ۳۰° تا ۴۰° و زاویه سیم جوش با مشعل در حدود ۹۰ـ۸۰ درجه خواهد بود.



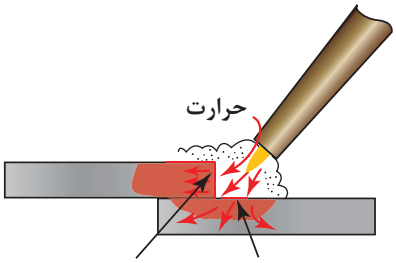
شکل ۳ـ۷۳

۴ لبه‌های کار را ذوب کرده و سیم جوش را به‌طور مداوم به حوضچه اضافه نمایید تا اتصال جوش با گرده مناسب ایجاد شود. جوشکاری را تا انتهای درز جوش ادامه دهید و در انتهای کار کمی مکث نموده و با ذوب کردن مقدار بیشتری از سیم جوش در حوضچه مذاب، انتهای درز را از مذاب پر کنید تا چاله جوش به وجود نیاید.

۵ شعله را خاموش کنید و قطعه کار را برس زده و سپس بررسی کنید.

اتصال جوش گوشه سه‌پری T

مسئله مهمی که در مورد اتصال سه‌پری T وجود دارد این است که درصد بالایی از گرمای جوشکاری به سمت مشعل برگشت می‌کند. این گرمای برگشتی می‌تواند باعث پس زدن شعله و ایجاد سر و صدا شود. برای جلوگیری از این پدیده زاویه مشعل را در راستای جوشکاری بیشتر کنید.



شکل ۳ـ۷۴

کارکارگاهی

جوشکاری اتصال گوشه سه‌پری در وضعیت سطحی با روش پیش دستی

شرایط انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، کلاه ساده (نخی یا کتانی) ظرف آب و آب صابون (برای نشت‌یابی)، تهیه کنید.

ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:

سیستم جوشکاری اکسی‌استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، گیره یا نگهدارنده ساخته شده از تسمه شکافته شده F مانند را تهیه کنید.

مواد مورد نیاز:

۲ عدد ورق St37، به ابعاد ۲×۴۰×۱۲۰، سیم مس‌وار

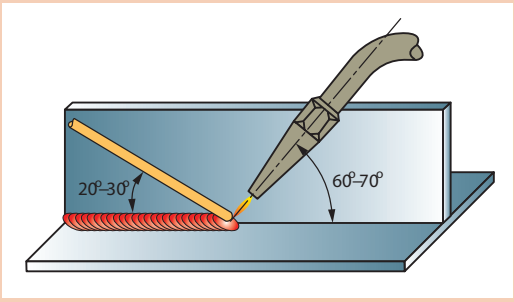
شروع کار:


شکل ۳ـ۷۵

۱ به وسیله یک تسمهٔ شکاف‌دار قطعه بالایی را نگه دارید. تسمهٔ شکاف‌دار F مانند یک وسیله ساده برای نگهداری قطعه کار عمودی است که با راهنمایی هنرآموزان به راحتی می‌توان ساخت.

۲ ابتدا و انتهای قطعه را خال جوش بزنید. با کمک چکش برروی سندان لبه‌های دو قطعه را جفت نمایید تا هیچ فاصله‌ای بین دو لبه وجود نداشته باشد.

۳ جوشکاری را از سمت راست به چپ (اگر چپ دست هستید از سمت چپ به راست) شروع نمایید. در ابتدا مشعل با قطعه کار زاویه از ۹۰ درجه به ۶۰ـ۵۰ درجه تغییر دهید و با تشکیل حوضچه جوش سیم جوش را در آن فرو ببرید. سیم جوش با قطعه کار در طول خط زاویهٔ ۴۰ـ۳۰ درجه داشته باشد.



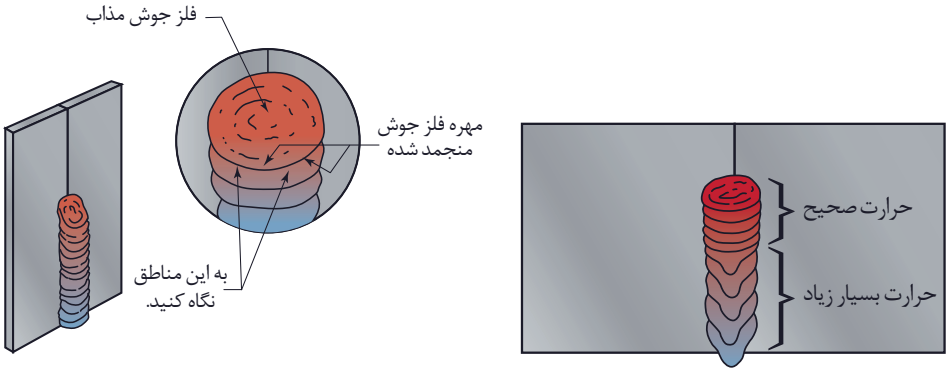
شکل ۳ـ۷۶ـ زوایای مشعل و سیم در 2F

۴ جوشکاری را تا انتهای درز اتصال ادامه دهید و در انتها کمی مکث کنید تا چاله جوش پر شود.

۵ در پایان کار جوشکاری شعله را خاموش کنید قطعه را سرد نمایید و به وسیلهٔ برس سیمی اکسیدهای سطحی را کاملاً تمیز نمایید.

جوش های عمودی

جوش‌های در حالت عمودی یکی از رایج‌ترین جوش‌های خارج از وضعیتی است که نیاز به انجام آن دارد. هنگامی‌که جوش عمودی ایجاد می‌شود مسئلهٔ‌کنترل اندازهٔ حوضچهٔ مذاب جوش اهمیت پیدا می‌کند. اگر حوضچهٔ مذاب جوش و اندازهٔ آن از مقدار دیواره‌ای که حوضچه را حمایت می‌کند بیشتر شود حوضچهٔ جوش سرریز می‌کند و از آن ناحیه سرازیر می‌گردد و روی جوش قرار می‌گیرد. این قطره‌ها وقتی سرد می‌شوند شبیه قطرات پارافین روی شمع می‌باشند. برای جلوگیری از افتادن حوضچهٔ مذاب جوش باید به لبهٔ پیشرو حوضچهٔ مذاب جوش دقت شود. با حرکت رو به بالای جوشکاری، لبهٔ دنباله‌دار به صورت ثابت منجمد می‌شود و با تشکیل یک دیوارهٔ حمایت‌کننده حوضچهٔ مذاب جوش را نگاه می‌دارد.



شکل ۳ـ۷۷ـ جوش عمودی اثرات حرارت خیلی زیاد را نشان می‌دهد.

کارکارگاهی

جوشکاری اتصال لب روی هم در وضعیت عمودی (پیش‌دستی)

شرایط انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت‌یابی).

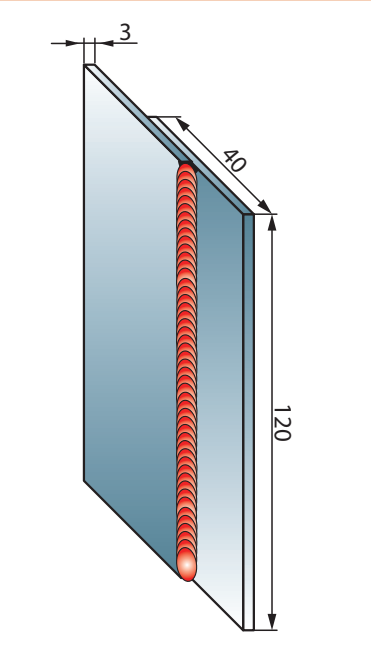
ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:

سیستم جوشکاری اکسی‌استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، و گیره فیکسچر جوشکاری را تهیه کنید.

مواد مورد نیاز:

دو قطعه ورق فولاد معمولی st37 به ابعاد ۲×۴۰×۱۲۰، سیم جوش مس وار G1ـG11 به قطر ۲ میلی‌متر

شروع کار:



شکل ۳ـ۷۸

۱ دو قطعه را به اندازه (حداقل ۴ برابر ضخامت) روی هم قرار دهید.

۲ ابتدا و انتهای دو قطعه را به هم خال جوش نمایید و سپس با استفاده از چکش و سندان، دو لبه را باهم جفت کنید تا بین دو قطعه فاصله‌ای نباشد.

۳ قطعه کار را، بر روی گیره به صورت عمودی ببندید، به‌نحوی که ارتفاع قطعه‌ای که به گیره بسته‌اید در محدوده‌ای باشد که جوشکاری برایتان راحت باشد.

۴ جوشکاری را شروع کنید. در ابتدا باید مشعل با قطعه کار زاویهٔ ۹۰ درجه تشکیل دهد تا حوضچه مذاب به وجود آید. پس از تشکیل حوضچهٔ مذاب سیم جوش را از بالا وارد حوضچه کنید. در موقع جوشکاری زاویهٔ مشعل نسبت به کار ۴۵ درجه و زاویهٔ سیم جوش با مشعل ۶۰ درجه باشد.

۵ در حین جوشکاری شعله را بر روی قطعه‌ای که در زیر است متمرکز کنید و از تمرکز شعله روی قطعه بالایی خودداری کنید زیرا باعث سوختگی لبه‌های قطعه کار می‌شود.

۶ جوشکاری را تا انتهای درز جوش ادامه دهید و در انتهای کار کمی مکث نمایید. با اضافه کردن سیم‌جوش به مذاب، چاله جوش را پر کنید.

۷ در پایان کار جوشکاری، شعله را خاموش کرده و قطعه را از گیره فیکسچر باز و آن را سرد کنید، سپس با برس سیمی اکسیدهای آن را تمیز کنید.

کارکارگاهی

جوشکاری زاویهٔ خارجی ورق‌های فولادی در حالت عمودی با روش پیش‌دستی

شرایط انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت‌یابی).

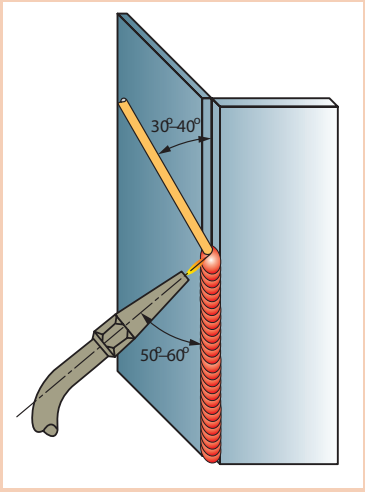
ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:

سیستم جوشکاری اکسی‌استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، گیره یا فیکسچر جوشکاری را تهیه کنید.

مواد لازم:

دو ورق فولادی st37 به ابعاد ۲×۴۰×۱۰۰ میلی‌متر

شروع کار:



شکل ۳ـ۷۹

۱ دو قطعه را مانند سقف شیب‌دار به هم تکیه دهید، دو سر درز اتصال را خال جوش بزنید و قطعه کار را در گیره به‌طور عمود قرار دهید به نحوی که ارتفاع کار برای قد شما مناسب بوده و اجرای جوشکاری ساده باشد.

۲ جوشکاری را از پایین به بالا شروع کنید. در ابتدای جوشکاری باید زاویهٔ بین مشعل و قطعه کار ۹۰ درجه باشد تا حوضچهٔ مذاب تشکیل شود. پس از تشکیل حوضچهٔ مذاب، سیم جوش را از بالا به درون حوضچه فرو ببرید. زاویهٔ مشعل نسبت به کار ۶۰ـ۵۰ درجه و زاویه سیم جوش با مشعل در حدود ۶۰ درجه باشد.

۳ جوشکاری را تا انتهای درز اتصال ادامه دهید، در انتهای کار کمی مکث کنید و با اضافه کردن سیم جوش بیشتر به حوضچهٔ جوش، چاله جوش را پر کنید.

۴ در پایان، شعله را خاموش کرده و قطعه را از گیره فیکسچر باز و آن را سرد کنید، سپس با برس سیمی اکسیدهای آن را تمیز کنید.

کارکارگاهی

جوشکاری سپری ورق‌های فولادی در حالت عمودی با روش پیش‌دستی

شرایط انجام کار:

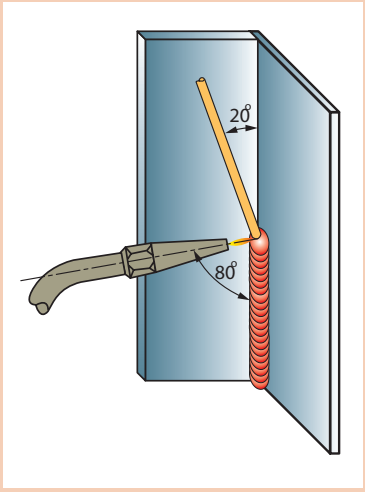
کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت‌یابی)).

ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:

سیستم جوشکاری اکسی‌استیلن، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، نگهدارنده ساخته شده از تسمه شکافته شده F مانند تهیه نمایید.

مواد موردنیاز: ورق فولادی st37 تمیز و عاری از اکسید به ابعاد ۲×۴۰×۱۰۰میلی‌متر ـ سیم جوش مس‌وار G1ـG11

شروع کار:



شکل ۳ـ۸۰

۱ قطعات را به روی هم قرار دهید و قطعه بالایی را به وسیله نگه‌دارنده تسمه‌ای شکاف‌دار F مانند به صورت عمود بر هم نگه‌دارید.

۲ قطعه کار را به وسیله گیره به‌طور عمودی قرار دهید که بالاترین نقطه، در مقابل صورت شما قرار گرفته باشد.

۳ از طرف پایین به بالا شروع به جوشکاری نمایید. در ابتدا مشعل را به‌طور قائم نگه‌دارید تا حوضچه مذاب تشکیل شود. پس از تشکیل حوضچه، سیم جوش را از بالا وارد حوضچه کنید. توجه داشته باشید مشعل و سیم جوش در صفحهٔ نیم‌ساز زاویهٔ دو قطعه قرار داشته باشد. لبه‌های قطعه کار را ذوب کرده و سیم جوش را به‌طور مرتب وارد حوضچهٔ مذاب کنید، تا اتصال با گرده مناسب ایجاد شود.

۴ جوشکاری را تا انتهای درز اتصال ادامه دهید و در انتها کمی مکث کنید تا چاله جوش پر شود.

۵ در پایان کار جوشکاری، شعله را خاموش کرده و قطعه را از گیره باز و آن را سرد کنید، سپس با برس سیمی اکسیدهای آن را تمیز کنید.

جوش‌های افقی

در ایجاد جوش‌های افقی همانند جوش‌های عمودی برای حمایت و نگه داشتن حوضچه مذاب جوش باید از بخشی از جوش استفاده کرد. دیواره‌ای که حوضچه مذاب جوش را نگه می‌دارد باید هم‌زمان با تولید حوضچه در ناحیه زیر حوضچه تشکیل گردد تا بتواند مهره‌های جوش یکنواختی را ایجاد نماید.



شکل ۳ـ۸۱ـ یک طرح موج «J» شکل در جوش‌های افقی

کارگاهی

جوشکاری لب روی هم افقی (پیش‌دستی)

شرایط انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، کلاه ساده (نخی یا کتانی) ظرف آب و آب صابون (جهت نشت‌یابی)) تهیه کنید.

ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:

سیستم جوشکاری اکسی‌استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، گیره یا فیکسچر جوشکاری و قطعه فولادی جهت ثابت‌کردن قطعات را تهیه کنید.

مواد مورد نیاز:

۲ عدد ورق فولاد st37 به ابعاد ۲×۴۰×۱۲۰ ـ سیم جوش مس‌وار G1_G11 به قطر ۲ میلی‌متر

شروع کار:

۱ دو قطعه را به اندازه (حداقل ۴ برابر ضخامت) روی هم قرار دهید.

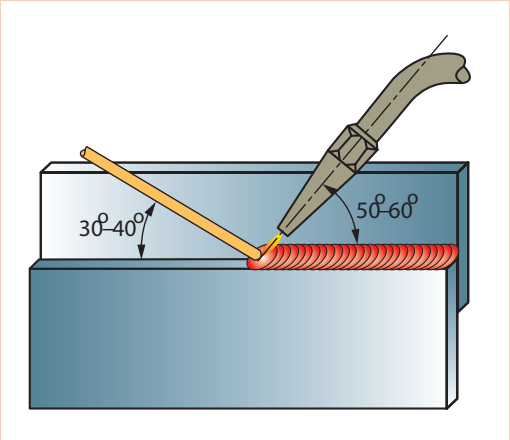
۲ ابتدا و انتهای دو قطعه را به هم خال‌جوش نمایید و سپس با استفاده از چکش و سندان، دو لبه را با هم جفت کنید تا بین دو قطعه فاصله‌ای نباشد.

۳ قطعه را در گیره مناسب قرار دهید که درز جوش موازی سطح زمین و روبه‌روی شما به نحوی قرار گیرد تا اجرای جوشکاری ساده و راحت باشد.

۴ جوشکاری را از سمت راست به چپ شروع کنید. در ابتدای جوشکاری، مشعل با قطعه کار زاویهٔ ۹۰ درجه تشکیل می‌دهد تا حوضچهٔ جوش به وجود آید. پس از تشکیل حوضچهٔ مذاب سیم جوش را به درون حوضچه فرو ببرید تا گرده جوش مناسبی ایجاد گردد (میزان ذوب سیم جوش به ابعاد گرده جوش بستگی دارد).

۵ با توجه به زوایای داده شده در شکل ۳ـ۸۲، لبه‌های کار را ذوب کنید و جوشکاری را تا انتهای درز جوش ادامه دهید و در انتهای کار کمی مکث کنید و با ذوب اضافی سیم جوش چاله جوش را پر کنید.

۶ در پایان کار جوشکاری شعله را خاموش کنید، قطعه کار را از گیره باز کرده و آن را سرد نمایید و با برس سیمی اکسیدهای قطعه را تمیز نمایید.



شکل ۳ـ۸۲

جوش‌های سقفی، جوش‌های بالاسری

هنگام جوشکاری در وضعیت سقفی استفاده از ابزار محافظت شخصی مناسب، شامل دستکش، آستین، پیش‌بند چرمی و سربند چرمی مهم است. در جوشکاری سقفی، حوضچه مذاب جوش توسط کشش سطحی روی ورق نگاه داشته می‌شود. به همان صورت که قطرهٔ آب بر روی ورق شیشه‌ای نگاه داشته می‌شود. اگر حوضچه مذاب جوش خیلی بزرگ گردد، قطرات بزرگ فلزی ممکن است سقوط کنند اگر مفتول جوشکاری درون حوضچهٔ مذاب جوش فرو برده نشود ولی فرصت بیابد که توسط شعله ذوب شود، قطرات مذاب سقوط خواهند کرد. تا زمانی که حوضچهٔ جوش در کنترل باشد و سیم جوش به درستی اضافه شود، جوشکاری سقفی بی‌خطر خواهد بود.

کارگاهی

جوشکاری سپری ورق‌های فولادی در حالت سقفی با روش پیش دستی

شرایط انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، سربند چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت‌یابی))

ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:

سیستم جوشکاری اکسی استیلن، سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، انبر برای گرفتن قطعات داغ سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، نگهدارنده ساخته شده از تسمه شکافته شده F مانند تهیه نمایید.

مواد مورد نیاز:

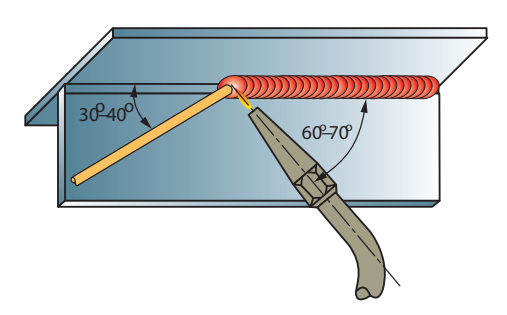
۲ عدد ورق فولادی st37 به ابعاد ۲×۴۰×۱۰۰میلی‌متر ـ سیم جوش مس‌وار G1ـG11

شروع کار:

۱ قطعه‌کار را به وسیله نگهدارنده تسمه‌ای شکاف‌دار به صورت عمود برهم نگهدارید و ابتدا و انتهای اتصال را خال جوش بزنید.

۲ قطعه را به وسیلهٔ گیره در وضعیت سقفی محکم کنید به نحوی که قطعه‌های کار در مقابل سرشما قرار داشته باشد.

۳ از سمت راست به چپ شروع به جوشکاری نمایید. در ابتدا زاویهٔ بین مشعل و قطعه کار در حدود ۸۰ درجه باشد تا حوضچهٔ مذاب تشکیل شود، اما پس از به وجود آمدن حوضچه زاویه مشعل با کار را به ۶۰ـ۷۰ درجه تقلیل دهید و سیم جوش را به حوضچه مذاب اضافه کنید. زاویه سیم جوش با کار باید در حدود ۳۰ـ۴۰ درجه باشد و زاویهٔ بین مشعل و سیم جوش را نیز تقریباً ۹۰ درجه تنظیم کنید.



شکل ۳ـ۸۳

۴ جوشکاری را تا انتهای درز اتصال ادامه دهید و در انتها کمی مکث کنید تا چاله جوش پر شود.

۵ در پایان جوشکاری، شعله را خاموش کرده و قطعه را از گیره باز و آن را سرد کنید، سپس با برس سیمی اکسیدهای آن را تمیز کنید.

جوشکاری سه‌پری در وضعیت سقفی (پس‌دستی)

شرایط انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل: عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، سربند چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت‌یابی)

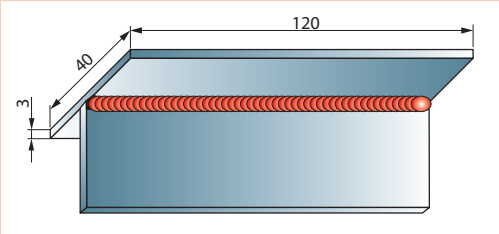
ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:

سیستم جوشکاری اکسی‌استیلن، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، نگه‌دارنده ساخته شده از تسمه شکافته شده F مانند تهیه نمایید.

مواد مورد نیاز:

۲ عدد ورق فولادی st37 به ابعاد ۲×۴۰×۱۰۰میلی‌متر ـ سیم جوش مس‌وار G1ـG11

شروع کار:



شکل ۳ـ۸۴

۱ قطعه‌کار را به وسیله نگه‌دارنده تسمه‌ای شکاف‌دار به صورت عمود برهم نگه دارید و ابتدا و انتهای اتصال را خال جوش بزنید.

۲ قطعه را به وسیلهٔ گیره در وضعیت سقفی محکم کنید به نحوی که قطعه‌های کار در مقابل سر شما قرار داشته باشد.

۳ از سمت چپ به راست شروع به جوشکاری نمایید. در ابتدا زاویهٔ مشعل را به قطعه کار تحت زاویهٔ ۹۰ درجه تشکیل نمایید تا حوضچهٔ مذاب تشکیل شود و پس از ایجاد حوضچهٔ مذاب سیم جوش را درون حوضچه فرو ببرید تا گرده جوش ایجاد شود. مشعل در کناره‌ها با مکث همراه باشد تا سیم جوش در کناره‌ها ذوب شود.

۴ جوشکاری را تا انتهای درز اتصال ادامه دهید و در انتها کمی مکث کنید تا چاله جوش پر شود.

۵ در پایان کار جوشکاری، شعله را خاموش کرده و قطعه را از گیره فیکسچر باز و آن را سرد کنید، سپس با برس سیمی اکسیدهای آن را تمیز کنید.

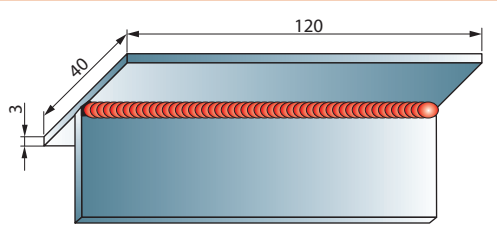
عیوب جوشکاری با شعله گاز

جدول ۳ـ۹ـ عوامل مؤثر در کاهش کیفیت جوش گاز

عامل عیب	نوع عیب
سوختن ناقص گاز	گرمای کافی در حوضچه مذاب ایجاد نمی‌کند و در جوشکاری فولادها باعث افزایش کربن در فلز جوش می‌شود.
شعله اکسیدی	شعله با اکسیژن بیشتر از اندازه موجب اکسید شدن و ایجاد حالت شکنندگی در جوش می‌شود.

مواد مورد نیاز: ۲ عدد ورق فولادی st37 به ابعاد ۲×۴۰×۱۰۰میلی‌متر ـ سیم جوش مس‌وار G1ـG11

شروع کار:



شکل ۳ـ۸۵

۱ قطعه‌کار را به وسیله نگهدارنده تسمه‌ای شکاف‌دار به صورت عمود برهم نگهدارید و ابتدا و انتهای اتصال را خال بزنید.

۲ قطعه را به وسیلهٔ گیره در وضعیت سقفی محکم کنید به نحوی که قطعه‌های کار در مقابل سرشما قرار داشته باشد.

۳ از سمت چپ به راست شروع به جوشکاری نمایید. در ابتدا زاویهٔ مشعل را به قطعه کار تحت زاویهٔ ۹۰ درجه تشکیل نمایید تا حوضچهٔ مذاب تشکیل شود و پس از ایجاد حوضچهٔ مذاب سیم جوش را درون حوضچه فرو ببرید تا گرده جوش ایجاد شود. مشعل در کناره‌ها با مکث همراه باشد تا سیم جوش در کناره‌ها ذوب شود.

۴ جوشکاری را تا انتهای درز اتصال ادامه دهید و در انتها کمی مکث کنید تا چاله جوش پر شود.

۵ در پایان کار جوشکاری، شعله را خاموش کرده و قطعه را از گیره فیکسچر باز و آن را سرد کنید، سپس با برس سیمی اکسیدهای آن را تمیز کنید.

عیوب جوشکاری با شعله گاز

جدول ۳ـ۱۰ـ عوامل مؤثر در کاهش کیفیت جوش گاز

عامل عیب	نوع عیب
سوختن ناقص گاز	گرمای کافی در حوضچه مذاب ایجاد نمی‌کند و در جوشکاری فولادها باعث افزایش کربن در فلز جوش می‌شود.
شعله اکسیدی	شعله با اکسیژن بیشتر از اندازه موجب اکسید شدن و ایجاد حالت شکنندگی در جوش می‌شود.
عدم انتخاب سرمشعل مناسب جوشکاری	انتخاب سرمشعل مناسب نیز نقش مؤثر در کیفیت جوش دارد. سرمشعل بزرگ‌تر با شعله کوچک سبب ناپایداری شعله و قطع و وصل آن شده و مذاب را به اطراف می‌پاشد. استفاده از مشعل کوچک باعث کاهش راندمان جوشکاری و کوچک شدن حوضچه مذاب شده و نفوذ ناکافی را در اتصال جوش به دنبال خواهد داشت.
عدم تمیزی سطح کار	چون اکسیدهای فلزی دیرذوب بوده، مانع پیشروی مذاب در درز جوش شده و باعث آلودگی اکسیدی در حوضچه مذاب می‌شود و چنانچه اکسیدها در فلز جوش حل شوند جوش دچار ترک و شکست خواهد شد.

کنترل حوضچه مذاب، سرعت پیشروی جوشکاری و مقدار رسوب (فلز جوش) توسط جوشکار انجام می‌شود لذا جوشکاران باید از مهارت کافی برخوردار بوده و اجرای صحیح جوشکاری بدون عیب را همیشه مد نظر داشته باشند.

ارزشیابی پایانی

جوشکاری اکسی‌استیلن

شرح کار: جوشکاری سه پلیت فولادی به صورت لب به لب و سه پری در وضعیت تخت .

استاندارد عملکرد: جوشکاری قطعات با طرح اتصال‌های مختلف با روش اکسی استیلن در تمام وضعیت‌ها با توجه به نقشه و رویه جوشکاری

شاخص‌ها:

- هم‌راستایی، میزان بودن فاصله قطعات، هم سطح بودن دو قطعه و زاویه برابر نقشه
- خال جوش هم اندازه و ذوب کامل خال جوش‌ها برابر دستورالعمل
- جوش با مهره‌های منظم و گرده یکنواخت برابر رویه
- جوش با مهره‌های منظم، گرده یکنواخت، ذوب کامل سیم جوش و قطعه کار برابر رویه
- ایجاد جوش بدون عیب برابر رویه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه جوشکاری اکسی استیلن استاندارد، تجهیزات کامل جوشکاری اکسی استیلن، برس سیمی، چکش، سندان، کمان اره، تجهیزات ایمنی، انبر برای جابه‌جایی قطعات

زمان: دو ساعت

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی دستگاه	۲	
۲	آماده‌سازی قطعات	۱	
۳	جوشکاری	۲	
۴	تمیزکاری	۱	
شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: اطمینان از کیفیت کار انجام شده، ایمنی در محل کپسول، ایمنی در شیلنگ‌ها، ایمنی در محیط از نظر تمیز بودن قطعه کار و محیط کار از نظر روغن و غیره، ایمنی در محیط از نظر عوامل آتش‌زا و انفجاری، ایمنی فرایند		۲	
میانگین نمرات			*

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

پودمان ۴

جوش برنج



جوشکاری فلزات غیرهم‌جنس مانند مس به فولاد، چدن به نیکل و یا حتی فلزات رنگی توسط فرایندهای جوشکاری ذوبی، دشوار و یا حتی غیرممکن می‌باشد، اما توسط فرایند زردجوش، جوشکاری فلزات غیرهم‌جنس و فلزات رنگی می‌تواند صورت بگیرد.

واحد یادگیری ۵
جوش برنج

آیا تا به حال پی برده‌اید؟

تفاوت‌هایی بین لحیم‌کاری و جوشکاری وجود دارد؟
تفاوت‌هایی بین زردجوش و جوشکاری وجود دارد؟
جوشکاری فلزات غیرهم‌جنس توسط فرایندهای ذوبی دشوار است؟
دستگاه و تجهیزات زردجوش تقریباً همان تجهیزات جوش اکسی‌استیلن است.
فرایند زردجوش عموماً برای جوشکاری قطعات غیرهم‌جنس و فلزاتی که جوش‌پذیری خوبی ندارند مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین این فرایند به‌طور گسترده برای تعمیر قطعات شکسته شده به‌خصوص قطعات چدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پودمان تفاوت‌های بین لحیم‌کاری، زردجوش و جوشکاری را بیان می‌کند و تمرین‌هایی مطابق استاندارد در این قسمت تهیه و طراحی شده است که با انجام تمرین‌های این بخش به مهارت کافی در اجرای جوشکاری زردجوش دست پیدا خواهید کرد.

استاندارد عملکرد

اتصال قطعات فلزی با به‌کارگیری جوشکاری اکسی‌استیلن

مقایسه لحیم‌کاری نرم، لحیم‌کاری سخت، زردجوش و جوشکاری

لحیم‌کاری نرم (Soldering)



فرایندی که دو قطعه به یکدیگر از طریق ذوب و انجماد یک آلیاژ زود ذوب در دمای کمتر از ۴۵۰ درجه سلسیوس را لحیم‌کاری نرم می‌گویند. در لحیم‌کاری (برخلاف جوشکاری) فلز پایه ذوب نمی‌شود و فقط فلز پرکننده ذوب می‌شود.

لحیم‌کاری سخت (Brazing)



فرایندی که فلزات توسط ذوب فلز پرکننده در دمای بالای ۴۵۰ درجه سلسیوس به همدیگر پیوند داده می‌شوند. در این فرایند دمای ذوب فلز پایه بیشتر از گرمای ایجاد شده است و به عبارتی فلز پایه در این فرایند ذوب نمی‌شود. فلز پرکننده در این فرایند معمولاً آلیاژهای نقره، آلومینیم، طلا، مس، کبالت و نیکل می‌باشد. در لحیم‌کاری سخت پنج پارامتر طرح اتصال، فلز پایه، فلز پرکننده، منبع گرمایی، نوع اتمسفر بسیار مهم است و باید مورد توجه قرار بگیرد.

زردجوش (Braze welding)



فرایندی که در آن فلزات مورد اتصال توسط منبع گرمایی دچار ذوب سطحی شده و فلز پرکننده با نقطه ذوب کمتر در اثر گرمای اعمالی ذوب و به محل متصل می‌شودکه توسط خاصیت ترشوندگی به محل اتصال می‌چسبد و پس از انجماد اتصال صورت می‌گیرد.
فرایند زردجوش عموماً برای تعمیرات، به‌خصوص قطعات چدنی کاربرد دارد.

جوشکاری (Welding)



فرایندی که فلزات توسط منبع گرمایی ذوب می‌شوند و با فلز پرکننده آمیخته شده و پس از انجماد اتصال صورت می‌گیرد.

جوشکاری برنج یا زردجوش (Braze Welding)



شکل ۴ـ۱ـ تجهیزات و فرایند زردجوش

زردجوش همانند لحیم‌کاری سخت انجام می‌شود ولی برخلاف لحیم‌کاری سخت، در زردجوش فلز پرکننده در محل اتصال رسوب می‌کند. علت نام‌گذاری این روش به‌کارگیری فلز برنج با رنگ زرد به‌عنوان پرکننده است اما توجه به این نکته ضروری است که چنانچه فلز پایه برنج باشد این روش جوش برنج (Brass Weld) و چنانچه غیربرنج باشد آن را زردجوش (Braze Weld) می‌نامند. در شکل ۴ـ۱ تجهیزات و فرایند زردجوش نشان داده شده است.

این فرایند به‌طور معمول با استفاده از شعله و گاز سوختنی انجام می‌شود، اما اخیراً با برخی از روش‌های قوسی نیز این فرایند آزاد می‌شود.

روش اعمال گرما	نوع محافظت	فرایند
شعله	فلاکس	جوشکاری اکسی‌استیلن
قوس الکتریکی	گاز محافظ	GMAW، PAW، GTAW

نمونه از جوش‌های ایجاد شده توسط فرایند زردجوش در شکل ۴ـ۲ نشان داده شده است.

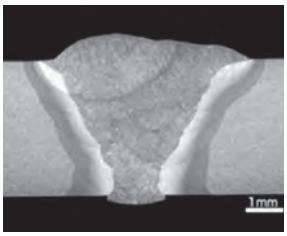
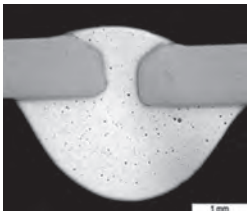




شکل ۴ـ۲ـ نمونه‌ای از جوش‌های ایجاد شده توسط فرایند زردجوش

بحث کلاسی

در شکل زیر چه تفاوت‌هایی بین اتصال جوشکاری و زردجوش مشاهده می‌کنید؟ (سه مورد بنویسید)

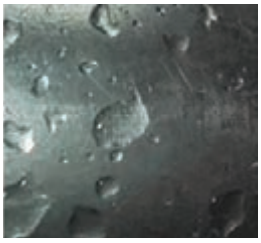
	اتصال جوشکاری	اتصال زردجوش
شکل		
تفاوت	۱ـ ..... ۲ـ ۳ـ	

خاصیت ترشوندگی (Wetting)

چرا قطرات آب بر روی ساق و برگ درختان نسبت به فلزات کمتر پخش می‌شوند؟ در شکل‌های ۴ـ۳ و ۴ـ۴ این موضوع نشان داده شده است.

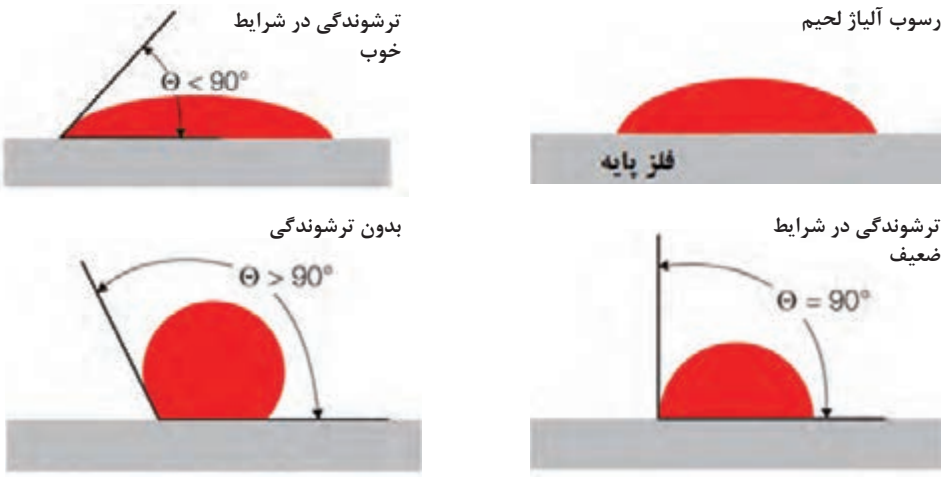


شکل ۴ـ۳ـ قطرات آب بر روی ساقه برگ درخت



شکل ۴ـ۴ـ قطرات آب برروی سطح فلز

شکل ۴ـ۵ـ خاصیت ترشوندگی در شرایط مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۴ـ۵ـ خاصیت ترشوندگی در شرایط مختلف

پژوهش

در جدول زیر فلزات هم‌جنس و غیرهم‌جنس را که امکان جوشکاری آنها با فرایند زردجوش وجود دارد را کامل کنید.

فلزات هم‌جنس	فلزات غیرهم‌جنس
فولاد را می‌توان به فولاد توسط زردجوش اتصال داد.	چدن را می‌توان به نیکل توسط زردجوش اتصال داد.
..... را می‌توان به ..... توسط زردجوش اتصال داد.	..... را می‌توان به ..... توسط زردجوش اتصال داد.
..... را می‌توان به ..... توسط زردجوش اتصال داد.	..... را می‌توان به ..... توسط زردجوش اتصال داد.
..... را می‌توان به ..... توسط زردجوش اتصال داد.	..... را می‌توان به ..... توسط زردجوش اتصال داد.

اصول فرایند زردجوش

- سطح عاری از رنگ و چربی
- گرم کردن محل اتصال
- اضافه کردن روان‌ساز
- به‌کارگیری هم‌زمان فلز پرکننده و روان‌ساز

نکته

درز اتصال باید به قدری گرما ببیند تا به‌صورت سطحی ذوب بشود. شکل ۴ـ۶ تصویری از زردجوش را نشان می‌دهد.

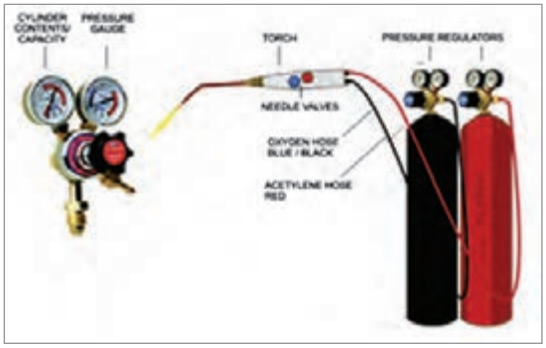


شکل ۴ـ۶ـ ذوب کردن فلز پایه و فلز پرکننده

تجهیزات (EQUIPMENT)

تجهیزات فرایند زردجوش مشابه لحیم‌کاری سخت و جوشکاری است و شامل کپسول اکسیژن، کپسول گاز سوختنی (استیلن)، مشعل، رگولاتور کاهنده فشار و شیلنگ‌ها می‌باشد. شکل ۴ـ۷ تجهیزات زردجوش را نشان می‌دهد.

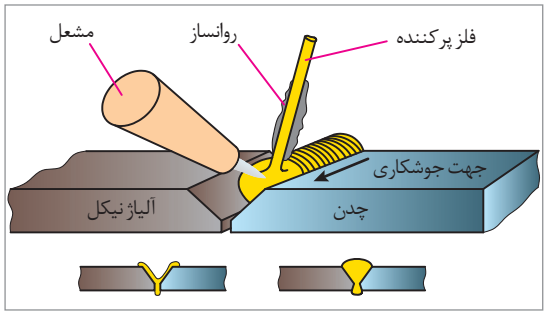




شکل ۴ـ۷ـ تجهیزات مورد استفاده فرایند زردجوش

مواد مصرفی (Consumables of Materials)

شکل ۴ـ۸ مواد مصرفی در فرایند زردجوش را نشان می‌دهد.



شکل ۴ـ۸ـ مواد مصرفی فرایند زردجوش

فلز پرکننده (Filler Metal)

فلز پرکننده معمولاً بر مبنای ترکیب شیمیایی، خواص مکانیکی و خواص فیزیکی فلز پایه انتخاب می‌شوند. فلز پرکننده مورد استفاده عموماً برنج است که حاوی ۶۰ درصد مس و ۴۰ درصد روی است. ممکن است مقدار کمی قلع، آهن و منگنز نیز به آن اضافه شود تا به توزیع مذاب بهبود ببخشد، همچنین اضافه کردن حدود ۱۰٪ نیکل باعث افزایش استحکام و سفیدتر شدن رنگ جوش می‌شود.

هنگامی که از فلز پرکننده برنز استفاده می‌شود جوش حاصل، شکل‌پذیری بیشتری نسبت به برنج دارد.

همچنین استفاده از فلزات پرکننده برنز ـ فسفر و مس ـ نیکل می‌تواند جوشی همراه با کمی تخلخل ایجاد کند. جدول ۴ـ۱

جدول ۴ـ۱ـ خواص و کاربرد پیشنهادی فلزات پرکننده در فرایند زردجوش

ردیف	دسته‌بندی طبق استاندارد AWS	استحکام کششی (MPa)	نقطه ذوب (°C)	کاربرد
۱	RBCuZn ـ A	۲۷۵	۸۹۹	اتصال برنز به مس، اتصال برنز به تیوپ‌های فولادی، چدن‌ها و فولادهایی توسط عملیات کشش عمیق تولید شده‌اند.
۲	RBCuZn ـ B	۳۴۴	۸۸۲	فولادهای کار شده، چدن، مس و فولادهای با استحکام بالا.
۳	RBCuZn ـ C	۳۴۴	۸۸۸	از لحاظ تشابه رنگی با رنگ فولاد آرام، چدن، و فولادهای کار شده بهترین است.
۴	RBCuZn ـ D	۴۱۳	۹۳۵	از لحاظ استحکام و تشابه رنگی با چدن و فولاد کار شده کاربرد دارد.
۵	RBCuSi ـ A	۳۴۴	ـ	برای اتصال آهن و ورق‌های فلزی کاربرد دارد.

الف) فلز پرکننده برنز (Bronze) یک آلیاژ است که از عناصر ..... و ..... تشکیل شده است.
ب) فلز پرکننده برنج (Brass) یک آلیاژ است که از عناصر ..... و ..... تشکیل شده است.

روان‌ساز (flux)

ماده‌ای که برای انحلال اکسید و سایر آلودگی باقی‌مانده در سطح قطعه و جلوگیری از اکسید شدن عمل می‌کند، فلاکس یا روان‌ساز نام دارد. روان‌ساز مورد استفاده برای لحیم‌کاری سخت باید دارای ترکیباتی باشد که هم فلز پرکننده و هم قطعه مورد اتصال را هنگام عملیات زردجوش تمیز نگه دارد و تفاوت این فلاکس‌های مورد استفاده در زردجوش در دمای ذوب آنها است. به این صورت که از دمای ذوب فلاکس‌های رایج در لحیم‌کاری سخت بیشتر باشد. جدول ۴ـ۲ فلاکس‌های مورد استفاده در لحیم‌کاری سخت و زردجوش را نشان می‌دهد. FB3_J از پرکاربردترین فلاکس‌های مورد استفاده در زردجوش می‌باشد که دو حرف اول نام روان‌سازها با حروف اختصاری (Flux Braze) FB نشان داده می‌شوند. حرف سوم نشانگر کاربرد روان‌ساز برای فلز پایه می‌باشد و حرف چهارم نشان‌دهنده حالت روان‌ساز است.

بحث کلاسی

وظایف روان‌سازها را در جدول زیر کامل کنید:

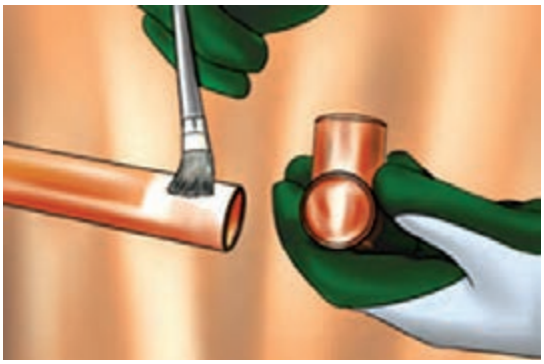
ردیف	فلاکس‌های مورد استفاده در فرایند زردجوش چه وظایفی دارند؟
۱	فلاکس‌ها باعث بهبود روان‌سازی و سیلان فلز پرکننده در حین جوشکاری می‌شوند.
۲	
۳	
۴	

فلاکس‌ها به یکی از روش‌های زیر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در شکل‌های ۴ـ۹ و ۴ـ۱۰ طریقه استفاده از روان‌ساز را به‌صورت فرو بردن فلز پرکننده در فلاکس و اعمال روان‌ساز با قلم را نشان می‌دهد.

۱	فلز پرکننده گرما داده می‌شود تا داغ بشود، سپس داخل ظرف فلاکس غوطه‌ور می‌شود به‌طوری که فلاکس بر روی آن بچسبد و فلاکس و فلز پرکننده هم‌زمان در محل اتصال مورد استفاده قرار گیرد.
۲	فلاکس می‌تواند با استفاده از قلم پیش از انجام جوشکاری در محل اتصال اعمال شود.
۳	فلز پرکننده می‌تواند توسط پوششی از فلاکس پوشانده شود و در محل اتصال اعمال شود.
۴	فلاکس‌ها می‌توانند داخل گاز سوختنی اعمال شوند و عملیات محافظت را انجام دهند.



شکل ۴ـ۹ـ فرو بردن قلم در ظرف فلاکس



شکل ۴ـ۱۰ـ اعمال روان‌ساز با قلم

فلاکس‌های مورد استفاده در فرایند زردجوش طبق استاندارد AWS A5.31. در جدول ۴ـ۲ نشان داده شده است.

جدول ۴ـ۲ـ فلاکس‌های مورد استفاده در فرایند زردجوش طبق استاندارد AWS A5.31.

شماره	کلاس‌بندی AWS	شکل فلاکس	نوع فلز پرکننده	درجه سلسیوس
۱	FB1- A	پودری	BAlSi	۵۸۰ـ۶۱۵
۲	FB1- B	پودری	BAlSi	۵۶۰ـ۶۱۵
۳	FB1- C	پودری	BAlSi	۵۴۰ـ۶۱۵
۴	FB2- A	پودری	BMg	۴۸۰ـ۶۲۰
۵	FB3- A	تیوپ	BAg، BCu	۵۶۵ـ۸۷۰
۶	FB3- J	پودری	BAg، BCu ،BNi، BAu، RBCuZn	۷۶۰ـ۱۲۰۵

مراحل اصلی زردجوش

۱ تمیزکاری پیش از جوشکاری
۲ انتخاب فلز پرکننده
۳ انتخاب روان‌ساز
۴ انتخاب فیکسچر
۵ پیش گرما
۶ انتخاب منبع گرما
۷ گرمادهی به فلز پایه
۸ انجام جوشکاری
۹ تمیزکاری بعد از جوشکاری
۱۰ کنترل نهایی

تمیزکاری پیش از جوشکاری

سطح اتصال از هر نوع، اکسید، گریس روغن، رنگ و دیگر مواد که ممکن است باعث جلوگیری از ترشوندگی شود و باعث کاهش کیفیت گردد، باید توسط فرایندهای مکانیکی، شیمیایی و یا آب داغ پاک شود.
شکل‌های ۴ـ۱۱ و ۴ـ۱۲ ابزارهای مکانیکی و محلول‌های شیمیایی را برای تمیزکاری نشان می‌دهد.



شکل ۴ـ۱۱ـ تمیزکاری توسط ابزارهای مکانیکی



شکل ۴ـ۱۲ـ تمیزکاری توسط محلول‌های شیمیایی

انتخاب فلز پرکننده

فلزات پرکننده معمولاً بر مبنای ترکیب شیمیایی، خواص مکانیکی و خواص فیزیکی فلز پایه انتخاب می‌شوند. فلز پرکننده مورد استفاده عموماً برنج است که حاوی ۶۰ درصد مس و ۴۰ درصد روی است. جدول ۴ـ۳ ترکیب شیمیایی فلز پرکننده در فرایند زردجوش را نشان می‌دهد.

جدول ۴ـ۳ـ ترکیب شیمیایی فلز پرکننده در فرایند زردجوش براساس استاندارد AWS

Table 19.1
Chemical Composition of Welding Rods for Braze Welding

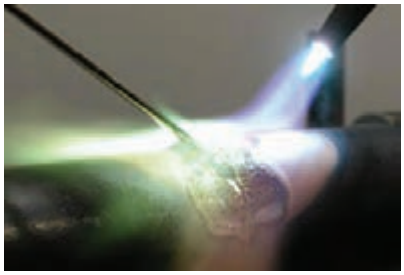
AWS Classification	AWS Specitication	UNS Numbers	C	Cu	Zn	Sn	Fe	Ni+CO	Mn	η	Al	Si	S	Pb	P	Other Elements Total
ERCuAl.A2	A5.7	C61800	_	Rem.[2]	0.02	_	1.50	_	_	_	8.50 - 11.00	0.10	_	0.02	_	0.50
ERCuSi.A	A5.7	C65600	_	Rem.	1.0	1.0-	0.50	_	1.5	_	0.01	2.8 - 4.0	_	0.02	_	0.50
ERCuNi	A5.7	C71580	_	Rem.	_	_	0.40 - 0.75	29.0 - 32.0	1.0 (max)	0.20 - 0.50	_	0.25	0.01	0.02	0.02	0.50
BNi-31	A5.8	N99630	0.06 - MAX.	_	_	_	0.5 - max.	Rem.	_	0.05 - max	0.05 - max	4.0 - 5.0	0.02 max	_	0.02 - max	0.50
ERNiCu.7	A5.14	N04060	0.15	Rem.	_	_	2.5	62 - 69.0	4.0	1.5 - 3.0	1.25	1.25	0.015	-	0.02	0.50
RBCuZn-A	A5.8	C47000	_	57.0 - 61.0	Rem.	0.25 - 1.00	_	_	_	_	0.01	_	_	0.05	_	0.50
RBCuZn-B	A5.8	C68000	_	56.0 - 60.0	Rem.	0.80 - 1.10	0.25 - 1.2	0.20 - 0.80	0.01 - 0.50	_	0.01	0.04 - 0.15	_	0.05	_	0.50
RBCuZn-C	A5.8	0618100	_	56.0 - 60.0	Rem.	0.80 - 1.10	0.25 - 1.2	_	0.01 - 0.50	_	0.01	0.04 - 0.15	_	0.05	_	0.50
RBCuZn-D	A5.8	C77300	_	46.0 - 50.0	Rem.	_	_	9.0 - 11.0	_	_	0.01	0.4 - 0.25	_	0.05	0.25	0.50
ENiCu-A	A5.15	W84001	0.35 - 0.55	35.0 - 45.0	_	_	3.0 - 6.0	50.0 - 60.0	2.30 - max	_	_	0.75 - max	0.025	_	_	1.00

انتخاب روان‌ساز

روان‌سازها به منظور تمیزکاری و جلوگیری از اکسید شدن سطح قطعه و جاری شدن بهتر سیالیت فلز پرکننده و به‌صورت پودری، تیوپ و دوغاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. فلاکس‌ها براساس نوع فلز پرکننده و محدوده دمایی که در جدول ۴ـ۲ مشخص شده است مورد استفاده قرار می‌گیرد. باید توجه داشت که روان‌سازها فقط براساس دسته‌بندی جدول ۴ـ۲ می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. رایج‌ترین روان‌سازهایی که در زردجوش مورد استفاده قرار می‌گیرد روان‌ساز (FB3_ J) می‌باشد که به‌صورت پودر موجود است و برای فولادها، نیکل و آلیاژهای نیکل مورد استفاده قرار می‌گیرد. روان‌ساز (FB3_ J) حاوی ماده‌ای به نام براکس و فلوئورید و ذرات بور می‌باشد و گاهی آب به‌صورت رقیق به آن اضافه می‌شود. در شکل‌های ۴ـ۱۳ و ۴ـ۱۴ این نوع روان‌ساز، و طریقه استفاده از آن در عملیات زردجوش نشان داده شده است.



شکل ۴ـ۱۳ـ روان‌ساز پودری مورد استفاده در زردجوش



شکل ۴ـ۱۴ـ استفاده از روان‌ساز در زردجوش

انتخاب فیکسچر

فیکسچر ابزاری است که قطعه کار را در حالت‌های مختلف می‌تواند نگه دارد تا عملیات جوشکاری را انجام داد. فیکسچر باعث افزایش سرعت تولید و دقت در مونتاژ قطعات می‌شود. در شکل ۴ـ۱۵ یک نوع فیکسچر در هنگام جوشکاری قطعات نشان داده شده است.



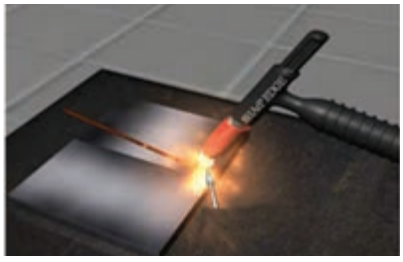
شکل ۴ـ۱۵ـ فیکسچر مورد استفاده شده در فرایند زردجوش

انتخاب منبع گرما

با توجه به نوع فرایند منبع گرمایی می‌تواند قوس الکتریکی و یا شعله انتخاب شود. در اکثر موارد از شعله اکسی‌استیلن به‌عنوان منبع گرما در فرایند زردجوش استفاده می‌شود. شکل‌های ۴ـ۱۶ و ۴ـ۱۷ قوس الکتریکی و شعله اکسی‌استیلن را نشان می‌دهد.

پیش‌گرما

قطعاتی مانند مس و چدن پیش از عملیات جوشکاری باید آنها را پیش‌گرم کرد تا بتوان جوش مناسبی ایجاد کرد. همچنین باید دقت داشت، تمرکز گرمای زیاد بر روی قطعه باعث سوراخ شدن و یا ذوب بیش از اندازه می‌شود. گرمادهی توسط ابزاری به نام ترمومتر یا گچ‌های حرارتی اندازه‌گیری و کنترل می‌شود. شکل‌های ۴ـ۱۸ و ۴ـ۱۹ استفاده از ترمومتر و گچ‌های حرارتی برای اندازه‌گیری دما را نشان می‌دهد.



شکل ۴ـ۱۶ـ استفاده از قوس الکتریکی



شکل ۴ـ۱۷ـ استفاده از شعله اکسی‌استیلن



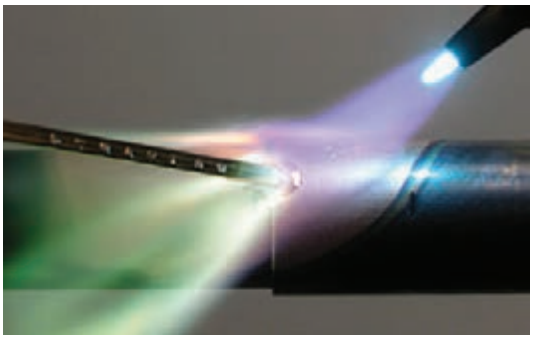
شکل ۴ـ۱۸ـ اندازه‌گیری دما توسط گچ‌های حرارتی



شکل ۴ـ۱۹ـ اندازه‌گیری دما توسط ترمومتر

انجام جوشکاری

- انتخاب سر مشعل
- فرو بردن سیم داغ داخل روان‌ساز
- گرم کردن محل اتصال
- اضافه کردن فلز پرکننده
- پر کردن درز اتصال



شکل ۴ـ۲۰ـ فرایند زردجوش

نکته

اگر فلز پایه پیش گرمای مناسب نداشته باشد قطره مذاب مانند ساچمه‌ای روی سطح قرار می‌گیرد.



شکل ۴ـ۲۱ـ عدم ترشوندگی سطح فلز را به دلیل سرد بودن درز اتصال، نشان می‌دهد.

تمیزکاری بعد از جوشکاری

اغلب روان‌سازها علاوه بر اینکه سمی هستند چنانچه بر روی قطعات جوشکاری شده باقی بماند به مرور زمان در قطعه کار نفوذ کرده و ایجاد خوردگی می‌کنند. برای این منظور پس از پایان جوشکاری قطعات کار را توسط ابزارهای مکانیکی، آب گرم و محلول شیمیایی مناسب با نوع روان‌ساز، شست‌وشو می‌دهند. (شکل ۴ـ۲۲)



شکل ۴ـ۲۲ـ تمیزکاری بعد از جوشکاری توسط محلول شیمیایی

کنترل نهایی

کیفیت زردجوش بستگی به آماده‌سازی طرح اتصال و اجرای مناسب جوش دارد. استفاده از طرح اتصال صحیح و رویه مناسب جوشکاری می‌تواند اتصالی مستحکم همانند فلز پایه را ایجاد کند. فلز پرکننده، تمیزکاری فلز پایه، تنظیم مناسب گاز سوختنی، کنترل صحیح گرمادهی و استفاده کافی از فلاکس نیز از عوامل مؤثر در کیفیت جوش می‌باشند. پس از انجام جوشکاری و تمیزکاری قطعات باید سالم بودن جوش را بررسی و کنترل نهایی کرد و اگر جوش از کیفیت مناسبی برخوردار نباشد، باید آن را تعمیر کرد و به رفع عیوب احتمالی پرداخت.

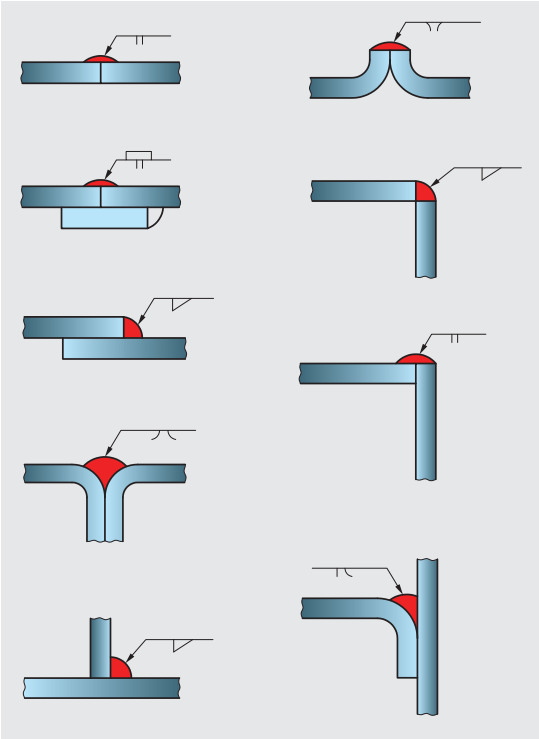
چگونه مطمئن شویم جوش ایجاد شده کیفیت مناسب را دارد؟

در نظر بگیرید شخصی بر اثر تصادف پاهایش دچار شکستگی می‌شود و دیگر قادر به راه رفتن نخواهد بود، حال سؤال اینجاست که آیا این شخص با پاهای شکسته می‌تواند همچنان به شغل خود ادامه دهد و یا اینکه باید در خانه بماند و استراحت کند؟ پاسخ شما چیست؟ ناپیوستگی در جوشکاری مانند پاهای شکسته آن فرد است و می‌تواند رفتار دوگانه‌ای داشته باشد و گاهی به‌صورت عیب و گاهی به‌صورت نقص در جوش ظاهر می‌شود. پیش از آنکه بگوییم جوش دچار عیب است یا نقص باید بدانیم چه انتظاری از جوش می‌رود یعنی آن جوش در کجا به‌کار رفته؟

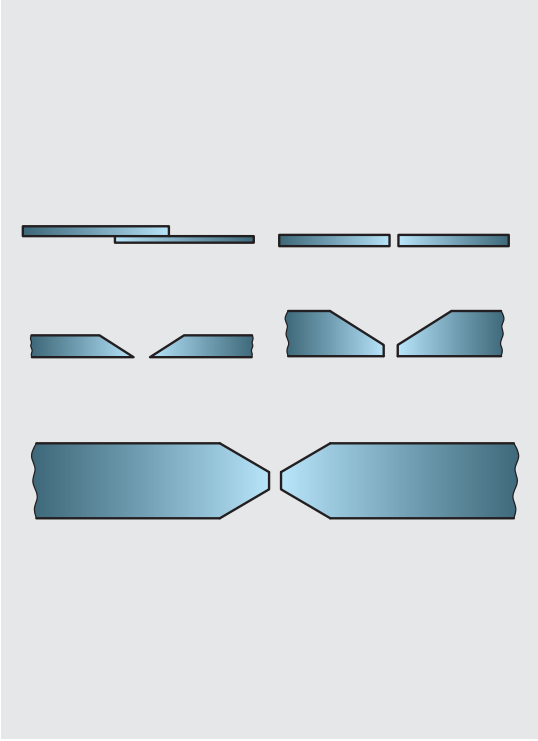
چه میزان نیرویی می‌خواهد تحمل کند؟ ..... بعد از اینکه دانستیم چه انتظاری از جوش می‌رود، در مورد عیب یا نقص آن می‌توانیم قضاوت کنیم. از فرایند زردجوش عموماً برای اتصال قطعات نازک و تعمیرات قطعات استفاده می‌شود، بنابراین هنگامی‌که نیاز به تحمل نیروی زیاد جوش و جوشکاری قطعات ضخیم باشد، از این فرایند استفاده نمی‌شود. اگر ظاهر جوش سالم باشد و عیوب ظاهری که در فصل قبل به آن اشاره شد مشاهده نشود، جوش سالم است و انتظاری را که از زردجوش می‌رود را برآورده می‌کند.

آماده‌سازی اتصال (Joint Preparation)

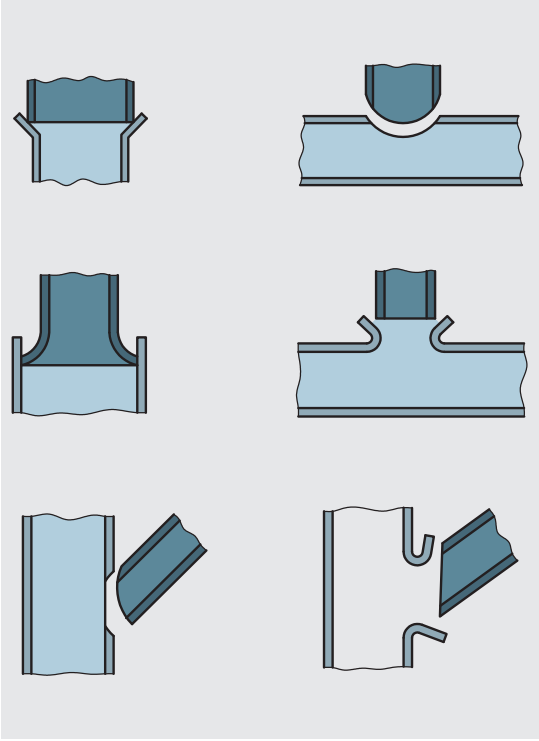
طرح اتصال در زردجوش شبیه به طرح اتصال در فرایندهای ذوبی است و محدوده تلرانس دقیق در درز جوش مانند لحیم‌کاری حساس نمی‌باشد. برای ضخامت‌های بیش از ۲ میلی‌متر ($\frac{۳}{۳۲}$ اینچ) در جوش‌های شیاری پخ جناغی یک‌طرفه و یا دوطرفه با زاویه ۹۰ تا ۱۲۰ مورد نیاز است. اجرای جوش شیاری با زاویه گفته شده در بالا می‌تواند یک اتصال محکم بین فلز جوش و فلز پایه ایجاد کند. جوش شیاری بدون پخ ممکن است برای ضخامت ۲ میلی‌متر و کمتر مورد استفاده قرار بگیرد. طرح اتصالات مختلف در زردجوش در شکل‌های ۴ـ۲۳ و ۴ـ۲۴ برای اتصالات لوله‌ای و در شکل۴ـ ۲۵ طرح اتصال برای اتصال ورق‌های فلزی نشان داده شده است.



شکل ۴ـ۲۳ـ انواع طرح اتصال ورق در فرایند زردجوش



شکل ۴ـ۲۴ـ انواع طرح اتصال ورق در فرایند زردجوش



شکل ۴ـ۲۵ـ انواع طرح اتصال لوله در فرایند زردجوش

کارگاهی

ایجاد خال جوش توسط زردجوش

مراحل انجام کار:

۱ تمیزکاری قطعات

- با استفاده از ابزارهای مکانیکی (برس سیمی، سنباده ....)، محلول‌های شیمیایی، آب داغ (آب داغ بهترین حلال برای حذف چربی می‌باشد) برای حذف زنگ‌زدگی، لایه‌های اکسید، رنگ و انواع آلودگی‌های دیگر، قطعات را تمیز و آماده جوشکاری کنید.

۲ کنترل تجهیزات جوشکاری

- تجهیزات جوشکاری اعم از نوع گاز مصرفی، فشار داخلی کپسول‌ها، مشعل جوشکاری، شیلنگ‌ها، پیش از انجام جوشکاری باید مورد بررسی قرار بگیرند و آماده جوشکاری شوند.

۳ نکات ایمنی

- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در زردجوش می‌باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار بپوشید و از پیش‌بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) برای زردجوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابه‌جا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین‌های مجاور نشود.

۴ رعایت اصول فرایند زردجوش

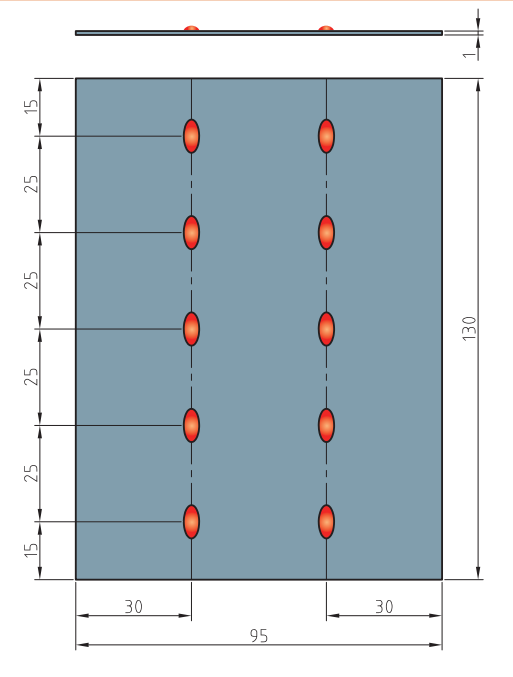
- پس از روشن کردن مشعل جوشکاری، با تنظیم نسبت مساوی اکسیژن و استیلن شعله خنثی ایجاد کنید.
- فلز پرکننده را با شعله داغ کنید و در تنه کار بزنید تا تنه کار به فلز پرکننده بچسبد.
- مخروط آبی رنگ را به محل اتصال نزدیک کنید به‌طوری‌که سطح قطعه کار گداخته شود و ذوب سطحی در قطعه کار ایجاد شود.
- فلز پرکننده را به سطحی که دچار ذوب سطحی شده است نزدیک کنید تا فلز پرکننده ذوب شود و درز اتصال را پر کند.
- این کار را ادامه دهید تا فرایند جوشکاری کامل شود.

۵ مسائل زیست‌محیطی

- مدیریت مواد مصرفی
- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها
- مدیریت استفاده از گازهای مصرفی

شرح فعالیت

یک قطعه به ابعاد ۱×۹۵×۱۳۰ از جنس فولاد St37 و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی‌متر و روان‌ساز پودری از جنس FB3_J انتخاب کنید و مطابق نقشه، خال جوش زدن را تمرین کنید.



ابزارهای مورد نیاز

ابزارهای مورد نیاز خود را برای ایجاد حوضچه مذاب توسط مشعل جوشکاری در جدول زیر کامل کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

ایجاد زردجوش بر روی پلیت به‌صورت لب روی هم

مراحل انجام کار

۱ **تمیزکاری قطعات**

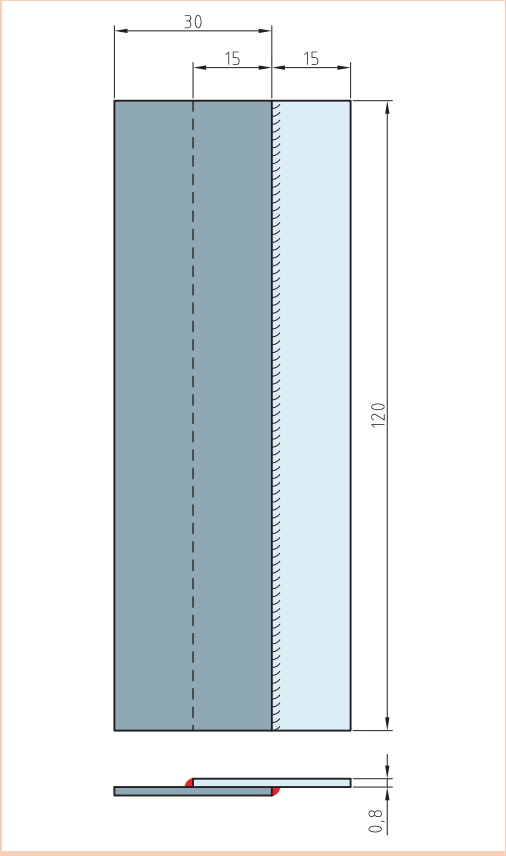
۲ **کنترل تجهیزات جوشکاری**

۳ **نکات ایمنی**

- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در زردجوش می‌باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار مناسب بپوشید و از پیش‌بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش مناسب استفاده کنید و همیشه احتمال دهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) برای زردجوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابه‌جا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین‌های مجاور نشود.

۴ **مسائل زیست‌محیطی**

- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها



شرح فعالیت

دو قطعه به ابعاد ۱۲۰×۳۰×۰/۸ از جنس فولاد St37 و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی‌متر و روان‌ساز پودری از جنس FB3_J انتخاب کنید و مطابق نقشه، ایجاد زردجوش بر روی پلیت به‌صورت لب روی هم را تمرین کنید.

کارگاهی

ایجاد اتصال لب به لب توسط زردجوش

مراحل انجام کار

۱ **تمیزکاری قطعات**

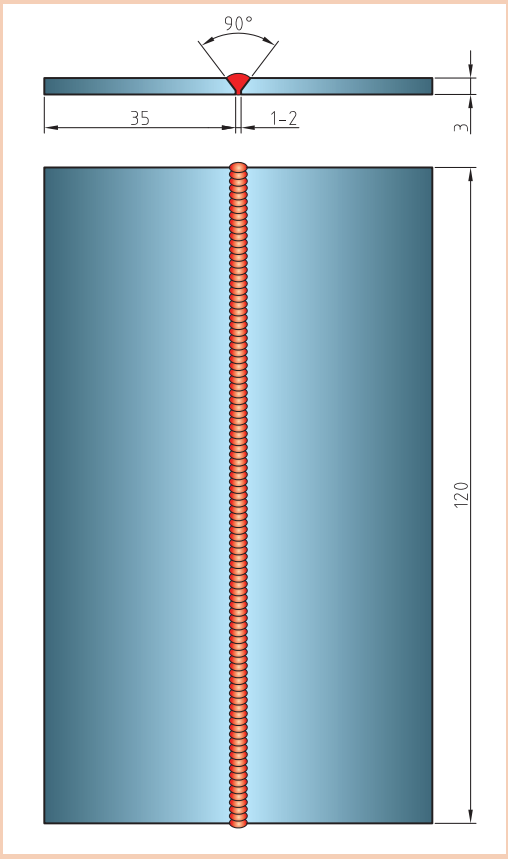
۲ **کنترل تجهیزات جوشکاری**

۳ **نکات ایمنی**

- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در فرایند زردجوش می‌باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار مناسب بپوشید و از پیش‌بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش مناسب استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) برای زردجوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابه‌جا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین‌های مجاور نشود.

۴ **مسائل زیست‌محیطی**

- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها



شرح فعالیت

دو قطعه‌ای به ابعاد ۳× ۳۵×۱۲۰ میلی متر از جنس فولاد St37 و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی‌متر و روان‌ساز پودری از جنس FB3_J انتخاب کنید و مطابق نقشه، پخ زده و با یک پاس جوش اجرا کنید. در صورت نیاز می‌توانید از پشت‌بند مناسب استفاده کنید.

ایجاد اتصال لب روی هم توسط زردجوش

مراحل انجام کار

۱ **تمیزکاری قطعات**

۲ **کنترل تجهیزات جوشکاری**

۳ **نکات ایمنی**

- لباس کار مناسب بپوشید و از پیش‌بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش مناسب استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) برای زردجوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابه‌جا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.

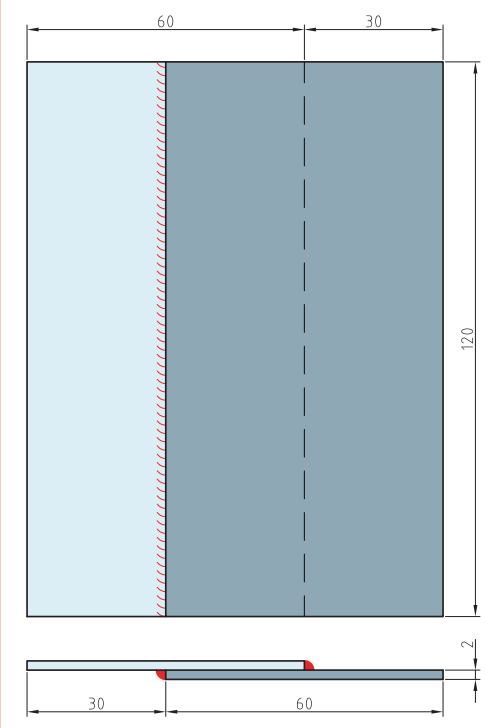
پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین‌های مجاور نشود.

۴ **مسائل زیست‌محیطی**

- مدیریت مواد مصرفی
- مدیریت استفاده از گازهای مصرفی

شرح فعالیت

دو قطعه‌ای به ابعاد ۲×۶۰×۱۲۰ میلی‌متر از جنس فولاد St37 و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی‌متر و روان‌ساز پودری از جنس FB3_J انتخاب کنید و مطابق با نقشه، جوش گوشه را اجرا کنید.



کارگاهی

ایجاد اتصال سه پری توسط زردجوش

مراحل انجام کار

۱ **تمیزکاری قطعات**

۲ **کنترل تجهیزات جوشکاری**

۳ **نکات ایمنی**

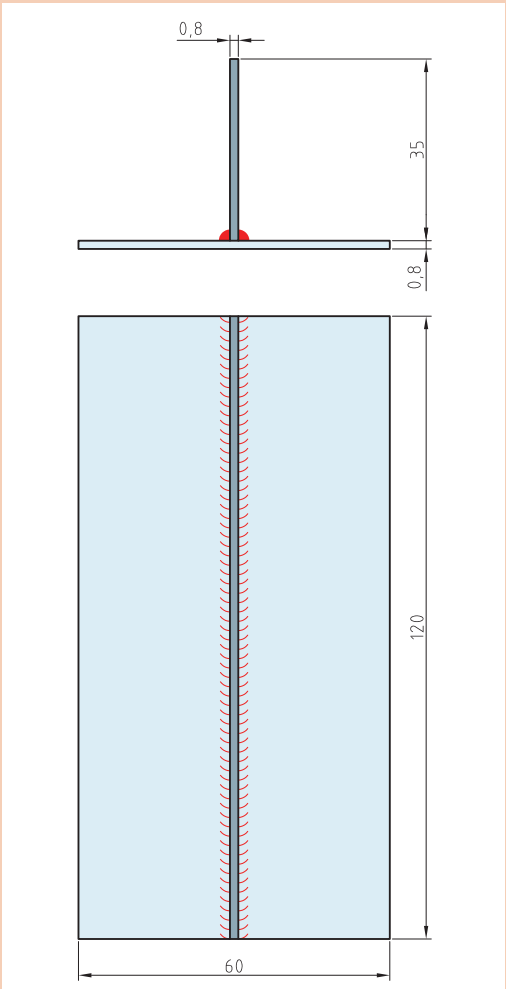
- لباس کار بپوشید و از پیش‌بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) برای زردجوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابه‌جا نکنید برای این منظور از انبر استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین‌های مجاور نشود.

۴ **مسائل زیست‌محیطی**

- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها

شرح فعالیت

دو قطعه‌ای به ابعاد ۱۲۰×۶۰×۰/۸ و ۱۲۰×۳۵×۰/۸ میلی‌متر از جنس فولاد St37 و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی‌متر و روان‌ساز پودری از جنس FB3_J انتخاب کنید و مطابق نقشه اتصال سه پری را اجرا کنید.



کارگاهی

ایجاد اتصال نبشی با زردجوش

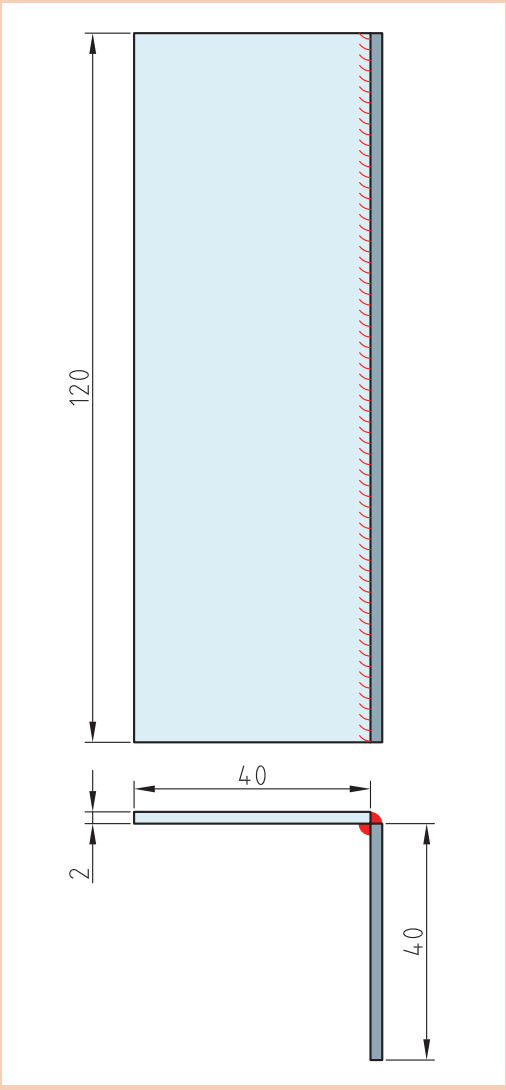
مراحل انجام کار

۱ **تمیزکاری قطعات**

۲ **کنترل تجهیزات جوشکاری**

۳ **نکات ایمنی**

- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در زردجوش می‌باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار بپوشید و از پیش‌بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) برای زردجوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابه‌جا نکنید برای این منظور از انبر استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین‌های مجاور نشود.



۴ **مسائل زیست‌محیطی**

- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها

شرح فعالیت

دو قطعه‌ای به ابعاد ۲×۴۰×۱۲۰ میلی‌متر از جنس فولاد St37 و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی‌متر و روان‌ساز پودری از جنس FB3_J انتخاب کنید و مطابق نقشه اتصال نبشی را اجرا کنید.

کارگاهی

اتصال لوله به ورق با فرایند زردجوش

مراحل انجام کار

۱ تمیزکاری قطعات

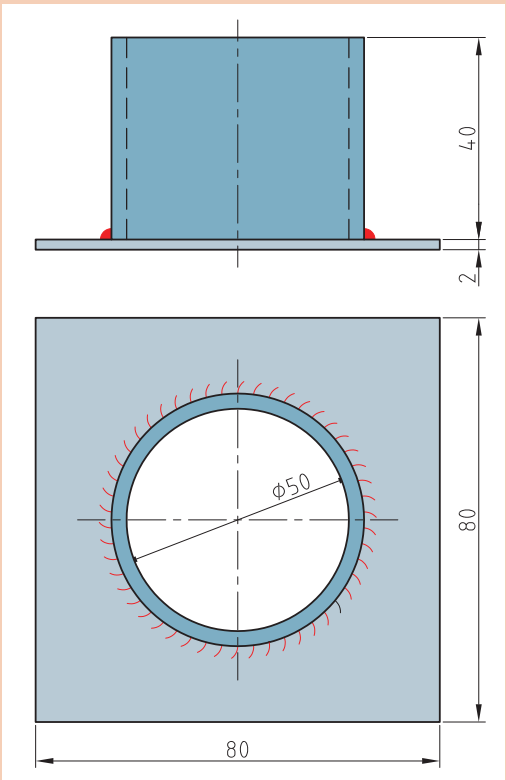
۲ کنترل تجهیزات جوشکاری

۳ نکات ایمنی

- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در زردجوش می‌باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار بپوشید و از پیش‌بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) برای زردجوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابه‌جا نکنید برای این منظور از انبر استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین‌های مجاور نشود.

۴ مسائل زیست‌محیطی

- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها



شرح فعالیت

لوله‌ای به قطر خارجی ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۴۰ میلی‌متر و ورقی به ابعاد ۲×۸۰×۸۰ میلی‌متر از جنس St37 و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی‌متر و روان‌ساز پودری از جنس J ـFB3 انتخاب کنید. مطابق با شکل جوش لوله به ورق را اجرا کنید.

اجرای اتصال لوله به لوله با زردجوش

مراحل انجام کار

۱ **تمیزکاری قطعات**

۲ **کنترل تجهیزات جوشکاری**

۳ **نکات ایمنی**

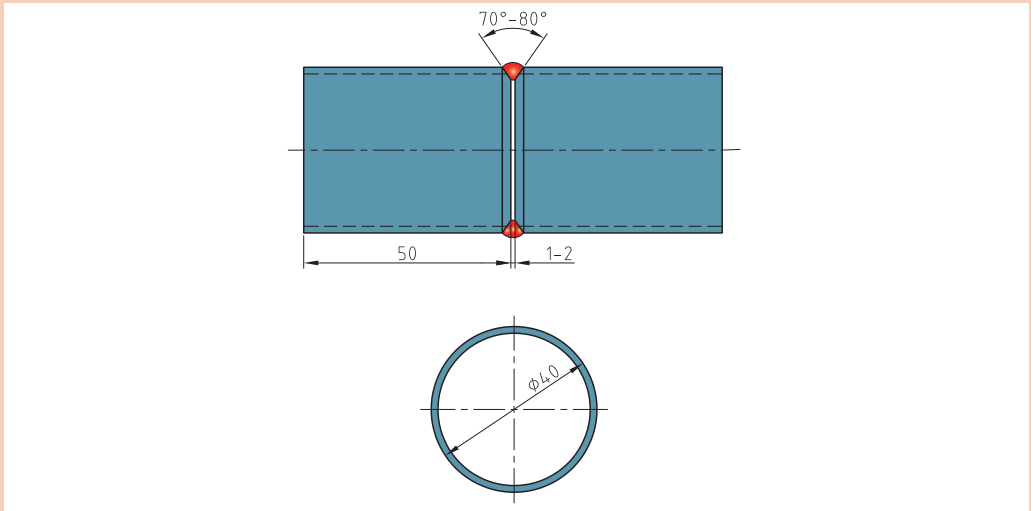
- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در زردجوش می‌باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار بپوشید و از پیش‌بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) برای زردجوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابه‌جا نکنید برای این منظور از انبر استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین‌های مجاور نشود.

۴ **مسائل زیست‌محیطی**

- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها

شرح فعالیت

دو لوله به قطر خارجی ۴۰ میلی‌متر و ارتفاع ۵۰ میلی متر از جنس St37 و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی‌متر و روان‌ساز پودری از جنس FB3_J انتخاب کنید. مطابق با نقشه جوشکاری لوله به لوله را در حالت افقی اجرا کنید.



کارگاهی

ساخت تبدیل استوانه به استوانه

مراحل انجام کار

۱ **تمیزکاری قطعات**

۲ **کنترل تجهیزات جوشکاری**

۳ **نکات ایمنی**

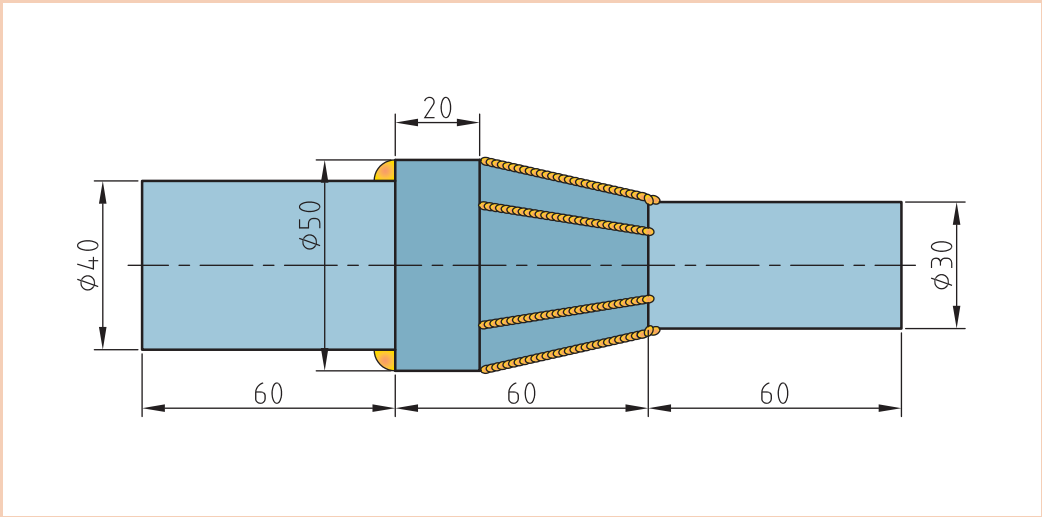
- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در زردجوش می‌باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار بپوشید و از پیش‌بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) برای زردجوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابه‌جا نکنید برای این منظور از انبر استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین‌های مجاور نشود.

۴ **مسائل زیست‌محیطی**

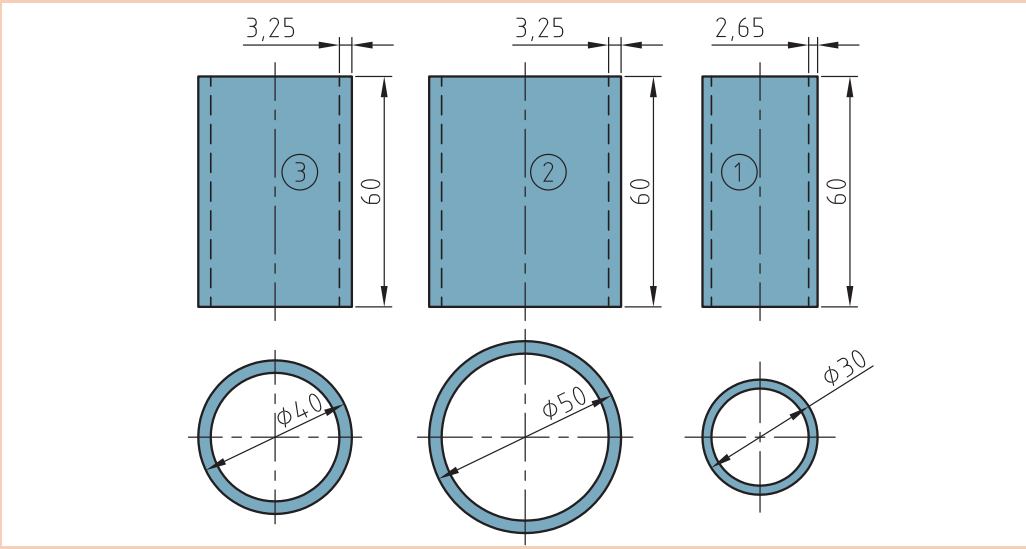
- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها

شرح فعالیت

سه لوله به قطرهای خارجی ۳۰، ۴۰، ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۶۰ میلی‌متر از جنس St37 و روان‌ساز پودری از جنس FB3_J انتخاب کنید و مطابق با نقشه یک تبدیل ۵ به ۳ بسازید و آنها را توسط زردجوش به یکدیگر اتصال دهید.

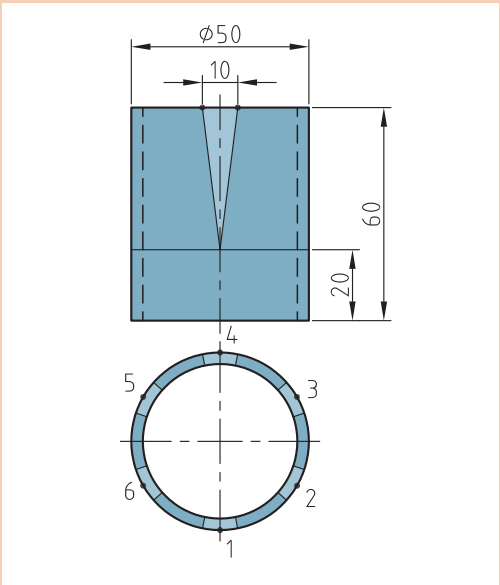


اتصال لوله ۵ به ۲/۵ و استفاده از تبدیل توسط زردجوش



لوله به قطرهای خارجی ۲۵، ۴۰، ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۶۰ میلی‌متر جهت اتصال دادن به یکدیگر

مطابق شکل روبه‌رو استوانه را به شش قسمت مساوی تقسیم کنید سپس از نقاط تقسیم‌بندی شده (نقطه یک) از هر طرف ۵ میلی‌متر سمت چپ و راست جدا کنید، تا نقاط B و C به‌دست بیاید. خط‌های عمودی به طول ۴۰ میلی‌متر به‌سمت پایین امتداد دهید تا به نقطهٔ A برسید سپس از نقطهٔ A به نقاط B و C وصل کنید تا مثلث ABC به‌دست بیاید و توسط کمان اره و قلم تیزبر مثلث ABC را ببرید. این کار را در محیط استوانه ادامه دهید تا شش مثلث ABC از استوانه۲ برش بخورد.



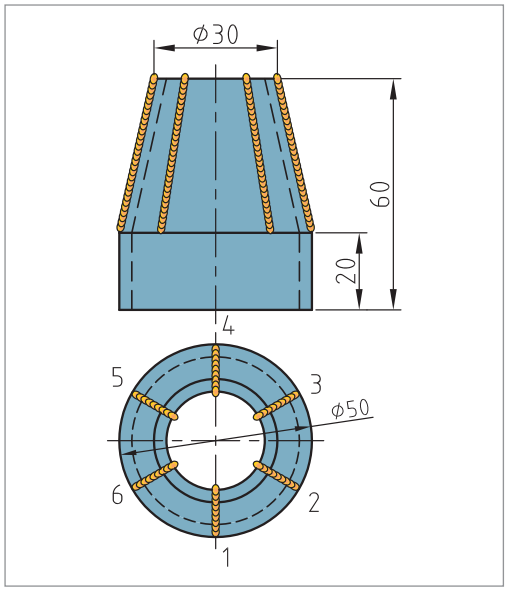
طریقه خط‌کشی و بریدن و آماده‌سازی تبدیل لوله ۵ به ۲/۵

نکته

بریدن مثلث ABC مهارت و دقت زیادی می‌طلبد در بریدن آن دقت لازم را انجام دهید.

بعد برش‌کاری لبه‌های برش خورده را توسط سوهان پلیسه‌زنی کنید و لبه‌های قطعه را صاف کنید. در ادامه لبه‌های ایجاد شده را به سمت داخل خم کنید تا لبه‌های قطعه به یکدیگر برسد و درز اتصال ایجاد شود. دقت کنید خم‌کاری از ریشه در ارتفاع ۴۰ میلی‌متری انجام شود تا تبدیل ظاهر مناسبی پیدا کند.

بعد از ایجاد برش و خم‌کاری توسط زردجوش لبه‌های ورق را جوش داده و آن‌را آب‌بندی کنید و تبدیل ۵ به ۳ ایجاد کنید و در نهایت لوله‌های شماره ۱ را به قسمت بالایی تبدیل و لوله شماره ۳ را به قسمت پایینی تبدیل جوش دهید.



در صورت لقی بیش‌ازحد سر لوله‌ها در محل اتصال می‌توان سر لوله‌ها را گشاد کرد به‌طوری‌که قطعات در یکدیگر فیت شوند، سپس قطعات را جوش داد.

ارزشیابی پایانی

جوش برنج

شرح کار:
اتصال دو پلیت فولادی به یکدیگر با اتصال لب به لب در وضعیت تخت

استاندارد عملکرد:
اتصال قطعات فلزی به یکدیگر با به‌کارگیری روش اکسی‌استیلن مطابق با نقشه

شاخص‌ها:
- تنظیم و راه‌اندازی تجهیزات
- جوش آب‌بند
- تمیزکاری برابر رویه
- اتصال برابر رویه
- جوش بدون عیب برابر رویه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:
کارگاه جوشکاری اکسی‌استیلن استاندارد، تجهیزات کامل جوشکاری اکسی‌استیلن، سیم جوش‌های برنجی، فلاکس، برس سیمی، چکش، سندان، کمان اره، تجهیزات ایمنی، انبر برای جابه‌جایی قطعات

زمان: ۲ ساعت

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی مواد	۱	
۲	آماده‌سازی دستگاه	۲	
۳	اتصال قطعات با جوش برنج	۲	
۴	تمیزکاری و کنترل نهایی	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: اطمینان از کیفیت کار انجام شده، ایمنی در محل کپسول، ایمنی در شیلنگ‌ها، ایمنی در محیط از نظر تمیز بودن قطعه کار و محیط کار از نظر روغن و غیره، ایمنی در محیط از نظر عوامل آتش‌زا و انفجاری.	۲	
	میانگین نمرات		*

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

پودمان ۵

برش کاری حرارتی



از پیدایش برش کاری تاکنون که فرایندهای زیادی کشف و ثبت شده است، همواره برش کاری حرارتی نقش بسزایی در صنعت ایفا کرده است. با عنایت به اینکه سرعت عمل، صرفه اقتصادی و انعطاف از جمله دلایل آن می‌باشد؛ از بین فرایندهای حرارتی؛ برش کاری اکسی گاز پر کاربردترین و ارزان ترین و قابل برش با ضخامت خیلی بالا می‌باشد و آموزش آن از اولویت‌های برش کاری می‌باشد.

واحد یادگیری ۶
برش‌کاری دستی اکسی‌استیلن

آیا تا به حال پی برده‌اید؟

- پرکاربردترین روش برش‌کاری چیست؟
- در کشتی‌سازی از چه روشی برای برش‌کاری استفاده می‌شود؟
- در مواقعی که نیاز به یک سیستم برش‌کاری قابل حمل داریم از چه روشی می‌توان استفاده نمود؟
- هدف از این شایستگی، کسب مهارت و دانش فرایند برش‌کاری اکسی گاز، کاربرد آن، شناخت گازهای سوختنی و خواص آنها، انتخاب صحیح نازل و آموختن تکنیک‌های برش‌کاری مستقیم، مایل، پخ‌زنی و سوراخ‌کاری توسط روش اکسی گاز می‌باشد.
- برش‌کاری اکسی گاز می‌تواند به روش دستی یا اتوماتیک انجام شود.

استاندارد عملکرد

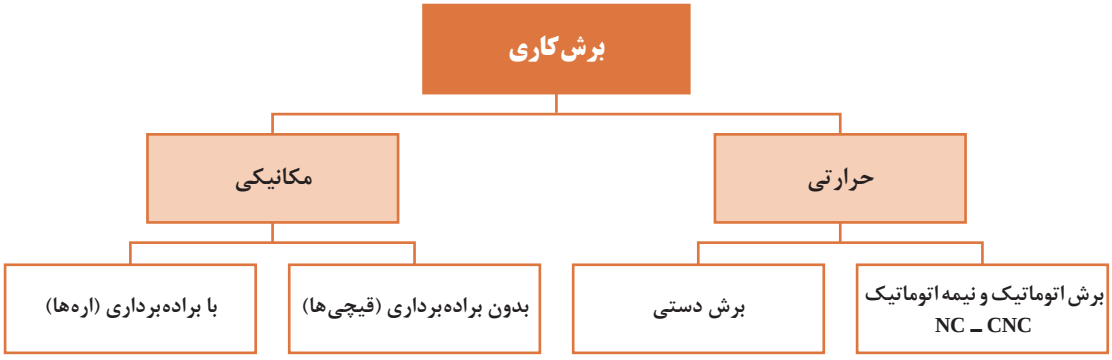
برش‌کاری قطعات فولادی بر اساس نقشه

اهمیت برش‌کاری در صنعت

برش‌کاری هسته مرکزی واحد تولید می‌باشد که طی آن قطعه به دو یا چند بخش تقسیم می‌شود.
به‌طور کلی برش‌کاری فلزات با دو روش مکانیکی و حرارتی انجام می‌شود که براساس پارامترهایی چون جنس، ضخامت، دقت و سرعت، یکی از این روش‌ها را انتخاب می‌نمایند.

روش‌های برش‌کاری

تاکنون با برخی از روش‌های برش‌کاری مکانیکی آشنا شده‌اید و هدف از این فصل آشنایی با روش‌های برش‌کاری حرارتی می‌باشد.
برش‌کاری حرارتی می‌تواند براساس روش انجام فعالیت و همچنین منبع تأمین انرژی حرارتی دسته‌بندی متفاوتی داشته باشد.



کار کلاسی

از چه فرایند برش‌کاری برای ساخت مصنوعات زیر استفاده شده است؟ مکانیکی یا حرارتی



.....



.....



.....



.....

برش‌کاری حرارتی

این روش به‌طور گسترده‌ای در صنعت استفاده می‌شود، زیرا قابلیت برش‌کاری قطعات ضخیم را دارد و تجهیزات آن نیز ساده و ارزان می‌باشد و می‌تواند به‌صورت دستی یا اتوماتیک استفاده شود.

در این روش، از عملیات شیمیایی مانند اکسیداسیون یا ذوب برای برش‌کاری استفاده می‌شود.

کاربرد انواع روش‌های برش‌کاری اکسی گاز در صنعت

از نوع دستی برای قطعات کوچک و تعداد پایین و همچنین عملیات تخریب و قراضه‌سازی استفاده می‌شود. برش‌کاری نیمه‌اتوماتیک و اتوماتیک برای قطعات با تعداد بالا، کیفیت و سرعت زیاد استفاده می‌شود. در برش‌کاری اتوماتیک یا نیمه‌اتوماتیک می‌توان از چند مشعل هم‌زمان نیز استفاده نمود.

پژوهش

با استفاده از موتورهای جست‌وجو در اینترنت پژوهش کنید برای تأمین انرژی حرارتی مورد نیاز برای برش‌کاری فلزات از چه منابعی می‌توان استفاده نمود؟

۱

۲

۳

۴

فعالیت کلاسی

برای شروع عملیات احتراق یا ایجاد شعله چه پارامترهایی باید وجود داشته باشد؟

به کمک شکل سطرهای خالی زیر را تکمیل کنید.



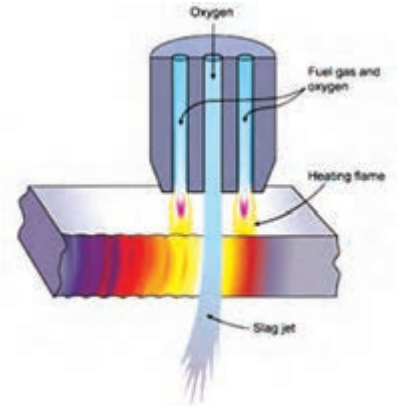
۱

۲

۳

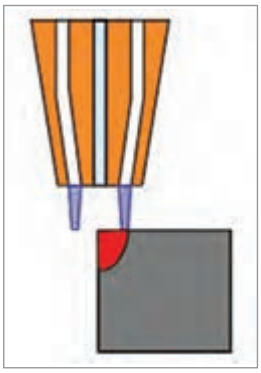
برش‌کاری اکسی گاز (OFC[1])

به مجموعه‌ای از فرایندهای برش‌کاری با اکسیژن می‌گویند که در آن از یک واکنش گرماده بین اکسیژن و یک ماده سوختنی به منظور بالا بردن دمای سطح فلز استفاده می‌شود، سپس اکسیژن با فشار زیاد برای انجام برش‌کاری به محل ذوب افزوده می‌شود.

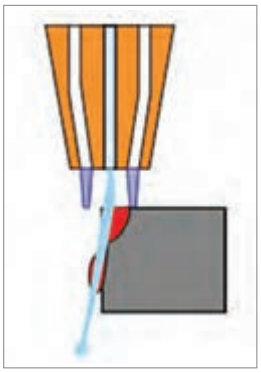


۱ـ OxyFuel Cutting

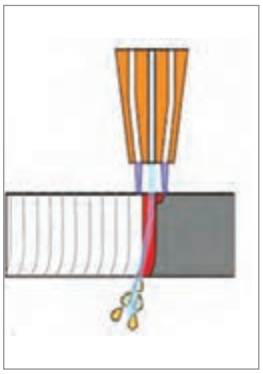
مراحل برش‌کاری اکسی گاز



مرحله اول: گاز اکسیژن و گاز سوختنی در داخل مشعل[1] با هم ترکیب شده و به‌صورتی‌که در شکل نشان داده شده است به سمت نازل هدایت می‌شوند. این وظیفه به عهده سوراخ‌های محیطی نازل انجام می‌شود.
گاز ترکیبی بلافاصله پس از خروج از نازل مشتعل می‌شود، که این اشتعال باعث بالا رفتن دمای سطح قطعه تا مرز سرخ شدن می‌شود، این دما برای فولاد بین ۷۰۰ تا ۹۰۰ درجه می‌باشد.



مرحله دوم: خروجی مرکزی نازل، گاز اکسیژن را با فشار زیاد به سمت منطقه پیش‌گرم شده پرتاب می‌کند، که این امر باعث ایجاد یک واکنش شیمیایی شدیداً گرمازا بین اکسیژن و فلز شده و منجر به تشکیل اکسید آهن و شروع برش‌کاری می‌شود.



مرحله سوم: حرکت در مسیر برش‌کاری و تداوم فشار اکسیژن اضافی از مرکز نازل باعث می‌شود تا اکسید آهنی که به دلیل واکنش شیمیایی بین اکسیژن و فلز تشکیل شده است به سمت بیرون پرتاب شده و برش‌کاری ادامه یابد.

پژوهش

بررسی کنید که میزان خلوص اکسیژن چه ارتباطی می‌تواند با سرعت و کیفیت برش‌کاری داشته باشد؟

۱ـ Torch

گازهای سوختنی رایج در برش‌کاری هوا گاز

نام گاز	شکل رایج کپسول	ویژگی
استیلن Acetylene (C_2H_2)		استیلن گازی بی‌رنگ و قابل اشتعال است. این گاز معمولاً حاوی مقدار اندکی فسفین است که بوی نامطبوعی شبیه به بوی سیر ایجاد می‌کند. این گاز درون کپسول‌های پرفشاری که حاوی مواد متخلخل و استون هستند، ذخیره می‌شود.
پروپان Propane (C_3H_8)		یکی از ترکیبات هیدروکربنی است که سه اتم کربن دارد. پروپان به‌صورت عادی در حالت گاز بوده و تحت فشار و برودت، برای حمل ساده‌تر به حالت مایع در می‌آید. گاز پروپان معمولاً از محصولات چاه‌های نفت است. از اختلاط ۱۰ تا ۵۰ درصد از این گاز با گاز بوتان، گاز مایع حاصل می‌شود.
گاز Mapp methylacetylene ـ propadiene		گاز MAPP یک نام تجاری می‌باشد که از ترکیب گاز متیل استیلن (پروپین) و پروپادین ساخته شده است. دمای شعله این گاز به ۲۹۷۶ درجه سلسیوس می‌رسد و به دلیل تراکم‌پذیری بیشتر و وزن پایین کپسول‌های آن، جایگزین امن و مناسبی برای استیلن می‌باشد.
پروپیلن PROPYLENE (C_3H_6)		گاز پروپیلن یکی از تمیزترین و ساده‌ترین گازهای سوختنی و همچنین از ایمن‌ترین سوخت‌هاست. گاز پروپیلن، بی‌رنگ با بوی طبیعی تند، بسیار اشتعال‌زا، غیرسمی و ناپایدار است. این گاز در پروسه تصفیه بنزین و اتیلن به‌دست می‌آید. همچنین از تجزیه مخلوط‌های هیدروکربنی می‌توان گاز پروپیلن را تولید کرد.
هیدروژن Hydrogen (H_2)		هیدروژن گازی بی‌رنگ و شدیداً قابل اشتعال است و به‌راحتی با مواد شیمیایی دیگر واکنش نشان می‌دهد. هیدروژن سبک‌ترین گاز است و می‌تواند به آسانی به جاذبه زمین غلبه کند و به فضا وارد شود. این گاز به خوبی با هوا ترکیب می‌شود و ترکیبات انفجاری تشکیل می‌دهد.
گاز متان Metan (CH_4)		متان گازی بی‌رنگ و بی‌بو است و از هوا سبک‌تر می‌باشد. متان از طریق تجزیه کربن‌های آلی تولید می‌شود و به‌طور رایج در مجاورت زمین‌های خیس، ذخایر زغال سنگ یا محل‌های دفن زباله یافت می‌شود.

مؤلفه‌های اصلی گازهای سوختنی

معمولاً گازهای سوختنی با سه مؤلفه زیر شناخته می‌شوند.

۱ دمای شعله

بیشترین دمای شعله، در نوک مخروط داخلی یا همان شعله اولیه قرار دارد.

۲ نسبت نیاز گاز سوختنی به اکسیژن

مقدار اکسیژنی که گاز سوختنی برای انجام فرایند احتراق به‌صورت کامل نیاز دارد که البته این مقدار اکسیژن مورد نیاز به نوع شعله (احیا، خنثی، اکسید) بستگی دارد.

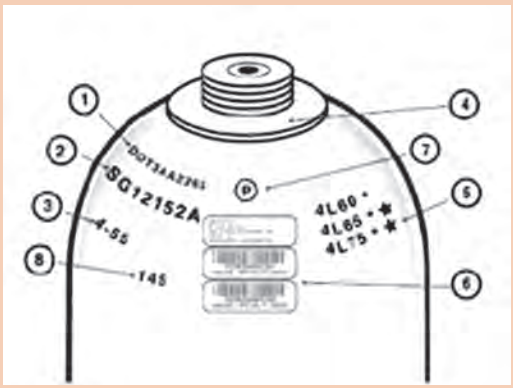
۳ گرمای ویژه

به میزان گرمای تولید شده یک گاز در واحد حجم یا جرم گویند.

پژوهش

شکل‌های زیر نشان‌دهنده پلاک شناسایی رایج بر روی کپسول می‌باشد. با جست‌وجو در اینترنت مشخص کنید چه نوع اطلاعاتی در این پلاک‌های شناسایی درج می‌شود و به چه کار می‌آیند؟





مشخصات گازهای سوختنی رایج در برش‌کاری

گاز سوختنی	حداکثر دمای شعله (سلسیوس)	نسبت اکسیژن به گاز سوختنی
استیلن	۳۱۶۰	۱/۲:۱
پروپان	۲۸۲۸	۴/۳:۱
گاز مپ	۲۹۷۶	۳/۳:۱
پروپیلن	۲۸۹۶	۳/۷:۱
هیدروژن	۲۸۵۶	۰/۴۲:۱
گاز طبیعی	۲۷۷۰	۱/۸:۱

عملکرد نسبی گازهای سوختنی در مواردی همچون زمان ایجاد سوراخ، سرعت برش و کیفیت لبه کار به‌وسیله دمای شعله و توزیع گرما در مخروط شعله بیرونی و درونی محاسبه شده است.
همان‌گونه که در جدول مشاهده می‌شود گاز مایع با دمای شعله‌ای در حدود ۲۸۲۸ درجه سلسیوس جایگاه پایین‌تری را نسبت به استیلن با دمای شعله ۳۱۶۰ درجه سلسیوس دارد.
اما از آنجایی که فرایند سوختن توسط جت اکسیژن به انجام می‌رسد، سرعت برش در هر دو حالت تقریباً یکسان است.
از طرف دیگر پروپان در مقایسه با استیلن، به اکسیژن بیشتری برای انجام فرایند کامل احتراق نیاز دارد.
همان‌گونه که در جدول نیز نشان داده می‌شود، نسبت گاز اکسیژن به استیلن برابر ۱/۲:۱ بوده، در صورتی که همین نسبت برای گاز مایع (پروپان) برابر ۴/۳:۱ می‌باشد.

کار کلاسی

با توجه به مطالب گفته شده در مورد گازهای سوختنی، بحث کنید که کدام نوع از گازها برای برش‌کاری و کدام گاز برای جوشکاری مناسب‌تر می‌باشند؟ چرا؟

تجهیزات برش‌کاری با شعله

اکثر تجهیزات برش‌کاری از قبیل مانومتر، شیلنگ و کپسول‌های برش‌کاری مشابه تجهیزات ذکر شده در فصل جوشکاری اکسی گاز می‌باشد و سایر موارد، در ادامه توضیح داده خواهد شد.
با کمک هنرآموز خود و شکل زیر، پس از آماده شدن و رعایت نکات ایمنی با ابزار و تجهیزات برش‌کاری اکسی گاز آشنا شوید و تفاوت تجهیزات جوشکاری و برش‌کاری با اکسی گاز را در کارگاه خود مشاهده کنید و پس از آشنایی با تجهیزات و رعایت نکات ایمنی، باز و بست نمودن اتصالات مانند شیلنگ‌ها، مشعل، مانومترها را به کمک هنرآموز خود انجام دهید.



کارکارگاهی

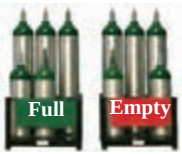
ابتدا برای شروع کار آماده شوید

	استرس، اضطراب، کم‌خوابی، قند خون پایین و استفاده از داروهای مسکن، می‌تواند به‌طور مستقیم روی عملکرد کار شما و همچنین ایمنی تأثیرگذار باشد.
	تمام لوازم جانبی که می‌تواند حرارت را انتقال دهد یا در مسیر حرکت فعالیت ما مشکل ایجاد کند، مانند ساعت، حلقه، زنجیر، کارت شناسایی را از محل کار دور کنیم.
	اگر موهایمان بلند است قبل از شروع عملیات برش‌کاری آنها را ببندیم یا از کلاه برای این منظور استفاده کنیم.
	از پیراهن‌های با جنس الیاف طبیعی، نخ، پنبه، کنف یا پشم در حین برش‌کاری استفاده کنید و از لباس‌هایی با جنس الیاف مصنوعی مانند پلی استر یا نایلون پرهیز کنید.
	از لباس‌های سوراخ، پاره، گشاد یا بلندی که روی زمین کشیده می‌شود، اجتناب شود.
	از کفش‌های ایمنی محکم و بسته استفاده کنید. استفاده از مواد مصنوعی پیشنهاد نمی‌شود.

نکته‌ایمنی

همیشه وقتی با تجهیزات اکسی‌استیلن کار می‌کنید مطمئن شوید که نکات ایمنی کاملاً رعایت شده است. این تجهیزات می‌تواند مانند مواد منفجره قابل حمل باشد.

ایمنی کپسول‌های اکسیژن

کپسول‌ها باید به‌طور عمودی روی زمین قرارگیرد و با بست و زنجیر مناسب به دیوار یا ارابه (گاری) ویژه حمل بسته شود.	
کپسول‌های پر و خالی را جدا انبار کنید.	
از غلتاندن کپسول‌ها روی زمین خودداری کنید و برای حمل کپسول‌ها از تجهیزات کمکی مناسب استفاده کنید.	
برای جابه‌جایی سیلندرها از ارابه (گاری) مخصوص این کار استفاده کنید.	

- از اکسیژن برای پاک کردن لباس کار و باد کردن لاستیک و چرخ خودداری شود.
- هر سه سال یک بار باید کپسول اکسیژن از سوی مؤسسات دارای صلاحیت از نظر ایمنی مورد آزمایش قرار گیرد.
- از آلوده شدن کپسول و شیر فلکه آنها به روغن و گریس و سایر چربی‌ها جلوگیری شود.
- از وارد شدن ضربه و شوک مکانیکی به هر قسمت از کپسول جلوگیری شود.
- هنگام باز کردن شیر کپسول دقت شود که فشارسنج جلو صورت نباشد تا از خطر احتمالی شکستن مانومتر و پرتاب به داخل چشم افراد جلوگیری گردد.
- کپسول را از هر نوع منبع حرارتی و قرار دادن در گرمای شدید آفتاب محافظت کنید زیرا افزایش دما باعث افزایش فشار گاز درون کپسول خواهد شد.

ایمنی کپسول‌های استیلن

علاوه بر نکاتی که در بالا به آنها اشاره شد، رعایت نکات زیر نیز در مورد کپسول‌های استیلن پیشنهاد می‌شود.

- چنانچه شیر خروج استیلن یخ بزند باید با آب گرم یا کیسه شن داغ آن را گرم و باز کرد و هرگز نباید هیچ نوع شعله آتش برای این منظور به‌کاربرد.
- محل برش‌کاری و محل استقرار کپسول‌های استیلن باید حداقل ۵ـ۴ متر از یکدیگر فاصله داشته باشند تا از برخورد و رسیدن جرقه به کپسول‌ها و احتمال انفجار و آتش‌سوزی جلوگیری شود.
- کلید چراغ داخل انبار نگهداری کپسول‌های استیلن باید خارج از انبار باشد تا جرقه‌ای ایجاد نکند.
- هرگز از اتصالات ساخته شده از مس یا آلیاژی که بیش از ۷۰٪ مس داشته باشد برای استیلن استفاده نکنید چون ترکیب قابل انفجار ایجاد می‌کنند.
- اگر به هر دلیل کپسول محتوی گاز استیلن گرم شد به هوای آزاد انتقال داده و با آب خنک کپسول را سرد کنید و گازهای آن را به آرامی خارج کنید. در صورت لزوم به شرکت پرکننده کپسول گزارش دهید.
- محل نگهداری کپسول‌ها باید دارای تهویه مناسب باشد.

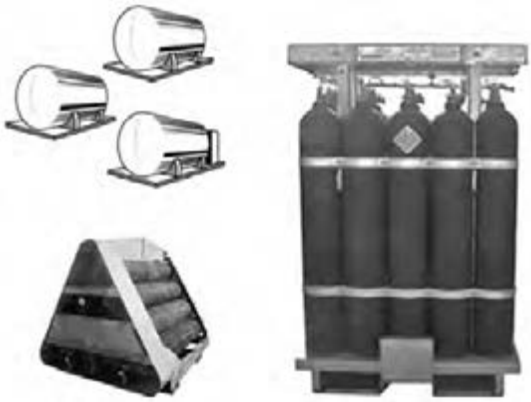
ایمنی و حفاظت از شیلنگ‌های گاز

- شیلنگ‌ها باید از مجاورت گرمای شدید، شعله و جرقه‌های سنگ دور نگه داشته شود.
- شیلنگ‌های گاز استیلن با استفاده از واسطه‌های مسی به هم اتصال داده نشود.
- شیلنگ‌ها از تماس با لبه‌های تیز و داغ فلزات مصون باشد.
- شیلنگ‌های آسیب دیده با چسب و امثال آن تعمیر نشود.
- چرخ‌های لیفتراک یا اجسام سنگین مانند کپسول، از روی شیلنگ‌ها عبور نکند.
- برای کنترل نشتی شیلنگ از ظرف آب استفاده شود.
- شیلنگ‌های نو به پودر تالک آغشته هستند برای خارج کردن پودر از هوای فشرده استفاده شود.

ایمنی و حفاظت از مشعل‌های جوشکاری و برش‌کاری

- از باز و بسته کردن سر مشعل و پستانک مشعل وقتی داغ هستند خودداری شود. در صورت داغ شدن سر مشعل، با آب خنک شود.
- از رها کردن مشعل روی زمین خودداری شود.
- مشعل روشن روی میز کار قرار داده نشود.
- هرگاه در حین کار اختلالی پیش آمد مشعل فوری خاموش شده و سپس به رفع اشکال اقدام شود.
- هیچ قسمتی از مشعل روغن‌کاری نشود.

کپسول‌های مورد استفاده در برش‌کاری



به‌طور معمول تفاوتی در کپسول‌های جوشکاری و برش‌کاری وجود ندارد ولی مواقعی که کارهای صنعتی و با حجم زیاد انجام می‌شود برای صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه، از کلکتورهای گاز و یا مخازن، به‌جای کپسول‌های رایج استفاده می‌شود.
این امر در برش‌کاری به دلیل مصرف زیاد گاز و اکسیژن، بیشتر دیده می‌شود.

ساختمان مشعل برش‌کاری

وظیفه مشعل برش‌کاری همانند مشعل جوشکاری اختلاط اکسیژن و گاز سوختنی می‌باشد با این تفاوت که علاوه‌بر شیر گاز و اکسیژن، دارای یک مسیر اکسیژن اضافی می‌باشد.
مشعل‌های برش‌کاری به دو دسته تقسیم می‌شوند.
نوع اول مشعل‌هایی می‌باشد که به دسته مشعل‌های جوشکاری متصل می‌شوند و معمولاً در کارگاه‌های کوچک و مواردی که میزان استفاده آنها از مشعل برش‌کاری پایین می‌باشد، استفاده می‌شود و در مواقعی که نیاز باشد، مشعل جوشکاری باز شده و مشعل برش‌کاری جایگزین آن می‌شود.



برای کارهای با ضخامت بالا و حجم سنگین از مشعل‌های مخصوص برش‌کاری استفاده می‌شود که مشعل و دسته مشعل در آن به‌صورت یکپارچه می‌باشد.
این مشعل‌ها علاوه‌بر لوله‌های با سایز بزرگ‌تر برای رساندن بهتر گاز و اکسیژن، دارای لوله‌های با طول بیشتر برای جلوگیری از رسیدن گرما به اپراتور حین برش‌کاری می‌باشند.



کار کلاسی

با توجه به رنگ گازهای مشخص شده در شکل مشعل، جدول را تکمیل کنید.



نوع گاز	رنگ	کاربرد
اکسیژن		
استیلن		
میکس اکسیژن و استیلن		پیش گرما

نازل‌های[1] برش کاری



آخرین نقطه یک مشعل نازل آن است که گاز سوختنی و اکسیژن از آن خارج می‌شود.

نازل‌های برش کاری، سطح مقطع دایره‌ای دارند و به‌طور رایج دارای یک خروجی اکسیژن برش در مرکز (خروجی اکسیژن اضافی) و چندین خروجی در محیط دایره‌ای نازل (خروجی‌های پیشگرم گاز و اکسیژن) می‌باشند.

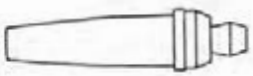
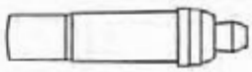
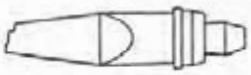
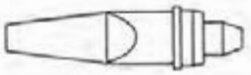
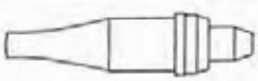
نازل‌ها (در برش کاری) و سرمشعل‌ها (در جوشکاری)، برای شناسایی و انتخاب بهتر، دارای کدهای مخصوص به خود می‌باشند که روی آنها حک می‌شوند.

اگرچه استاندارد ثابتی برای شماره‌گذاری نازل‌ها وجود ندارد ولی معمولاً شرکت‌های سازنده براساس سه مشخصه اصلی یعنی محل اتصال نازل به مشعل و نحوه چیدمان و سایز سوراخ‌های نازل و نوع گاز مورد استفاده، جداولی را برای انتخاب نازل‌ها ارائه می‌دهند.

۱ـ nozzles

سایز نازل‌ها

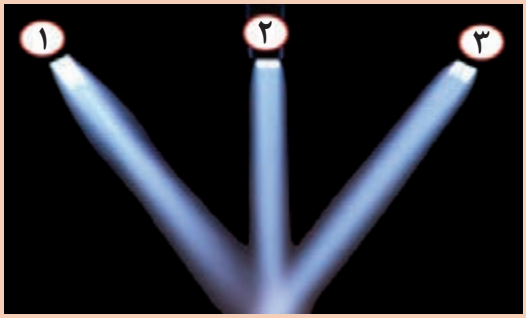
برای کارهای سبک، نازل‌های با قطر کمتر و برای کارهای سنگین نازل‌های با قطر بیشتر استفاده می‌شود.
سایز سوراخ نازل‌ها معمولاً با واحد دهم میلی‌متر روی آنها درج می‌شود، به‌طور مثال نازل شماره ۱۲ دارای سوراخی با قطر ۱/۲ میلی‌متر می‌باشد.
سایزهای رایج مورد استفاده در نازل‌های برش‌کاری ۶، ۸، ۱۲، ۱۵، ۲۰، ۲۴، ۳۲، ۴۰، ۴۸ و ۶۴ می‌باشد و سایزهای رایج در سرمشعل‌های جوشکاری ۸، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۶، ۳۲، و ۳۸ می‌باشد.
شکل زیر برخی از انواع نازل‌های برش‌کاری قطعات سبک، سنگین، گوجینگ و سایر موارد نشان داده شده است.

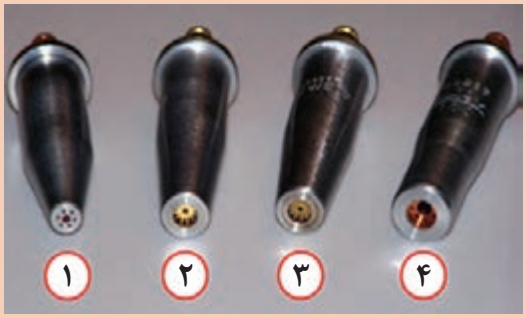
STYLE	PREHEAT	DESCRIPTION	SIZE	TYPE
	 Medium	MAPP* GAS — One-Piece Preheat: Medium. Typical use: Hand and machine cutting.	00-6	1-303M
	 Medium	MAPP* GAS — One-Piece Preheat: Medium. Typical use: Cutting close to bulkheads, hand cutting of rivet heads, machine cutting 35° with torch perpendicular.	1, 2, 3	1-312M
	 Medium	MAPP* GAS — Two-Piece Preheat: Medium. Typical use: General-purpose cutting hand and machine thru 4".	000-4	2-210M
	 Heavy	MAPP* GAS — Two-Piece Preheat: Heavy. Typical use: General-purpose cutting hand and machine 4" and over.	5-8, 10	2-210M
	 Light	ACETYLENE Preheat: Very light. Typical use: Clean metal. Plate cutting and trimming.	00-2	1-110
	 Medium	ACETYLENE Preheat: Medium. Typical use: Clean plate, straight line or circle machine cutting and trimming. Special lengths available on request.	00-4	1-111
	 Medium	ACETYLENE Preheat: Medium. Typical use: Cutting close to bulkheads, hand cutting of rivet heads. Machine cutting 45° with torch perpendicular.	00-4	1-112
	 Light	ACETYLENE Preheat: Light. Typical use: Hand & machine cutting. Clean plate.	0, 1, 2	1-100
	 Medium	ACETYLENE Preheat: Medium. Typical use: General hand & machine cutting.	000-8	1-101

شکل و کاربرد نازل‌های رایج در برش‌کاری

پژوهش

باتوجه به شکل نازل‌ها و شعله‌های نشان داده شده مربوط به آنها، پژوهش کنید نوع گاز سوختنی چه تأثیری می‌تواند در طراحی نازل و سوراخ‌های محیطی آن داشته باشد؟
لازم به توضیح است گاز مورد استفاده برای نازل شماره ۲ نازل شماره ۴ مشترک می‌باشد.





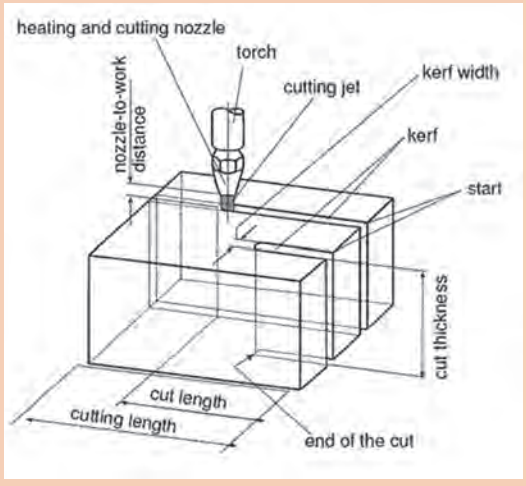
کار کلاسی

با جست‌وجو در اینترنت، جداول مربوط به قطر و نوع نازل و سرمشعل‌های برش‌کاری مربوط به چند شرکت معتبر تولید تجهیزات برش‌کاری را بیابید.

اصطلاحات رایج در برش‌کاری حرارتی

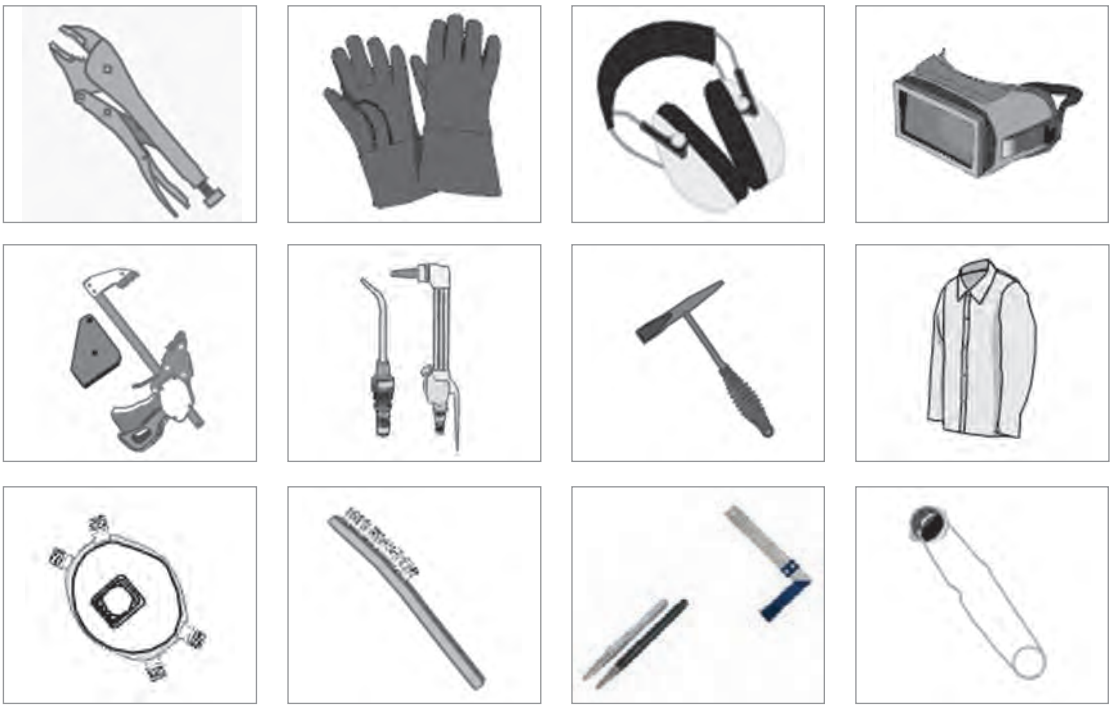
کار کلاسی

به کمک هنرآموز خود قسمت‌های ذکر شده را با شماره روی شکل مشخص نمایید.



۱	شروع برش	۶	شیار
۲	انتهای برش	۷	عرض شیار
۳	عرض برش	۸	مشعل
۴	عرض برش خورده	۹	نازل
۵	ضخامت برش	۱۰	جت برش

بسته تجهیزات برش‌کاری و وسایل ایمنی فردی



تست نشتی اتصالات و شیلنگ‌ها

پس از آماده نمودن تجهیزات و نصب قطعات و اتصالات برای اطمینان از ایمنی، کلیه محل اتصالات را از نظر نشتی تست کنید. برای این کار مراحل زیر را انجام دهید.

۱ شیرهای روی مشعل را کاملاً ببندید.

۲ شیر کپسول را باز کرده و فشار روی مانومتر کار را روی یک عدد دقیق ثابت کرده و ثبت کنید.

۳ شیر کپسول را ببندید.

۴ پس از چند دقیقه، فشار روی مانومتر را نگاه کنید، اگر فشار مانومتر ثابت بود یعنی سیستم نشتی ندارد و اگر فشار در حال کم شدن بود، به این معناست که بخشی از سیستم دارای نشتی است.

۵ برای پیدا کردن نشتی محل اتصالات را توسط قلم‌مو و آب صابون تست کنید.

نکته

به هیچ عنوان از شعله برای تست نشتی استفاده نکنید.

نازل صحیح را با توجه به نوع گاز و ضخامت قطعه کار انتخاب کنید.

Thickness of plate	Size of nozzle	Oxygen pressure	Acetylene pressure
3 mm	8	100 kPa	100 kPa
6 mm	8	180 kPa	100 kPa
12 mm	12	200 kPa	100 kPa
20 mm	12	235 kPa	100 kPa
25 mm	15	180 kPa	100 kPa
40 mm	15	300 kPa	100 kPa
50 mm	15	350 kPa	100 kPa



فشار گاز اکسی‌استیلن را می‌توان بین ۵ـ۸ Psi تنظیم نمود.

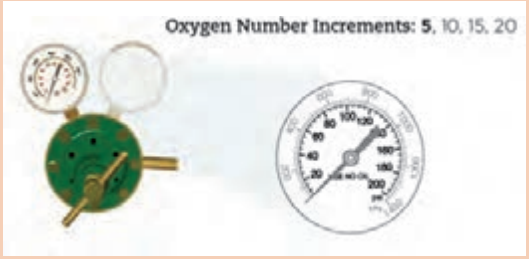


فشار گاز اکسیژن را می‌توان بین ۲۵ـ۴۰ Psi تنظیم نمود.

کار کلاسی

به کمک شکل زیر بگویید، درجه‌بندی فشارسنج‌های اکسیژن و استیلن چه تفاوتی باهم دارند؟





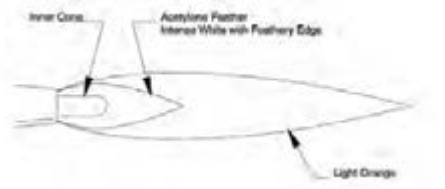
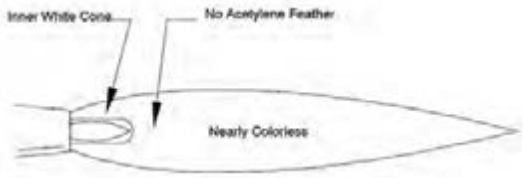
با استفاده از جدول ذیل می‌توان فشار گاز، فاصلهٔ سربک و سرعت پیشروی را انتخاب نمود.

فشار گازها، فاصلهٔ سربک و سرعت پیشروی مشعل در برش با گاز				
ضخامت قطعه کار برحسب میلی‌متر	۳ تا ۱۰	۱۰ تا ۲۵	۲۵ تا ۵۰	۵۰ تا ۸۰
فشار گاز اکسیژن برحسب بار	۱/۵ تا ۲	۲ تا ۳/۵	۳/۵ تا ۵	۵ تا ۶/۵
فشار گاز استیلن برحسب بار	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵
فاصله سربک تا سطح کار برحسب میلی‌متر	۲	۳	۴	۵
سرعت برش برحسب میلی‌متر در هر دقیقه	۴۲۰ تا ۵۸۰	۲۶۰ تا ۴۲۰	۲۱۰ تا ۲۶۰	۱۷۰ تا ۲۱۰

با استفاده از جدول زیر می‌توان میزان مصرف گازهای سوختنی و اکسیژن را براساس نوع نازل و ضخامت قطعه کار، تعیین نمود.

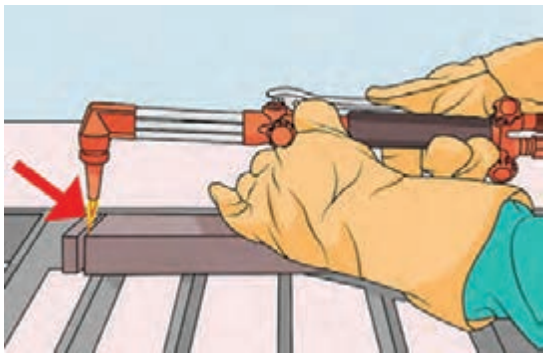
برش‌کاری فولاد کم کربن به روش دستی با شعله اکسیژن ـ استیلن						
مصرف استیلن		مصرف اکسیژن		سرعت برش متر بر ساعت	قطر مجرای پستانک برش میلی‌متر	ضخامت ورق میلی‌متر
لیتر در متر	لیتر در ساعت	لیتر در متر	لیتر در ساعت			
۶_۷	۱۹۶_۲۵۲	۳۵_۴۲	۱۲۶۰_۱۵۴۰	۳۰_۴۵	۰/۹۵_۱	_
۸_۱۱	۲۵۲_۳۰۸	۵۹_۶۷	۱۴۰۰_۲۶۰۴	۲۴_۳۹	۰/۹۵_۱/۵	۶
۱۰_۱۲	۲۸۰_۳۳۶	۷۵_۹۰	۱۶۸۰_۳۲۲۰	۲۲/۵_۳۶	۰/۹۵_۱/۵	۹
۱۲_۱۶	۲۸۰_۳۶۴	۱۰۳_۱۰۶	۱۸۴۸_۳۵۰۰	۱۸_۳۳	۱/۲_۱/۵	۱۲/۵
۱۴_۱۹	۳۳۶_۴۲۰	۱۳۳_۱۸۲	۳۲۷۶_۴۰۰۴	۱۸_۳۰	۱/۲_۱/۵	۱۹
۱۷_۲۷	۳۶۴_۲۵۶	۱۶۶_۲۶۹	۳۶۴۰_۴۴۸۰	۱۳/۵_۲۷	۱/۲_۱/۵	۲۵
۲۰_۳۱	۴۲۰_۵۰۴	۱۸۳_۲۹۶	۴۰۰۴_۴۹۸۴	۹_۲۱	۱/۵_۲	۳۷/۵
۲۹_۵۰	۴۴۸_۵۶۰	۳۳۱_۵۷۳	۵۱۸۰_۶۴۶۸	۹_۱۹/۵	۱/۷_۲	۵۰
۴۳_۸۹	۵۳۲_۶۴۴	۵۴۰_۱۱۱۶	۶۷۲۰_۸۱۲۰	۶_۱۵	۱/۷_۲	۷۵
۶۱_۹۸	۵۸۸_۷۲۸	۹۰۲_۱۳۶۲	۸۲۰۴_۱۰۸۴۶	۶_۱۲	۲_۲/۲	۱۰۰
۸۵_۱۲۸	۶۷۲_۸۱۲	۱۲۷۱_۱۸۴۵	۹۷۱۶_۱۲۲۳۶	۵/۲۵_۹/۶	۲_۲/۲	۱۲۵
۱۱۱_۱۶۸	۷۵۶_۹۹۶	۱۹۵۳_۲۴۸۳	۱۱۲۰۰_۱۵۸۷۶	۴/۵_۸/۱	۲/۴_۲/۵	۱۵۰
۱۷۱_۲۲۵	۸۸۲_۱۰۷۸	۲۷۲۵_۲۶۱۳	۱۴۱۴۰_۱۷۲۲۰	۳/۹_۶/۳	۲/۵	۲۰۰
۲۳۵_۳۵۸	۱۰۳۳_۱۲۶۳	۴۳۶۲_۵۹۷۱	۱۷۰۸۰_۲۱۰۰۰	۲/۸۵_۴/۸	۲/۵	۲۵۰
۳۷۱_۵۶۳	۱۱۸۴_۱۴۴۸	۶۲۹۶_۹۵۷۹	۲۰۱۶۰_۲۴۶۴۰	۲/۱_۳/۹	۳	۳۰۰

مشعل را روشن کنید و شعله مناسب را تنظیم نمایید.

شعله استیلن خالص	
شعله احیا	
شعله خنثی	
شعله اکسید	

با اضافه شدن هرچه بیشتر اکسیژن از شعله احیا به شعله اکسید که مد نظر ما برای برش‌کاری است می‌رسیم.
برش‌کاری را آغاز کنید.

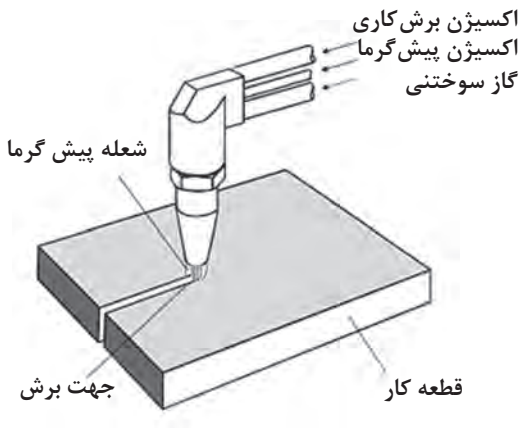
تکنیک برش‌کاری ساده



پس از تنظیم مناسب شعله، پیشنهاد می‌شود مشعل را در دست چپ نگه داشته و از دست راست برای حرکت دادن مشعل در امتداد خط برش استفاده نمایید. از شست دست راست برای به‌کار انداختن اهرم اکسیژن برش استفاده کنید.
نوک مخروط شعله گرم‌کننده حدود ۱/۵ میلی‌متر بالاتر از سطح ورق نگه داشته می‌شود.
وقتی ابتدای ورق فلزی به رنگ قرمز روشن در آمد، اهرم اکسیژن اضافی را فشار دهید و عمل بریدن شروع می‌شود.

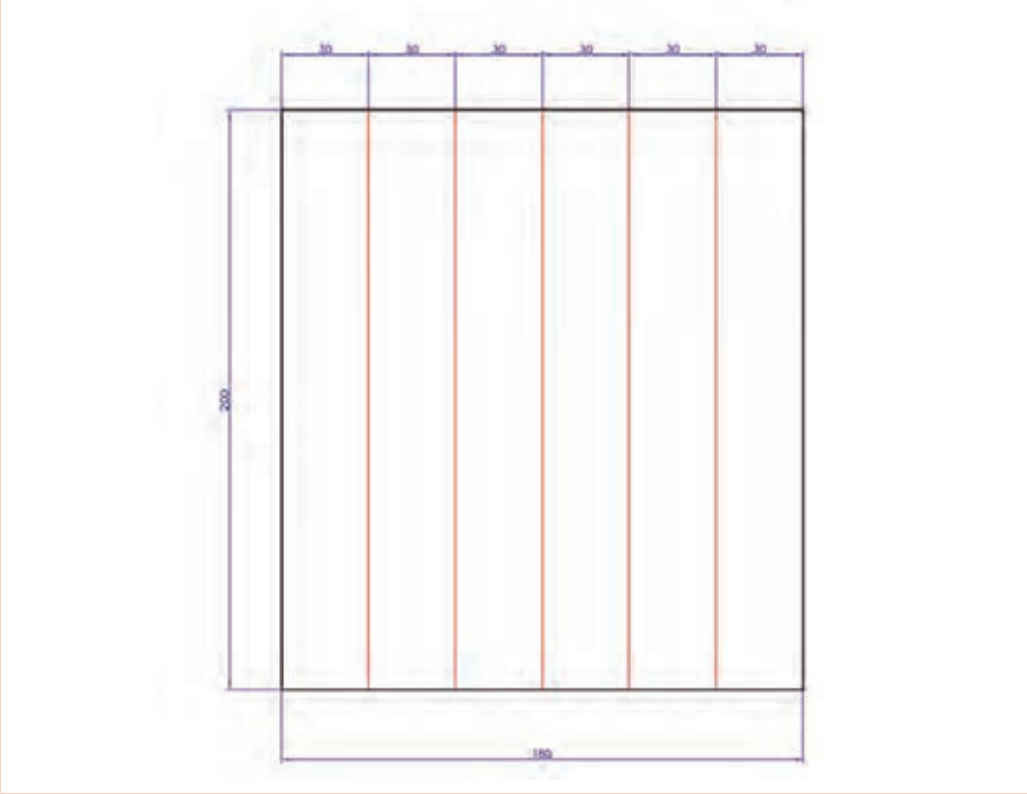
نکته

برای بریدن قائم سر مشعل برش باید از تمام جهات به سطح ورق عمود باشد.



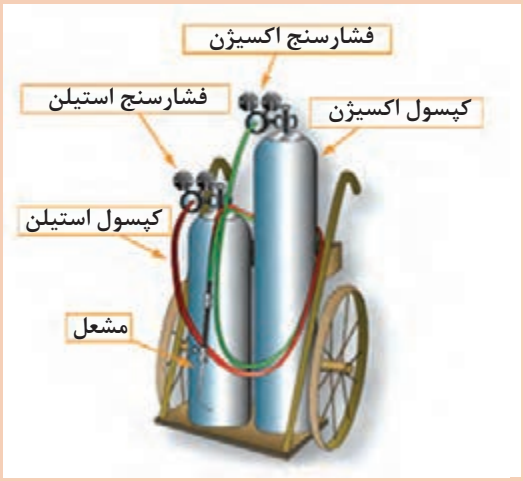
کارکارگاهی

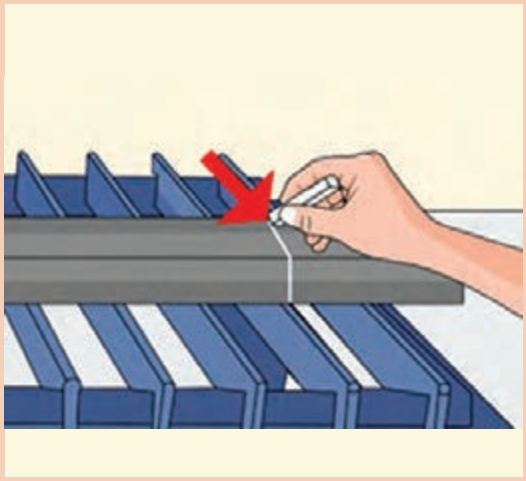
قطعه فولادی به ابعاد ۱۰×۱۸۰×۲۰۰ میلی‌متر را مطابق نقشه برش‌کاری کنید.



روش انجام کار:

- برای شروع کار آماده شوید.
- تحویل ورق و پیاده‌سازی نقشه روی آن.
- آماده‌سازی تجهیزات برش‌کاری اکسی‌استیلن.
- اطمینان از عدم نشتی مسیر گاز
- انتخاب صحیح نازل
- تنظیم فشار خروجی گاز
- تنظیم نوع شعله
- برش‌کاری





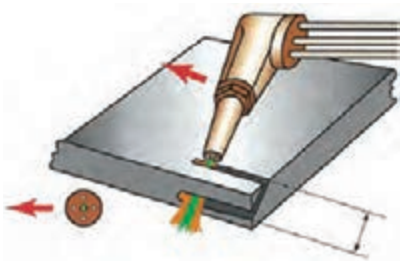
پس از پایان برش‌کاری شعله را خاموش کنید.
برای این کار ابتدا شیر گاز سوختنی و سپس شیر اکسیژن را ببندید.
قطعه کار را با راهنمایی هنرآموز خود سرد نموده و بررسی نمایید.

نکته

بستن شیرهای گاز و اکسیژن روی مشعل صرفاً مواقعی مناسب است که برای مدت کمی از دستگاه استفاده نمی‌شود.
مواقعی که زمان زیادی دستگاه مورد استفاده قرار نمی‌گیرد بهتر است کارهای زیر انجام شود.

۱ شیرهای گاز روی مشعل بسته شود.
۲ شیرهای هر دو کپسول گاز و اکسیژن بسته شود.
۳ شیر اکسیژن روی مشعل را باز کنید و اجازه بدهید اکسیژن به‌طور کامل از آن خارج شود تا زمانی که فشار مانومتر به صفر برسد.
۴ مانومتر اکسیژن را باز کنید.
۵ همین عملیات را در مورد کپسول استیلن انجام دهید.
۶ کلیه تجهیزات مانند شیلنگ، کپسول، مشعل و مانومتر را در جای امن قرار دهید.

تکنیک برش‌کاری مایل (پخ زدن)

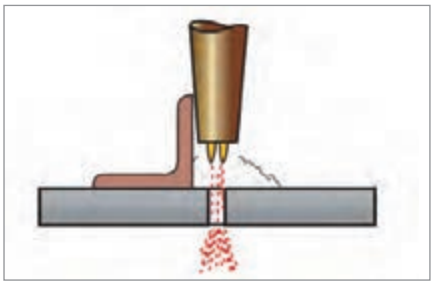


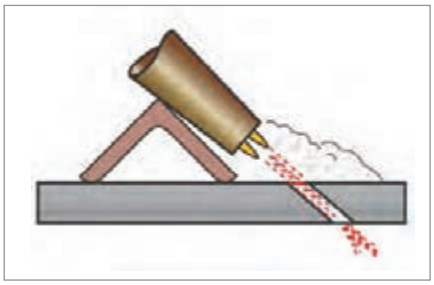
برای برش‌کاری مایل به روش دستی، سر مشعل را به اندازه زاویه مشخص شده در نقشه، نسبت به ورق مایل نگه داشته و عملیات برش‌کاری را انجام می‌دهند.

سرعت پیشروی مشعل باید ثابت و یکنواخت باشد. اگر سر مشعل به جلو و عقب نوسان داشته باشد، شکاف برش غیریکنواخت خواهد شد و علاوه بر آن سطوح شکاف دندانه‌دار می‌شود. سرعت پیشروی مشعل متناسب با عمل برش انتخاب می‌شود و برحسب نوع گاز، ضخامت فلز و اندازه نازلی که استفاده می‌شود تغییر می‌کند. در حین برش‌کاری کاملاً مطمئن شوید که ذرات اکسیده فلزی آزادانه از شکاف برش به خارج پرتاب گردد و در کف شیار جمع نشود، زیرا در غیر این صورت مانع برش کامل شده و لبه‌های خشن و دندانه‌دار ایجاد می‌نماید.

نکته

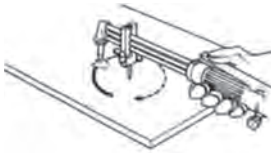
برای ساده‌تر شدن کار می‌توان از برخی ابزار کمکی مانند نبشی، استفاده نمود.





تجهیزات کمکی برای برش‌کاری به روش دستی

در برش‌کاری به روش دستی، یکنواختی سرعت حرکت و ثابت بودن فاصله نازل تا قطعه کار به مهارت و تجربه زیاد اپراتور بستگی دارد، از این رو برای افزایش سرعت و بالا بردن کیفیت می‌توان با استفاده از قطعات کمکی زاویه و مسیر حرکت را ثابت نمود.

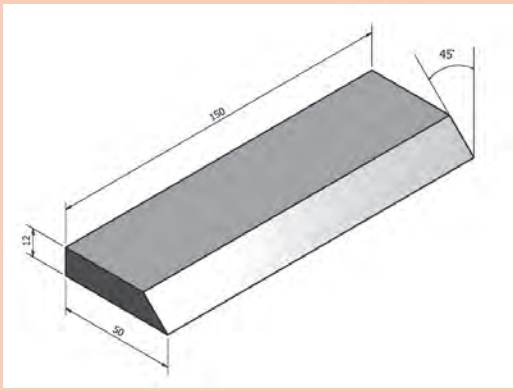
نام قطعه	شکل قطعه	عملکرد قطعه
راهنمای برش‌کاری خطی		
راهنمای برش‌کاری دایره با شعاع کم		
راهنمای برش‌کاری دایره با شعاع زیاد		
راهنمای برش‌کاری خطی تحت زاویه		

کارکارگاهی

قطعه فولادی به ابعاد ۱۲×۵۰×۱۵۰ میلی‌متر را مطابق نقشه با روش اکسی گاز برش مایل بزنید.

مراحل انجام کار:

- آماده شوید.
- قطعه کار را از هنرآموز خود تحویل بگیرید.
- ابزار و تجهیزات را آماده کنید.
- نکات ایمنی را کنترل کنید.
- قطعه کار را مطابق نقشه خط‌کشی کنید.
- تجهیزات برش‌کاری را آماده کنید.
- برش‌کاری را آغاز کنید.
- در پایان برش‌کاری شعله را خاموش کنید.
- قطعه کار خود را سرد نموده و بررسی نمایید.



پروژه

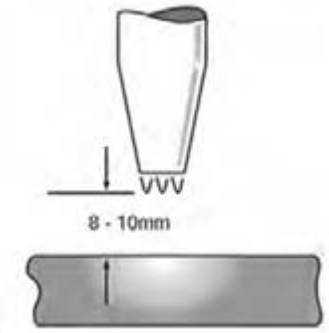
با همفکری یکدیگر و تشکیل گروه‌های چند نفره و راهنمایی هنرآموز خود و با استفاده از امکانات موجود در کارگاه، یک راهنمای ساده جهت برش‌کاری تحت زاویه طراحی نموده و بسازید.

پس از طراحی، لیست مواد و تجهیزات مورد نیاز را بنویسید.

تکنیک سوراخ‌کاری با شعله



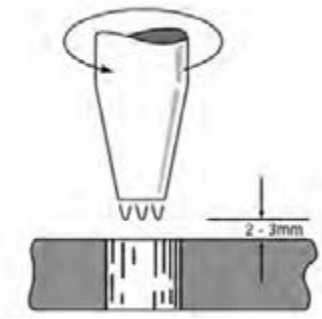
برای سوراخ‌کاری با شعله ابتدا باید نازلی با یک سایز بیشتر انتخاب کنید.
فشار گاز اکسیژن را جهت کاهش تمایل برگشت گل اکسید به نوک مشعل، روی PSI۲۵ تنظیم کنید.
با توجه به ضخامت، قطعه کار را تا دمای سرخ شدن گرما دهید. (فاصله نوک مشعل تا قطعه ۳ـ۲ میلی‌متر)



پس از اینکه رنگ قطعه به قرمز روشن تبدیل شد، به آهستگی مشعل را بالا می‌آوریم. (فاصله سر مشعل تا قطعه کار ۱۰ـ۸ میلی‌متر)



به آرامی مشعل را زاویه می‌دهیم و اهرم اکسیژن را کمی فشار می‌دهیم تا یک لایه از روی سطح جدا شود، با این کار به گل اکسید اجازه دهید از اطراف نازل به بیرون پرتاب و باعث آسیب دیدن نازل نشود. (فاصله نوک مشعل تا قطعه ۱۲ـ۱۰ میلی‌متر).



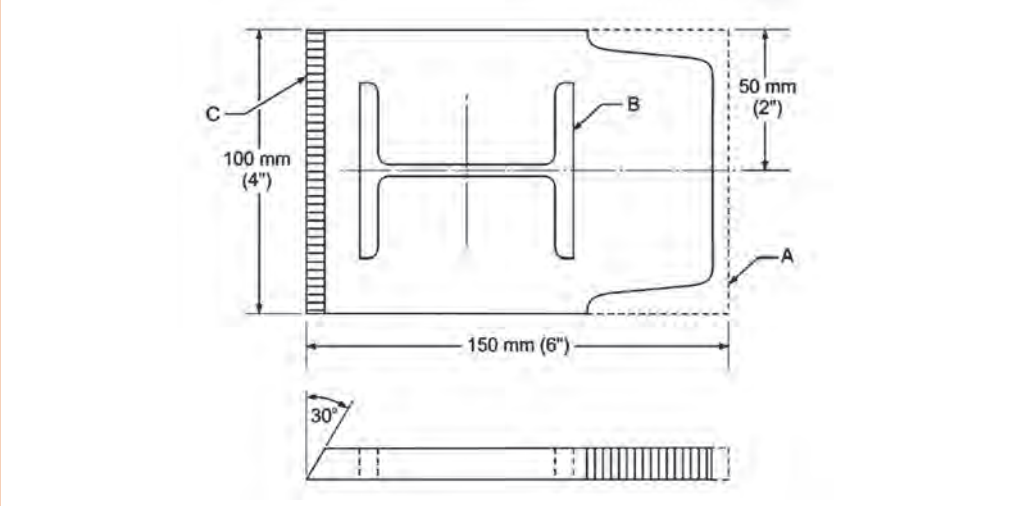
پس از سوراخ شدن قطعه مشعل را به آرامی پایین آورده و اهرم اکسیژن را سریع و به‌طور کامل فشار دهید. (فاصله نوک مشعل تا قطعه ۳ـ۲ میلی‌متر)



در صورت نیاز با حرکت دورانی قطر سوراخ را افزایش دهید.

کارگاهی

قطعه فولادی به ابعاد ۱۲×۱۵۰×۱۵۰ میلی‌متر را مطابق نقشه برش‌کاری کنید.



مراحل انجام کار

- آماده شوید.
- قطعه کار را از هنرآموز خود تحویل بگیرید.
- ابزار و تجهیزات را آماده کنید.
- نکات ایمنی را کنترل کنید.
- قطعه کار را مطابق نقشه خط‌کشی کنید.
- تجهیزات برش‌کاری را آماده کنید.
- برش‌کاری را آغاز کنید.
- در پایان برش‌کاری، شعله را خاموش کنید.
- قطعه کار را سرد نموده و بررسی نمایید.



شکل نهایی پس از برش‌کاری

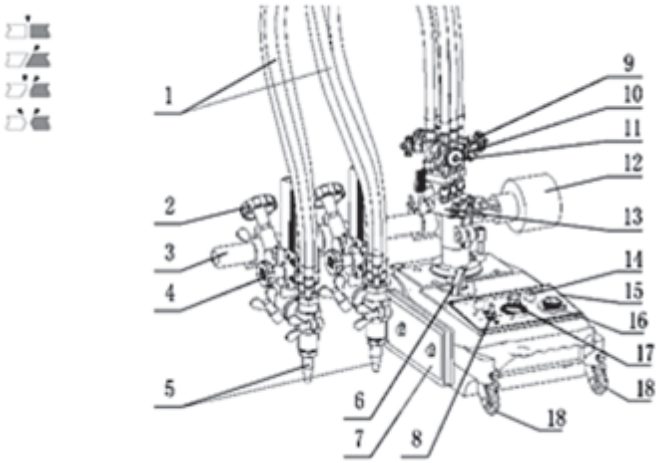
ماشین‌های برش‌کاری

با توجه به رشد روزافزون تکنولوژی و افزایش تولید کارخانه‌ها و نیاز به قطعات با کیفیت و همچنین کاهش خطای انسانی و بالا بردن سرعت و کاهش هزینه، امروزه در تولیدات انبوه و صنعتی بیشتر از ماشین‌های برش‌کاری استفاده می‌کنند.

ماشین‌های برش‌کاری از یک دستگاه ساده برش‌کاری ریلی تا دستگاه‌های برش CNC که قابلیت برش‌کاری از روی نقشه‌های کامپیوتری را دارند، در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

دستگاه برش‌کاری ریلی

دستگاه برش‌کاری ریلی می‌تواند روی یک ریل مستقیم با سرعت قابل تنظیم حرکت کند و فاصله نوک مشعل تا کار قابل تنظیم است. همچنین می‌توان زاویه مشعل نسبت به کار را تنظیم نمود تا پخ‌سازی نیز انجام دهد. برش‌کاری با خط مستقیم و با لبه پخ‌دار و بدون پخ قابل اجرا است. همچنین این دستگاه، دارای یک محور شعاعی است که می‌تواند حول آن محور با شعاع قابل تنظیم خطوط دایره با شعاع‌های متفاوت را برش‌کاری کند.





کار کلاسی

به نظر شما مزیت‌ها و محدودیت‌های استفاده از برش ریلی نسبت به روش دستی چیست؟

دستگاه راسته بر چند نازله

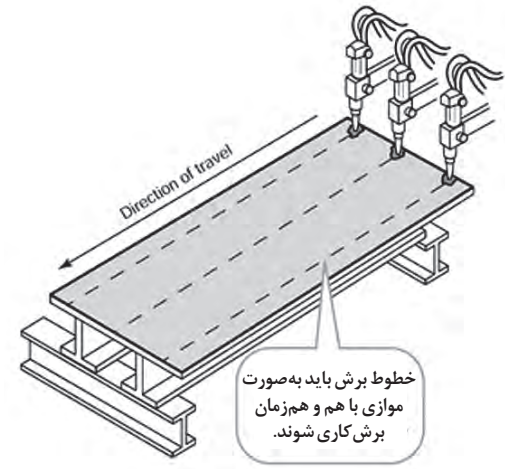
این دستگاه یک مجموعه متحرک است که در جهت طول و عرض قابلیت جابه‌جایی به‌صورت دستی و اتومات را دارد.



این دستگاه به‌طور معمول دارای چندین مشعل برش‌کاری در جهت طول و یک مشعل عرضی می‌باشد. همان‌طور که از اسم دستگاه مشخص است، معمولاً مواقعی که نیاز به برش‌های مستقیم طولی و به تعداد زیاد، بر روی یک یا چند قطعه می‌باشد، از این دستگاه استفاده می‌شود. از قابلیت‌های دستگاه این است که هم زمان چند مشعل برش می‌توانند با هم عملیات برش‌کاری را انجام دهند که این امر موجب سرعت بسیار بالای برش‌کاری می‌شود.

نکته

در برش‌کاری با دستگاه‌های برش‌کاری، برای جلوگیری از به‌وجود آمدن پیچیدگی در برش‌های موازی با طول زیاد باید بالانس حرارتی در قطعه برقرار کرد.



پژوهش

با جست‌وجو در اینترنت راه‌های دیگری جهت جلوگیری از پیچیدگی در برش‌کاری پیشنهاد دهید.

دستگاه برش CNC

ساختار این دستگاه تقریباً مشابه دستگاه راسته‌بر می‌باشد، با این تفاوت که دارای یک سیستم پردازش و کنترل جهت گرفتن اطلاعات و نقشه از کاربر و تبدیل آن به فرمان برش می‌باشد.
در این دستگاه معمولاً از یک نازل برش گاز یا پلاسما استفاده می‌شود که قابلیت فرم‌بری و برش اشکال پیچیده را دارد.



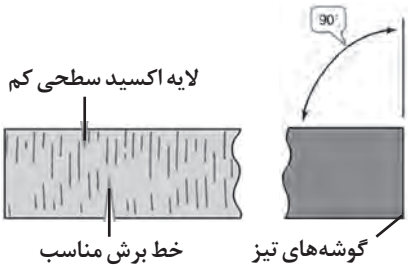


پژوهش

پژوهش کنید که آیا امکان نصب سیستم‌های پردازش و کنترل بر روی دستگاه‌های راسته‌بر وجود دارد یا خیر و اگر این امکان وجود دارد در چه مواقعی توجیه خواهد داشت؟ مزایا و معایب آن را بیان کنید.

مشخصه‌های یک مقطع برش مطلوب

شکل و اندازه صحیح قطعه برش‌کاری شده
سطح برش صاف و مناسب (خط‌های برش زیاد کشیده نباشد)
لبه‌های بالا و پایین برش تیز باشد.
گل اکسید روی سطح چسبیده نباشد یا به‌راحتی جدا شود.



کار کلاسی

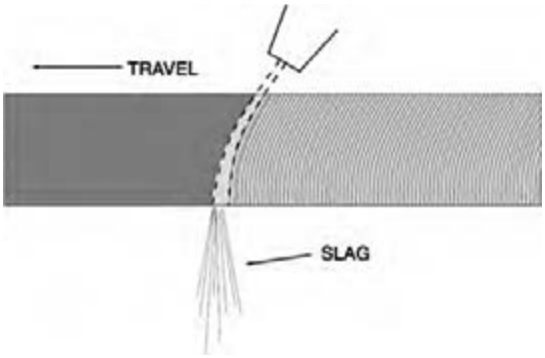
به کمک هنرآموز خود بگویید برای رسیدن به کیفیت بالای سطح برش، به چه نکاتی باید توجه شود؟

۱
۲
۳
۴
۵
۶

شناخت عیوب برش‌کاری حرارتی

در حین عملیات اجرایی یک پروژه (برش‌کاری یا جوشکاری) امکان به‌وجود آمدن عیب بسیار زیاد است، اما با داشتن یک دستورالعمل مناسب و شناخت معیارهای پذیرش در استانداردها و بازرسی دقیق و همچنین شناخت دلایل به وجود آمدن عیوب و راه‌های برطرف نمودن آنها، می‌توان بر این مشکل غلبه کرد.
یکی از رایج‌ترین مشکلات برش‌کاری حرارتی، کثیف بودن نوک نازل می‌باشد که این امر موجب به وجود آمدن سطحی خشن و خارج نشدن کامل گل اکسید از انتهای قطعه می‌شود.
برای جلوگیری از این عیب باید نوک نازل توسط سوزن بک تمیز شود.
سایز مناسب سوزن جهت نازل‌های مختلف انتخاب شود.



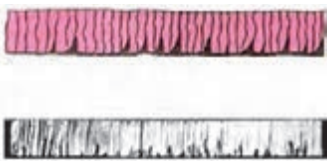


یکی دیگر از مشکلات رایج سرعت زیاد پیشروی می‌باشد که باعث خطوط برش مایل به سمت پشت مشعل و شکل گرفتن سطح زبر و در نهایت تشکیل حباب روی سطح و توقف عمل برش‌کاری می‌شود.
به‌طور کلی با نگاه کردن به مقطع برش و خطوط برش می‌توان از کیفیت برش‌کاری و مشکلات احتمالی آن مطلع شد.

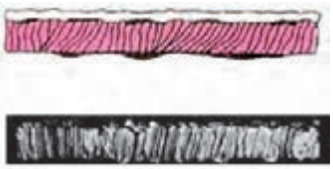
در ادامه سطح مقطع برخی از این موارد با ذکر دلیل به وجود آمدن آنها نشان داده شده است.



برش‌کاری مطلوب
- سطح بالا و پایین تیز
- خطوط برش عمودی
- عدم چسبندگی گل اکسید
- سطح با شکل مربعی و روشن و بدون اکسید



کم بودن زمان پیش گرما
- ذوب نامناسب لبه پایینی برش
- عدم یکنواختی خطوط برش
- سرعت کم برش‌کاری



زیاد شدن دمای پیش گرما
- لبه بالایی برش گرد و غیرقابل قبول
- آمدن مذاب به داخل شیار برش
- چسبندگی زیاد گل اکسید به لبه‌ها



فاصله زیاد نازل از سطح برش
- جمع شدن مذاب اضافه روی سطح
- وجود آندرکات روی سطح بالایی برش



کم بودن فشار اکسیژن
- عدم تیز بودن سطح بالایی
- چسبیدن گل اکسید به سطح بالا
- خطوط برش نامنظم



حرکت غیریکنواخت مشعل
- لبه‌های موجی شکل
- خطوط برش ناهموار
- چسبندگی گل اکسید



سرعت بالای پیشروی مشعل
- عدم تیز بودن سطح بالایی
- سطح زیر گرد و غیریکنواخت می‌باشد.
- خطوط برش به سمت پشت خوابیده‌اند.
- لبه غیرقابل قبول برش



فشار زیاد اکسیژن و کوچک بودن سایز نازل
- عدم تیز بودن سطح بالا و پایین
- ذوب لبه‌های برش
- خطوط برش نامنظم و کیفیت پایین

با توجه به اینکه معمولاً برش‌کاری اولین مرحله انجام کارهای صنعتی می‌باشد، باید هم در اجرای صحیح آن و هم در کنترل کیفیت و ابعاد آن حداکثر تلاش خود را انجام دهیم، زیرا در غیر این صورت حتی با رعایت نکات فنی در سایر بخش‌ها باز هم قطعه نهایی ساخته شده دارای عیب خواهد بود.

برش‌کاری اکسی‌استیلن

شرح کار:
برش‌کاری یک قطعه فولادی به ضخامت ۸ میلی‌متر: در آوردن دو مستطیل به طول ۱۸۰ میلی‌متر و ۱۲۰ میلی‌متر در حالت قطعه کار ثابت و در آوردن یک شابلون از قطعه کار

استاندارد عملکرد:
برش‌کاری فولادهای ساختمانی با استفاده از اکسی گاز با به‌کارگیری ابزار دستی و ماشینی (اتومات و نیمه اتومات) و مطابق نقشه

شاخص‌ها:
- آزمایش دستگاه
- رنگ شعله
- حرکت دستگاه مطابق با نقشه
- بریده شدن طبق نقشه مبدأ صاف و قائم نسبت به سطح با پلیسه مناسب
- عدم وجود پلیسه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:
کارگاه جوشکاری اکسی استیلن استاندارد، تجهیزات کامل برش‌کاری اکسی‌استیلن، برس سیمی، چکش، سندان، کمان اره، تجهیزات ایمنی، انبر برای جابه‌جایی قطعات

زمان: دو ساعت

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی دستگاه	۱	
۲	برش‌کاری	۲	
۳	تمیزکاری	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: اطمینان از کیفیت کار انجام شده، ایمنی در محل کپسول، ایمنی در شیلنگ‌ها، ایمنی در محیط از نظر تمیز بودن قطعه کار و محیط کار از نظر روغن و غیره، ایمنی در محیط از نظر عوامل آتش‌زا و انفجاری، ایمنی فردی	۲	
	میانگین نمرات		*

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

منابع

1 برنامه درسی، درس جوشکاری و برش‌کاری حرارتی قطعات سنگین رشته صنایع فلزی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۴
2 Jeffus Larry, Welding and Metal Fabrication, Cengoge Learning 2012

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.

کتاب جوشکاری و برش‌کاری حرارتی قطعات سنگین ـ کد ۲۱۱۴۰۷

ردیف	نام و نام‌خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	اکبر علی محمدی	اصفهان	۹	جمال مسیح آبادی	گلستان
۲	پویا بصیر	کهگیلویه وبویراحمد	۱۰	احمد مرادی	خوزستان
۳	حسینعلی نیستانی	خراسان شمالی	۱۱	سیروس هدایتی	اردبیل
۴	قاسم شکوهی راد	شهرستان‌های تهران	۱۲	حسن رشنو	لرستان
۵	سیدمحمد قریشی آذر	آذربایجان غربی	۱۳	جواد قلندری پامزاری	کرمان
۶	محمد رضا محمدیان	آذربایجان شرقی	۱۴	محمد لاطف	مازندران
۷	محمدرضا افراسیابی	فارس	۱۵	سید ابوالفضل احمدی	خراسان رضوی
۸	حمزه دهقان نیری	البرز			

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «nazar.roshd.ir» یا نامه به نشانی تهران ـ صندوق پستی ۴۸۷۴ ـ ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز صنایع فلزی

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز صنایع فلزی

خرید و دانلود

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن

و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۱۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir