بسم الله الرحمن الرحیم

تکنولوژی و کارگاه تغییر شکل نیم‌ساخته (۱)

رشتهٔ صنایع فلزی

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای

عنوان و نام پدیدآور	:	فردی، مهدی، ۱۳۴۶ تکنولوژی و کارگاه تغییر شکل نیم‌ساخته (۱) رشتهٔ صنایع فلزی، زمینهٔ صنعت، شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای [کتاب‌های درسی] برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش؛ مؤلف مهدی فردی؛ [برای] وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
مشخصات نشر	:	تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	:	۲ ج. : مصور : (رنگی). جدول.
شابک	:	۹۷۸ـ۹۶۴ـ۰۵ـ۲۱۴۲ـ۷
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیپا
موضوع	:	فلزکاری
شناسه افزوده	:	الف ــ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی ب ــ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش ج ــ ادارهٔ کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
رده‌بندی کنگره	:	TS۲۰۵/ت۸ ۱۳۹۲
رده‌بندی دیویی	:	۳۷۳
شمارهٔ کتاب‌شناسی ملی	:	۳۱۱۸۲۲۶

۱۳۹۴

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب به نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) **tvoccd@roshd.ir**

وب‌گاه (وب‌سایت) **www.tvoccd.medu.ir**

این کتاب بر اساس نظرها و پیشنهادهای رسیده با همکاری آقایان مهدی فردی، علی شاهدی، حسن ضیغمی، بهرام زارعی و عبدالحسین گلسرخی در دی ماه ۱۳۹۰ مورد بازبینی و اصلاح قرار گرفت.

محتوای این کتاب در کمیسیون تخصصی رشتهٔ صنایع فلزی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش با عضویت : نصرالله بنی مصطفی عرب، علی شاهدی، آرش حبیبی، مهدی فردی، حسن ضیغمی، بهرام زارعی، امید گل‌محله و محمود پارسا تأیید شده است.

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : **دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

عنوان کتاب : **تکنولوژی و کارگاه تغییر شکل نیم‌ساخته (۱) ـ ۳۵۹/۴۵**

مؤلف : **مهدی فردی**

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

رسّام : **توفیق علایی، امیر رشیدی مقدم، وحید سالاروند**

صفحه‌آرا : **توفیق علایی**

طراح جلد : **محمدحسن معماری**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادّهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)**

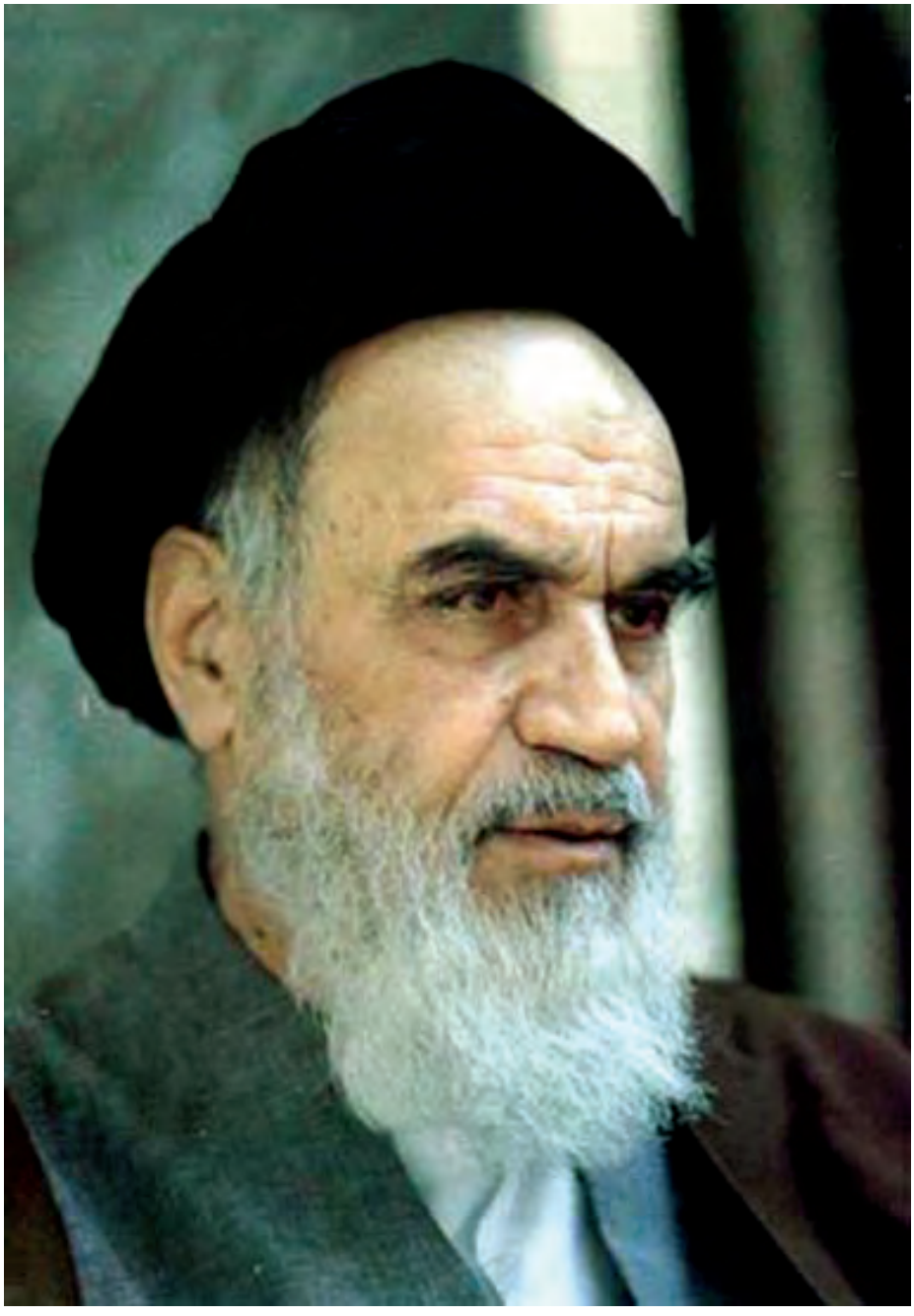
تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵

چاپخانه : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»**

سال انتشار و نوبت چاپ : **چاپ سوم ۱۳۹۴**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۷-۲۱۴۲-۰۵-۹۶۴ - ۹۷۸ ISBN 978-964-05-2142-7



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی (ره)

مقدمه مؤلف

بنام خدا

اکنون که توفیق حاصل شـد تا کتاب تکنولوژی و کارگاه نیم سـاخته ۱ را تالیف کنم ،سـعی شده تا از نظر کیفیت وکمیت مطالب دقت کافی به عمل آید. با توجه به گسـتردگی رشته صنایع فلزی از مطالب ونقشه کارهای پایه استفاده شـده اسـت . در فصل اول درخصوص چگونگی تهیه وبرخی از کاربردهای نیمه سـاخته های فلزی در صنایع مختلف آورده شده است . در فصل دوم در خصوص برشکاری نیم ساخته های فلزی بخصوص ورق های فلزی ونحوه برشکاری آنها با اسـتفاده از ابزارها وماشین های مختلف آورده شـده است.در فصل سوم درخصوص صافکاری ورق های فلزی وابزارها وماشـین های موردنیاز جهت این کار آورده شـده اسـت. فصل چهارم درخصوص خمکاری ورق های فلزی وبکار گیری ابزارهای مختلف آن بحث شده است .در فصل پنجم درخصوص روشهای مختلف اتصال ورق های فلزی مطالب پایه آورده شده است فصل ششم وهفتم به نقشه کارهای عملی اختصاص دارد با اینکه سعی شده از اشتباه علمی وتایپی پرهیز شـود با این حال از کلیه دوسـتان وهمکاران محترم تقاضا می شود .مارا از نظرات اصلاحی وپیشنهادهای سازنده خود آگاه نمایند.

با تشکر

مؤلف

فهرست مطالب

بخش اول - تکنولوژی نیم ساخته فلزی

فصل اول

تولید و کاربرد ورق‌های فلزی در صنعت

برخی از کاربردهای نیم‌ساخته‌های فلزی در صنایع ۴

تقسیم‌بندی انواع ورق‌های فلزی ۷

تقسیم بندی ورق‌های فولادی

روش تهیه ورق‌های فلزی ۱۰

ورق‌های ضخیم

ورق‌های متوسط

ورق‌های نازک

تولید ورق‌ها با پوشش فلزی ۲۰

تهیه ورق‌های قلع‌اندود ۲۳

تهیه ورق‌های رنگی ۲۷

ارزشیابی فصل اول ۲۹

فصل دوم

برشکاری در صنعت ورق‌کاری

تعریف برشکاری ۳۳

روش‌های مختلف برشکاری ۳۳

برشکاری حرارتی ۳۳

برشکاری مکانیکی ۳۷

قلم‌کاری ۳۹

انواع قلم ۴۲

قیچی‌کاری ۴۴

اصول قیچی‌کاری ۴۴

انواع قیچی‌های دستی ۴۷

قیچی‌های اهرمی ۴۸
قیچی‌های اهرمی ساده ۴۸
قیچی‌های اهرمی اونیورسال ۴۸
قیچی‌های اهرمی میز کارگاه ۴۸
محاسبه نیروی برش در قیچی‌های دستی و اهرمی ۴۹
قچی‌های نیبلر ۵۲
قیچی‌های نیبلر دستی ۵۳
قیچی‌های نیبلر رومیزی ۵۳
قیچی‌های نیبلر ستونی ۵۳
قیچی‌های برقی اونیورسال ۵۴
قیچی‌های گیوتین ۵۶
اجزای مهم قیچی‌های گیوتین ۵۶
قیچی گیوتین مکانیکی ۵۸
قیچی‌های گیوتین هیدرولیکی ۵۸
قیچی‌های گردبُر ۵۹
ارزشیابی فصل دوم ۶۱

فصل سوم

صافکاری در صنعت ورق‌کاری ۶۵
تعریف صافکاری ۶۵
اصول صافکاری ۶۵
صافکاری به وسیله ابزار دستی ۶۶
صافکاری به وسیله حرارت ۶۸
صافکاری به وسیله ماشین‌های صافکاری ۶۸
پتک‌های بادی ۶۹
صافکاری به وسیله‌ی ماشین‌های نورد ۷۰
صافکاری به وسیله‌ی ماشین‌های کششی ۷۲

ارزشیابی فصل سوم ۷۳

فصل چهارم

خم‌کاری در صنعت ورقکاری ۷۷

تعریف خم‌کاری ۷۷

قابلیت خم‌کاری ۷۷

تئوری خم‌کاری ۷۸

انواع خم‌کاری ۷۹

انواع ماشین‌های خم‌کاری ۸۰

خم‌کن‌های دستی ۸۰

ماشین‌های خمکن ساده ۸۰

ماشین‌های پرس خم‌کن (برک پرس) ۸۲

محاسبه عوامل خمکاری ۸۵

محاسبه طول گسترش قطعات خم‌کاری شده ۸۶

ارزشیابی فصل چهارم ۸۸

فصل پنجم

اتصال‌ها در صنعت ورقکاری ۹۱

فرنگی پیچ ۹۲

انواع فرنگی پیچ ۹۳

اجزایی فرنگی پیچ ۹۳

محاسبات فرنگی پیچ ۹۳

چرخ ورق‌کاری ۹۶

پرچکاری ۹۸

روش‌های پرچکاری ۹۹

اصول پرچکاری ۹۹

مشخصات میخ پرچ ۱۰۰

انواع میخ پرچ ۱۰۱

میخ پرچ‌های ضربهای ۱۰۱
میخ پرچ‌های میخی ۱۰۲
میخ پرچ‌های مخصوص ۱۰۳
محاسبات پرچ‌کاری ۱۰۴
معایب پرچ‌کاری ۱۰۷
ارزشیابی فصل پنجم ۱۰۸

بخش دوم - عملیات کارگاهی

فصل ششم

روش‌های بریدن ورق‌های فلزی ۱۱۳
قیچی‌کاری ۱۱۳
اصول بریدن با قیچی دستی ۱۱۵
نقشه کار شماره ۱ ۱۱۸
نقشه کار شماره ۲ ۱۲۲
نقشه کار شماره ۳ ۱۲۴
کارهای عملی قلمکاری ۱۲۶
نکات اجرایی قلمکاری ۱۲۷
دلایل و عیب‌های ایجاد شده هنگام عملیات قلم کاری و چگونگی رفع آن‌ها ۱۳۰
نکات ایمنی در عملیات کارگاهی ۱۳۱
نقشه کار شماره ۱ ۱۳۳
نقشه کار شماره ۲ ۱۳۷
نقشه کار شماره ۳ ۱۴۴
نقشه کار شماره ۴ ۱۴۷

فصل هفتم

تمرین‌های خم‌کاری ۱۵۵
روش‌های خم‌کاری ورق‌های فلزی ۱۵۵
خم‌کاری با ابزار دستی ۱۵۷

خم‌کاری با ماشین‌های خم‌کن ۱۶۱
استفاده از خمکن‌های لقمه‌ای ۱۶۳
نکات عملی پرچکاری ۱۶۵
انتخاب و آماده‌سازی ابزار پرچکاری ۱۶۷
عملیات پرچکاری ۱۶۸
نکته‌های ایمنی در پرچکاری ۱۶۹
نقشه کار شماره ۱ ۱۷۰
نقشه کار شماره ۲ ۱۷۴
نقشه کار شماره ۳ ۱۷۸
نقشه کار شماره ۴ ۱۸۱
نقشه کار شماره ۵ ۱۸۶
نقشه کار شماره ۶ ۱۹۵
پیوست‌ها ۲۰۵
کار فرفورژه ۲۰۷
واژه‌نامه ۲۱۷
منابع و مآخذ ۲۳۰

فصل اول

تولید و کاربرد ورق‌های فلزی در صنعت ورق‌کاری

هدف‌های رفتاری

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- نحوه تولید و کاربرد نیم‌ساخته‌های فلزی را بیان کند.

۲- برخی از کاربردهای نیم‌ساخته‌های فلزی را نام ببرد.

۳- تقسیم‌بندی ورق‌های فلزی را بیان کند.

۴- انواع ورق‌های فلزی را از نظر ضخامت بیان کند.

۵- طرز تهیه ورق‌های ضخیم، متوسط و نازک را بیان کند.

۶- طرز تهیه ورق‌های قلع‌اندود را بیان کند.

۷- طرز تهیه ورق‌های گالوانیزه را بیان کند.

۸- طرز تهیه ورق‌های رنگی را بیان کند.

۱

۱- تولید وکاربرد ورق‌های فلزی در صنعت

موادی که در صنایع فلزی مورد استفاده قرار می گیرد را می توان به دو دسته تقسیم نمود:

۱- مواد کار ۲- موادکمکی

۱ـ مـوادکار به آن‌هائی اطلاق می‌شـود که در سـاخت قطعه، نقش اصلی را داشـته وقسـمت عمده قطعه ساخته شده را تشـکیل می‌دهد. موادی مانند: فولاد، مس، برنج، آلومینیوم، چوب، پلاسـتیک از آن جمله‌اند. این مواد خود به دو دسـته کلی تقسـیم می‌شوند:

الف) نیم‌ساخته‌ها ب) تمام ساخته فلزی

الف) نیم‌سـاخته‌ها: بـه موادی اطلاق می شـود که در فرآیند تولید به شـکل های مختلف تولید شده و آماده کار و ساخت در مراحل بعدی می باشد مانند شمش، میله، ورق، لوله وپروفیل‌ها

ب) تمام ساخته : به موادی اطلاق می شود که پس از تولید بدون هیچ گونه تغییری به کار گرفته می شوند. مانند پیچ ومهره‌ها، پرچ‌ها، خار، گوه ونظیر آن‌ها

۲- مـواد کمکی: به موادی اطلاق می‌شـود که در حین فرآینـد تولید به کار گرفته می‌شود ولی در قطعه تمام شده وجود ندارد. موادی نظیر روغن‌ها، فلاکس‌ها.

در این کتاب به طرز تهیه انواع ورق‌ها خواهیم پرداخت ودر کتاب نیم‌سـاخته‌های (۲) با طرز تهیه بقیه نیم‌سـاخته‌ها آشـنا خواهید شـد. قبل از آشـنایی با روش تولید نیم‌ساخته‌ها لازم است ابتدا با کاربرد صنعتی آن‌ها آشنا شوید.

۱-۱ بعضی از کاربرد نیم‌ساخته‌ها

۱ـ صنایع هوایی: امروزه از نیم‌ساخته‌های فلزی و ورق‌های فلزی از جنس فولاد، آلومینیوم و تیتانیوم و آلیاژهای آن‌ها در ساخت انواع وسایل حمل و نقل هوایی نظیر هواپیماهای غول پیکر وماهواره‌ها به کار گرفته می‌شوند. در شکل (۱-۱) یک هواپیمای غول‌پیکر را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۱

۲ـ سازه‌های فضائی: در صنایع مختلف به خصوص صنعت ساختمان، پل‌سازی وجرثقیل‌ها از انواع پروفیل‌ها وورق‌های مختلف استفاده می‌شود. نمونه‌ای از این سازه‌ها در شکل (۱-۲) آورده شده است.

شکل ۱-۲

نمونه دیگر کاربرد نیم‌ساخته در صنایع فلزی را سازه‌های صنایع هوایی تشکیل می‌دهد که در شکل (۱-۳) مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۳

۳ـ صنایع دریائی: کاربرد دیگر نیم‌ساخته‌ها و ورق‌های فلزی را در صنایع دریائی می‌توان نام برد. در شکل (۱-۴) کشتی‌های عظیم را مشاهده می‌کنید که برای کاربردهای مختلف به کار می‌رود.

شکل ۱-۴

نمونه دیگر از کاربرد نیم‌ساخته‌ها را مشاهده می‌کنید در شکل (۱-۵) یک سکوی دریائی است که قسمت اعظم آن از نیم‌ساخته‌ها و ورق‌های فلزی ساخته شده است.

شکل ۱-۵

شـــکل (۱-۶) یک کشتی نفت‌کش را مشـــاهده می‌کنید که از پروفیل‌ها وورق‌های ضخیم ساخته شده است.

شکل ۱-۶

۴- صنایع نفت و گاز و پتروشـــیمی: نیم‌ســـاخته‌های فلزی کاربرد وسیعی در صنعت نفت و گاز وپتروشیمی دارد. در شکل (۱-۷) نمونه‌هایی از کاربردهای نیم‌ساخته در این صنایع را مشاهده می‌کنید.

شـــکل (۱-۷) اجرای یک خط لوله را نشان می‌دهد که در تجهیزات اجرائی کار هم نیم‌ساخته‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۱-۷

در شـــکل (۱-۸) نمونه دیگر از کاربرد نیم‌ســـاخته را در صنعت پالایشگاهی مشاهده می‌کنید. این مخازن کروی نشـــان داده شـــده در شـــکل (۱-۸) برای ذخیره گاز و مواد ســـوختنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر مخازن نشان داده شده در شکل، مخازن استوانه‌ای را می‌توان نام برد که برای ذخیره سوخت به کار گرفته می‌شوند.

شکل ۱-۸

در تأسیس پالایشگاه‌ها، مخازن ذخیره سوخت، لوله انتقال مایعات و گازها، بویلرها و... از نیم‌ســـاخته‌های مختلف استفاده می‌شود. شکل (۱-۹) یکی از تأسیسات پالایشگاه‌ها را نشان می‌دهد.

نمونه دیگر کاربرد نیم‌ســـاخته‌ها را در شکل (۱-۹) در یک پالایشگاه بزرگ مشاهده می‌کنید. مخازن ذخیره نفت، لوله‌های ارتباطی، بویلرها همگی از نیم‌ساخته‌های مختلف می‌باشند.

شکل ۱-۹

۵- صنایع لوازم خانگی: کاربرد دیگر نیم‌ســـاخته‌ها بـــه خصوص ورق‌های فلزی را در لوازم خانگی نام برد. در شـــکل (۱-۱۰) یک آشپزخانه را مشاهده می‌کنید که بدنه کابینت‌های ســـاخته شـــده همگی از ورق فلزی می‌باشـــد نمونه دیگـــر ازاین کارها را می‌توان در صنعت مبلمان ولوازم اداری مشاهده نمود.

شکل ۱-۱۰

کاربـرد دیگری از نیم‌سـاخته‌ها بـه خصوص ورق‌های نازک فلزی را در سـاخت لوازم منزل مشـاهده می‌کنید. در شـکل (۱-۱۱) تعدادی از لوازم خانگی ساخته شده از نیم‌ساخته‌های فلزی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۱۱

نمونـه دیگر نیم‌سـاخته‌ها به خصوص ورق‌های فلزی از نوع زنگ‌نزن را در شـکل (۱-۱۲) مشـاهده می‌کنید که در سـاخت لوازم آشپزخانه نظیر قاشق وچنگال و کارد را نام برد. این‌ها را از ورق‌های زنگ‌نزن تهیه می‌کنند.

شکل ۱-۱۲

۶ـ صنایع حمل ونقل زمینی: نمونه کاربرد دیگر نیم‌ساخته‌های فلزی را می‌توان در صنایع حمل ونقل نام برد نمونه‌هایی از آن‌ها در شـکل‌ها (۱-۱۳ تا ۱-۱۵) آورده شـده است.

شکل ۱-۱۳ صنایع ریلی

شکل ۱-۱۴ کاربرد دیگر نیم‌ساخته‌های فلزی

شکل ۱-۱۵ صنایع خودروسازی: از کاربردهای دیگر نیم‌ساخته‌ها در صنایع خودروسازی می‌باشد.

۷ـ کاربرد دیگر نیم‌ساخته‌های فلزی به خصوص ورق‌ها در تهویه مطبوع و تهویه‌های خانگـی و صنعتی می‌باشـد. نمونـه‌ای از کاربرد آن‌ها را در شـکل (۱-۱۶) مشـاهده می‌کنید.

شکل ۱-۱۶

۱-۲ ورق‌های فلزی

از قرن‌ها پیش انسـان برای تهیه وسـایل وظروف مورد استفاده خود از انواع ورق‌ها اسـتفاده نموده است با پیشـرفت علم وتکنولوژی دامنه اسـتفاده از ورق‌ها نیز وسعت یافته به طوری‌که در بیش‌تر صنایع کاربرد فراوان یافته اسـت. ورق‌های فلزی به عنوان نیم‌سـاخته در زمینه‌های مختلف صنعت به طور گسـترده اسـتفاده می‌شود. روش‌های ساخت ورق‌های فلزی ضروی به نظر می‌رسد.

ورق‌های فلزی

ورق‌هـای فلزی را می‌تـوان از نظر ضخامت یا جنس به انواع مختلف دسـته بندی نمود.

۱-۲-۱ تقسیم‌بندی از ضخامت:

ورق‌های فلزی را از نظر ضخامت به سه دسته تقسیم می‌کنند.

الف) ورق‌های نازک

ب) ورق‌های متوسط

ج) ورق‌های ضخیم

با توجه به شـرکت‌های تولید ورق در دنیا واسـتاندارد مورد اسـتفاده توسط آن‌ها نُرم‌های این تقسیم‌بندی‌ها ممکن است کمی با هم متفاوت باشد.

در ادامه به یکی از قدیمی‌ترین ومهمترین این تقسیم‌بندی‌ها یعنی (DIN) نرم آلمان می‌پردازیم:

ورق‌های نازک – ضخامت‌های ۰/۱۸ تا ۲/۷۵ میلی‌متر

ورق‌های متوسط، ضخامت‌های ۳تا ۴/۷۵ میلی‌متر

ورق‌های ضخیم – ضخامت‌های ۵ میلی‌متر وبیش‌تر

۱-۲-۲ تقسیم‌بندی از نظر جنس:

ورق‌های فلزی را از نظر جنس به دو دسته کلی تقسیم می‌کنند.

الف) ورق‌های آهنی: این گروه شـامل فولادهای سـاده کربنی، فولادهای آلیاژی، فولادهای ضد زنگ نام برد.

ب) ورق‌های غیر آهنی: این گروه شامل آلومینیوم وآلیاژهای آن‌ها، مس وآلیاژهای آن‌ها (ورق‌های برنج وبرنز)، روی، قلع و منیزیم.

در جدول (۱-۱) بعضی از ویژگی‌های ورق‌های فلزی آورده شده است.

جدول ۱-۱ نمونه ورق‌های فلزی وکاربرد آن‌ها در صنعت

نوع جنس ورق	ابعاد ورق به میلی‌متر			وزن مخصوص Kg / dm۳	نقطه ذوب درجه سیلیسیوس	کاربرد صنعتی
	ضخامت	عرض	طول			
فولادهای کربنی ضخامت نازک	۰/۱۸ تا ۲/۷۵	۵۳۰ تا ۱۲۵۰	۷۶۰ تا ۲۵۰۰	۷/۸۵	در حدود ۱۴۰۰	در تولید قطعات با کشش کم عمق و عمیق ساخت لوله‌های تأسیساتی و صنعتی و...
فولادهای کربنی ضخامت متوسط	۳ تا ۴/۷	تا ۲۵۰۰	تا ۷۰۰۰	۷/۸۵	در حدود ۱۴۰۰	ساخت مخازن، تولید لوله‌های جدار ضخیم و...
فولادهای کربنی ضخامت ضخیم	۵ تا ۶۰	تا ۳۶۰۰	تا ۸۰۰۰	۷/۸۵	در حدود ۱۴۰۰	تولید قالب‌ها، ساخت مخازن ذخیره
مس	۰/۱ تا ۵	تا ۱۰۰۰	تا ۲۰۰۰	۸/۹	۱۰۸۳	دیگ‌سازی، ظروف، صنایع الکترونیک، رادیاتورسازی، صنایع هنری
آلومینیوم	۰/۲ تا ۵	تا ۲۰۰۰	تا ۲۰۰۰	۲/۷	۶۶۰	ساخت ظروف مختلف، مخازن، تولید قطعات کششی
برنج	۰/۱ تا ۵	تا ۱۰۰۰	تا ۳۰۰۰	۸/۵	۹۸۰	ساخت ظروف مختلف، رادیاتورسازی، قفل‌سازی
روی	۰/۱۵ تا ۶	۶۵۰ تا ۱۰۰۰	تا ۵۰۰۰	۷/۱۴	۴۱۹	تولید ظروف، در پوشش
برنز	نازک و متوسط	مختلف	مختلف	۷/۶ تا ۸/۸	۹۰۰ تا ۱۰۰۰	ساخت قطعات مقاوم در برابر اسید، ساخت قطعات مقاوم در برابر اکسید شدن
قلع	بسیار نازک	مختلف	مختلف	۷/۳	۲۳۲	در پوشش
منیزیم	نازک	مختلف	مختلف	۱/۸	۶۵۵	در پوشش‌ها، مخزن‌های مواد سوخت

۱-۳ تقسیم‌بندی ورق‌های فولادی

به دلیل این که تعداد وانواع فولادها بسیار متنوع بوده وخواص آن‌ها اعم از مکانیکی، فیزیکی، شـیمیائی ومتالورژیکی متفاوت اسـت. نمی‌توان تقسیم‌بندی همه آن‌ها را نام بـرد لذا در این قسـمت به یک نوع دسـته‌بندی که در خصـوص فولادهای ریخته‌گری می‌باشد اشاره می‌شود. وبقیه آن‌ها را می‌توانید در کتاب‌های دیگر ویا در مقاطع بالاتر بیاموزید.

ورق‌های فولادی را از نظر عناصر آلیاژی، مشـخصات ظاهری ویا مصارف صنعتی می‌توان طبقه‌بندی نمود.

طبقه‌بندی از نظر ترکیب شـیمیایی: این گروه از ورق‌های فـولادی را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم نمود.

الف) ورق‌های فولادی کربنی: عنصر اصلی این فولادها کربن بوده ولذا تقسیم‌بندی بر اسـاس میزان در صد کربن موجود در آن‌ها می‌باشـد. علاوه بر کربن عناصری نظیر منگنز – گوگرد – سیلسیم – فسفر نیز در این فولادها به میزان محدود وجود دارد. این فولادها را به سه گروه تقسیم می‌نمایند:

۱- فولادهای کم کربن، کمتر از ۰/۲۵ است.

۲- فولادهای کربن متوسط، از ۰/۲۵تا ۰/۶۵ می باشد.

۳- فولادهای پرکربن، بیش از ۰/۶۵ درصد می باشد.

ب) ورق‌های فولاد آلیاژی:

۱. فولادهای کم آلیاژ تا ۲/۵ درصد در عناصر آلیاژی

۲. فولادهای با عناصر آلیاژی متوسط ۲/۵تا ۱۰ در صد عناصر آلیاژی

۳. فولادهای پر آلیاژ با عناصر آلیاژی بیش از ۱۰ درصد

تقسیم‌بندی دیگری از نظر مشخصات ظاهری وجود دارد که به شکل زیر می‌باشد:

۱) ورق‌های سیاه معمولی که هیچ گونه صیقلکاری روی آن‌ها انجام نشده وقشری از اکسید سطح آن‌ها را پوشانده است.

۲) ورق‌های براق که دارای سطحی صاف وسفید وعاری از اکسید هستند.

۳) ورق‌های گالوانیزه که سطح آن‌ها با فلز روی پوشانده شده است.

۴) ورق‌های آهن سفید که سطح آن‌ها با فلز قلع پوشانده شده است.

۵) ورق‌های رنگی که سطح آن‌ها به رنگ‌های مختلف می‌باشد.

۱-۴ روش تهیه ورق‌های فلزی

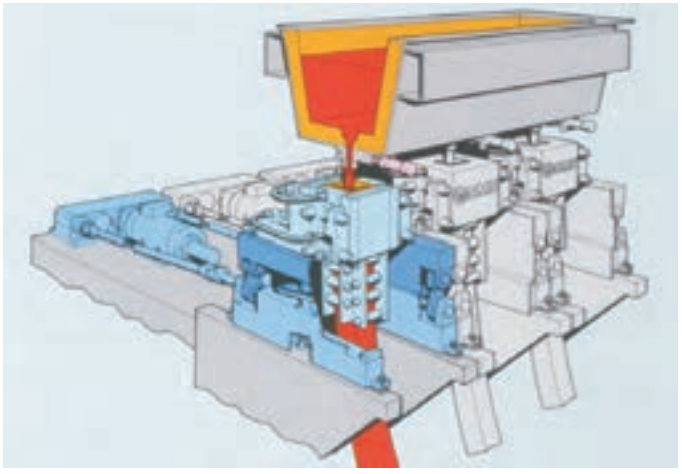
ورق‌های فلزی توسط روش نوردکاری تولید می‌شوند. دستگاه‌های نورد در حالت گرم شمش‌های فلزی را به ورق‌های ضخیم تبدیل می‌کنند. وورق‌های متوسط نیز از ورق‌های ضخیم در حالت گرم تولید می‌شوند. تولید ورق‌های نازک در حالت سرد صورت می‌گیرد.

۱-۴-۱ مراحل تهیه ورق‌های ضخیم کم کربن

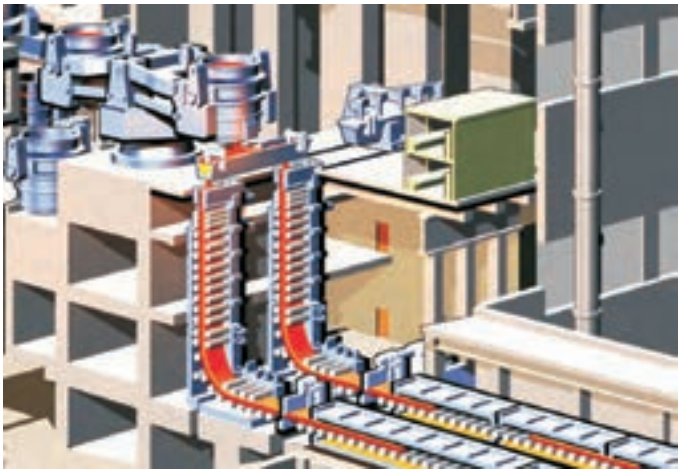
ورق‌های ضخیم را از شمش‌های ویا تختال‌های فولادی با ابعاد مختلف تهیه می‌نمایند. جنس این شمش‌ها وتختال‌ها از فولاد های ساختمانی (S۲۳۵JR و S۲۷۵JR) و یا ترکیبات دیگر می‌باشندکه براساس استاندارد تولیدی کارخانه فولاد با ابعاد مختلف تهیه می‌شوند. این شمش‌هارا معمولاً با مقطع مربع به ابعاد ۵۰×۵۰ تا ۴۰۰×۴۰۰وبه طول‌های ۳ تا ۶ متر تهیه می‌کنند. اما لوحه‌ها را با سطح مقطع مستطیل با ضخامت ۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر وبا عرض ۵۰۰ تا ۱۸۰۰میلی‌متر تهیه می‌کنند.

در شکل‌های (۱-۱۷ تا ۱-۲۰) تهیه این شمش‌ها و لوحه‌ها را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۱۷ ریختن مذاب در قالب‌های شمش‌ریزی



شکل ۱-۱۸ شمش‌ریزی در قالب‌ها



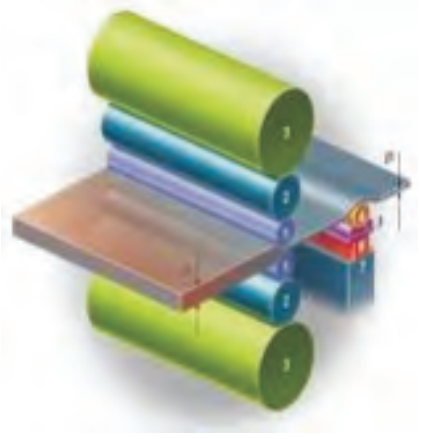
شکل ۱-۱۹ نوردهای سری در خط تولید ورق‌های فولادی در کارخانه فولاد

شکل ۱-۲۰ شمش‌ها در حین خروج از کوره‌ی تولید فولاد و نوردکاری

شکل ۱-۲۱

پس از تولید شمش ویا لوحه‌ها برای رفع اکسیدهای سطحی روی آن‌ها آب با فشار زیاد پاشیده می‌شود (شکل ۱-۲۱). برخی از مراحل تولید به قرار زیر می‌باشد.

۱-۴-۲ اصول نوردکاری



شکل ۱-۲۲

نـوردکاری عبارت اسـت از عبور دادن قطعه گداخته بیـن دو غلتک که در جهت خلاف یکدیگر می‌چرخند. وفاصله بین آن‌ها از ضخامت قطعه کم‌تر اسـت. با عمل غلتک‌کاری شـمش‌ها یا لوحه‌ها فشرده شده وضمن کاهش ضخامت طول آن افزایش می‌یابد. عرض قطعه نیز همزمان با طول آن افزایش می‌یابد. معمولاً تغییرات عرض توسط غلتک‌های عمودی کنترل می‌گـردد و در واقع این غلتک‌ها از افزایش عرض بیش از حد تعیین شده جلوگیری می‌کنند. غلتک‌های افقی تنظیم کننده ضخامت وغلتک‌های عمـودی تنظیم کننده عرض ورق می‌باشـند. عمل نوردکاری بـرای تولید ورق‌های ضخیم طی چند مرحله ادامه می‌یابد. تا ورق به ضخامت مورد نظر برسد. (شکل ۱-۲۲)

این فرآیند با توجه به گسـتردگی عمل نورد از تجهیزات مختلفی تشـکیل شده که مهمترین آن‌ها به اختصار به قرار زیر می‌باشد.

۱-۴-۳ غلتک‌های تغییر شکل

این غلتک‌ها از نظر تعداد غلتک‌ها فرم دهنده به چند دسته تقسیم می‌شوند:

۱. نوردهای دو غلتکی

۲. نوردهای سه غلتکی

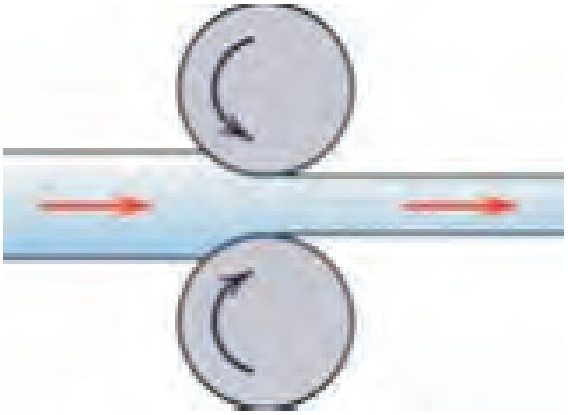
۳. نوردهای چهار غلتکی

۴. نوردهای دوازده غلتکی وبیش‌تر

۵. نوردهای انیورسال

نوردکاری یکی از کارهای مکانیکی می‌باشد وفلزات در اثر کار مکانیکی (به علت فشرده شـــدن ذرات آن‌ها) سخت می‌شـــوند وبعضی از خواص مکانیکی آن‌ها از قبیل تغییر شکل، چکش‌کاری، قابلیت جوشکاری وبراده‌برداری تغییر می‌یابد.

در شکل (۱-۲۳ الف) جهت نوردکاری و در شکل (۱-۲۳- ب) مقطع فولاد را قبل و بعد از نوردکاری را نشـــان می‌دهد این در حالی اســـت که فلز در جریان هوا خنک شده است.



شکل ۱-۲۳ الف

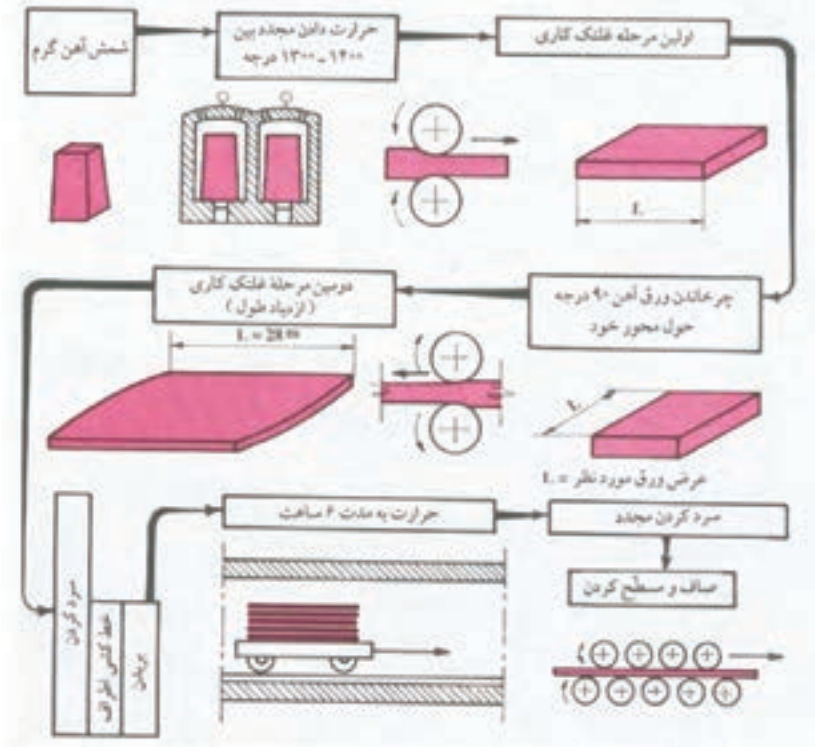
شکل ۱-۲۳ ب

قطعه‌ای که توسط نورد تغییر شکل می‌یابد تحت تأثیر نیروی فشاری قرار می‌گیرد. این نیرو از حد ارتجاعی بیش‌تر است. وباعث تغییر شکل پلاستکی می‌شود. همان‌طوری که در شـــکل (۱-۲۳ ب) نشـــان داده شده است موجب تغییر شـــکل کریستال‌های فلز شده و باعث کشیدگی آن‌ها می‌گردد. این تغییر شکل افزایش سطح وکاهش ضخامت را ایجاد می‌کند.وبه این ترتیب جســـمی با ابعاد جدیـــد تهیه می‌گردد. در مواردی اگر نیروی فشاری ادامه یابد ممکن است به پاره‌گی فلز منجر گردد.

۱-۴-۴ نرمالیزه کردن

در اثر کار مکانیکی نظیر عملیات نوردکاری و سـرد شـدن ورق‌ها در مراحل حین تولید موجب سـختی آن‌ها می‌شـود. ودر نتیجه خاصیت انعطاف‌پذیری آن‌ها کاهش می‌یابـد. برای تأمین خواص اولیه فلز لازم اسـت ورق‌های تولیـدی عملیات حرارتی شوند. این عملیات برای ورق‌های بالاتر از ۱۵میلی‌متر لازم است انجام شود. عملیاتی که بر روی ورق‌ها انجام می‌شود نرمالیزه کردن است. این عملیات در کوره‌های مخصوص انجام می‌گیرد وبسـته به عناصر آلیاژی وضخامت ورق‌ها دمای کاری متفاوت خواهد بود. برای ورق‌های فولاد سـاختمانی این دما در حدود ۸۵۰ درجه سیلیسیوس می‌باشد. زمان نرمالیزه کردن به نسبت ابعاد ورق بین ۸تا۳۲ ساعت می‌باشد.

اگر ورق‌ها را قبل از این‌که کاملاً سـرد شـوند از کوره خارج کنند این ورق‌ها در مجاورت هوا سطح‌شـان اکسید شده که این ورق‌ها را ورق سیاه می‌نامند. واگر ورق‌ها پس از این‌که کاملاً سـرد شـدن از کوره خارج نمایند (تقریبا ۲۴ ساعت) سطح آن‌ها کاملاً صاف وصیقلی وعاری از اکسید می‌باشد. در شکل (۱-۲۴) مراحل تولید ورق‌های ضخیم را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.

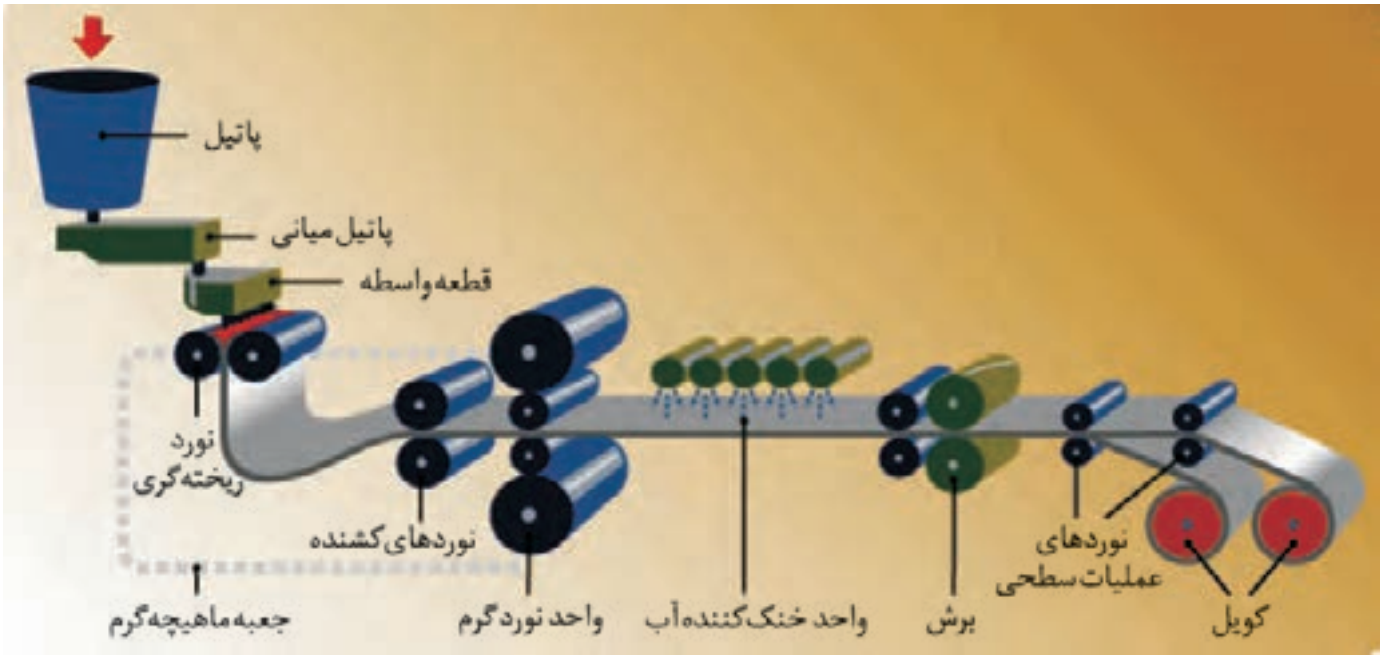


شکل ۱-۲۴

۱-۴-۵ روش تهیه ورق‌های متوسط

ورق‌های متوسط را با استفاده از ورق‌های ضخیم یا تختال‌ها تولید می‌کنند. مراحل تهیه آن‌ها نیز مشابه روش تولید ورق‌های ضخیم می‌باشد. عمل غلتک‌کاری توسط ماشین‌های انجام می‌شود که دارای سه غلتک هستند ومحور آن‌ها به طور افقی در یک صفحه قائم واقع شده است.

ورق‌ها را پس از عبور از زیر نوردهای مزبور (در اینجا به منظور گرم کردن) به وسیله غلتک‌های سوق دهنده (کشنده) به درون کوره‌های مخصوص هدایت می‌کنند ودر آنجا مدت معینی گرما می‌دهند. پس از عبور از شبکه خنک کننده آن‌ها رابه وسیله ماشین‌های نورد – صافکاری ومسطح می‌کنند واطراف آن‌ها را برش می‌دهند تا به اندازه نرم در آیند در بعضی ازسیستم‌های تولید به جای بریدن ورق‌ها به اندازه‌های استاندارد آن‌هارا به شکل رول می‌پیچند تا برای تولید محصولات بعدی از قبیل انواع پروفیل از آن‌ها استفاده کنند. (شکل ۱-۲۵)



شکل ۱-۲۵

روش تهیه ورق‌های نازک

امروزه ورق‌های نازک را به وسیله ماشین‌های نورد مداوم (سری) تولید می‌کنند. دراین روش مراحل تولید ورق‌های نازک از تغییر شکل شمش در حالت گرم آغاز شده وهمه عملیات لازم تا تولید ورق‌های نازک به صورت پیوسته به شرح زیر انجام می‌گیرد.

مرحله اول کار روی شـمش‌های فـولادی به وزن ۷ تا ۲۰ تـن: در این مرحله ابتدا شـمش‌های گداختـه را توسـط نوردهای دو غلتکـی به صورت صفحـات تخت در می‌آورند وسپس آن‌ها را به قطعات مناسب برش داده وخنک می‌کنند.

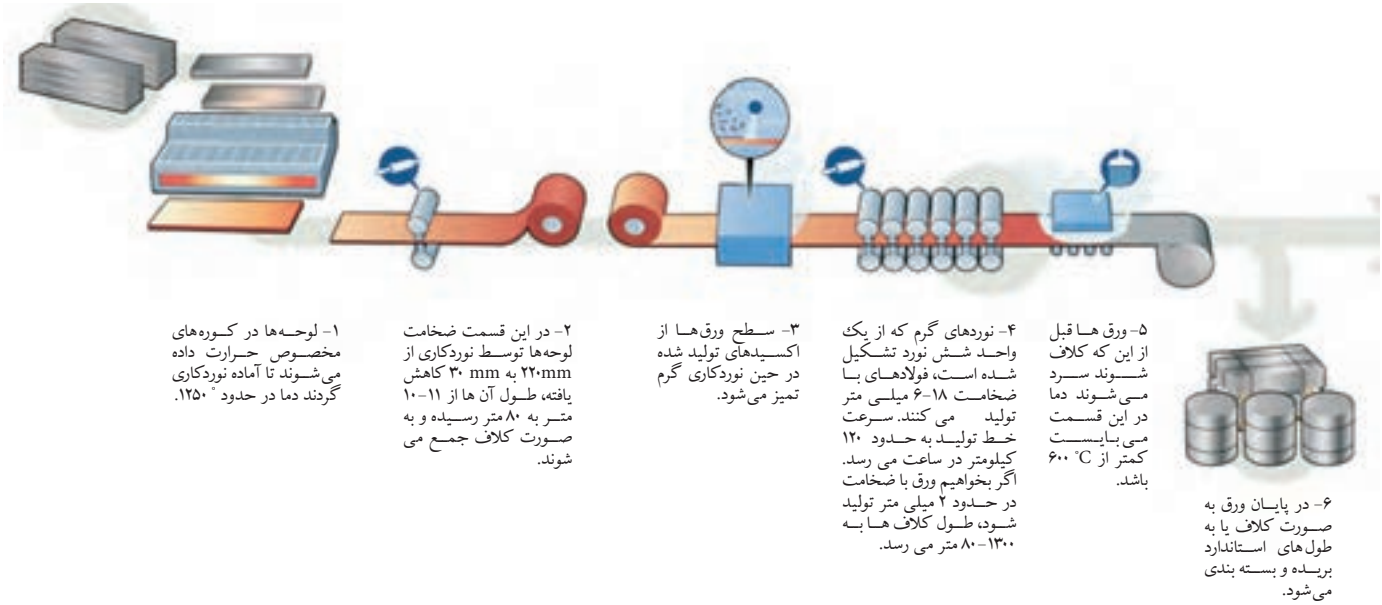
ناصافی گوشه آن‌ها نیز به وسیله مشعل‌های برش مخصوص از میان می‌رود. چنان‌چه از تختال ویا ورق‌های ضخیم برای تولید ورق‌های نازک استفاده شود این مرحله انجام نخواهد شـد. زیرا همان تختال یا ورق ضخیم مورد استفاده محصول این مرحله است. (شکل ۱-۲۶)

شکل ۱-۲۶

در مرحله دوم سـه عمل تخت کردن – تمام کردن وپیچیدن به صورت رول توسط غلتک‌های مداوم انجام می‌گیرد. (شکل ۱-۲۷)

شکل ۱-۲۷

در این مرحله، ابتدا ورق‌های ضخیم از زیر نوردهای تخت کننده دو غلتکی وسپس از زیر نوردهای چهار غلتکی که با فاصله زیاد از یکدیگر قرار گرفته‌اند عبور می کنند. هنگام عبور ورق از زیر غلتک‌های گفته شـده اکسید سطح آن‌ها با فشار آب (۸۰–۱۰۰bar) شسته شده و پیوسته اکسید موجود در سطح ورق که در اثر غلتک کاری ایجاد شده است از بین می‌رود. نوردهای تمام کننده که با فاصله بسـیار کمی از یکدیگر قرار گرفته‌اند (فاصله کم برای جلوگیری از حالت افتادگی ورق است). وظیفه تنظیم ضخامت وعرض ورق‌ها را به عهده دارند. نوردهای ردیف آخر صیقلی کردن وپرداخت نمودن سـطح ورق‌هـا را انجام می‌دهند ضخامت ورق‌هایی که در این مرحله به دسـت می‌آیند، بین ۱/۵ تا ۴ میلی‌متر و گرما آن‌ها بین ۸۵۰ تا ۸۷۰ درجه سیلیسیوس است، که دراین موقع، به صورت رول، پیچیده شـده یا به قطعات اسـتاندارد بریده می‌شـوند. (شکل ۱–۲۸)



۱- لوحـه‌ها در کـوره‌های مخصـوص حـرارت داده می‌شـوند تا آماده نوردکاری گردند دما در حدود °C ۱۲۵۰.

۲- در این قسمت ضخامت لوحه‌ها توسـط نوردکاری از ۲۲۰mm به ۳۰ mm کاهش یافته، طـول آن ها از ۱۱–۱۰ متـر به ۸۰ متر رسـیده و به صـورت کلاف جمـع می شوند.

۳- سـطح ورق‌هـا از اکسـیدهای تولید شده در حین نوردکاری گرم تمیز می‌شود.

۴- نوردهای گرم که از یک واحـد شـش نورد تشـکیل شـده اسـت، فولادهـای بـا ضخامـت ۱۸–۶ میلـی متر تولید می کنند. سـرعت خـط تولیـد به حـدود ۱۲۰ کیلومتر در ساعت می رسد. اگر بخواهیم ورق با ضخامت در حـدود ۲ میلی متر تولید شـود، طـول کلاف هـا بـه ۱۳۰۰–۸۰ متر می رسد.

۵- ورق هـا قبل از این که کلاف شـوند سـرد مـی‌شـوند دما در این قسـمت مـی‌بایسـت کمتر از °C ۶۰۰ باشد.

۶- در پایـان ورق به صـورت کلاف یا به طول‌های اسـتاندارد بریـده و بسـته بندی می‌شود.

شکل ۱–۲۸

برای تهیه ورق‌های با ضخامت کم‌تر از ۱/۵ میلی‌متر از غلتک کاری سرد استفاده می‌شود.

۱–۴–۶ نوردکاری سرد

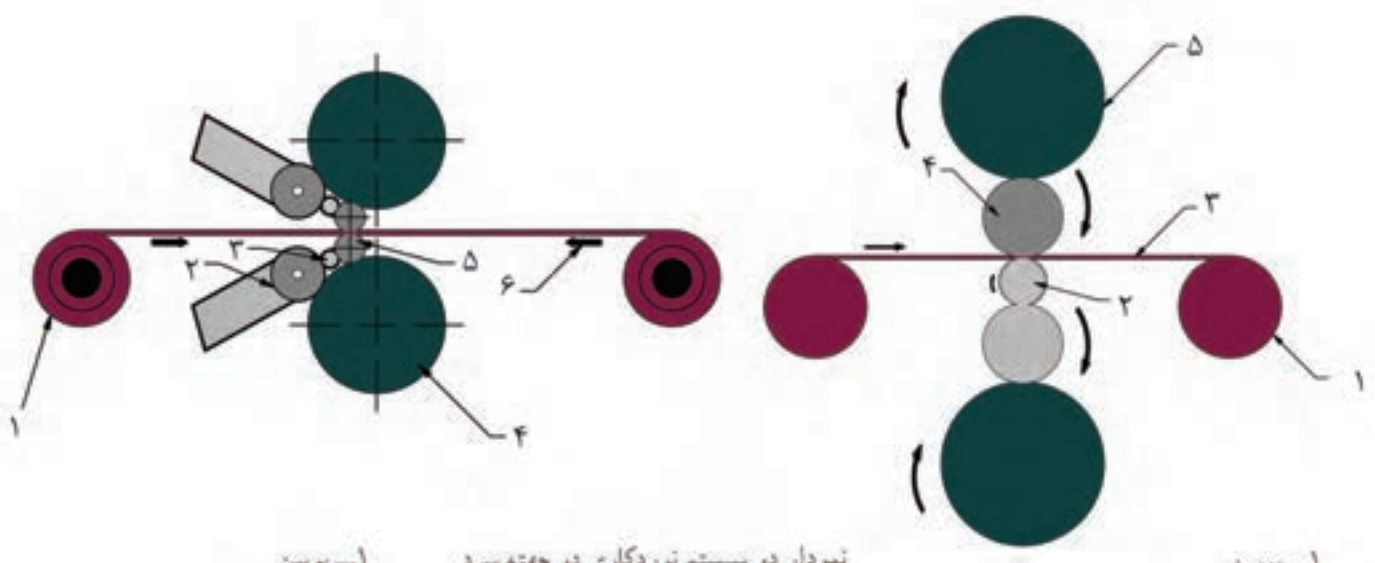
نوردهای سرد با نوردهای گرم تفاوت‌هایی دارد که یکی از آن‌ها آماده‌سازی قطعه قبـل از نوردکاری اسـت. به این منظور در نوردکاری سـرد ابتدا باید سـطح قطعه را آماده‌سازی نمود. مراحل آماده‌سازی به قرار زیر می‌باشد.

اکسـید زدایی: این عمل به وسیله اسید سولفوریک رقیق (۲۰تا۲۲درصد) در دمایی در حدود ۸۰ تا ۹۰ درجه سانتی گراد انجام می گیرد.

شستشو با آب جاری: برای بر طرف کردن بقایای اسید انجام می‌شود.

خشک کردن سطح: که با دمیدن هوا صورت می‌پذیرد.

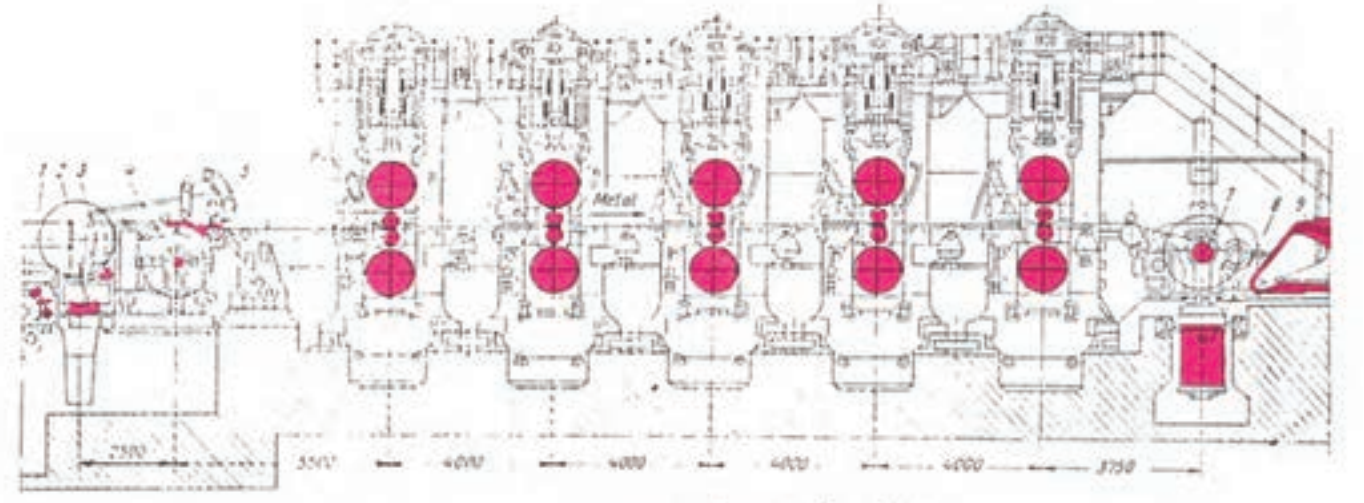
بازپخت قطعه: عمل بازسازی خواص قطعه در دمایی در حدود ۸۰۰ درجه سانتی گراد انجام می‌شود. بعد از آماده‌سازی سطح نوارهای ورق به طرف نوردهای متوالی هدایت می‌شـود ونـوردکاری با یکـی از دو روش زیر صورت می گیرد. نوردکاری توسـط غلتک‌های دوجهته: در این روش، نوار ورقی که از قرقره باز می‌شود به طرف دستگاه نورد هدایت شده وضمن عبور از زیر غلتک وکم‌تر شدن ضخامت آن در طرف دیگر پیچیده می‌شود. این عمل آن قدر ادامه می‌یابد تا ورق به ضخامت دل‌خواه برسد. (شکل ۱-۲۹)



شکل ۱-۲۹

نوردکاری یک جهته مداوم

تعداد غلتک‌های این دستگاه‌های نورد متفاوت است ونوار ورق به طور پیوسته از بین آن‌ها می گذرد وهنگام خروج به صورت رول پیچیده می‌شود وبه این ترتیب ضخامت مورد نظر بایک بار عبور از بین نوردهای مذکور حاصل می گردد. ورق‌ها هنگام عبور از بین هر ماشـین شستشـو و خنک می‌شوند. همچنین بین هر ردیف از ماشین‌ها نیروی کششی متناسب با ضخامت ورق (به حدی که باعث پاره‌گی آن‌ها نگردد) وجود دارد. این نیروی کششـی به طور یکنواخت وارد می‌شـود تا درنتیجه ضخامت ورق در تمام قسمت‌های آن‌ها یکسان باشد. به این منظور بین هر ردیف از ماشین‌های غلتک دستگاه کشش سـنج نصب شده است که به وسیله آن سرعت وکشش ماشین‌ها کنترل وتنظیم می گردد. (شکل ۱-۳۰)



شماتیک دستگاه نورد مداوم پنج نورده

۱ــ بوبینهای غلتک انتقال دهنده
۲ــ تنظیم کننده ارتفاع ورق
۳ــ ترمز
۴ــ باز کننده بوبین
۵ ــ مغناطیس باز کننده بوبین
۶ ــ استندکار (تغییر شکل)
۷ــ ...
۸ ــ ماشین برای تغییر محل رولهای سرد شده
۹ــ ماشین خارج کننده رول

شکل ۱-۳۰

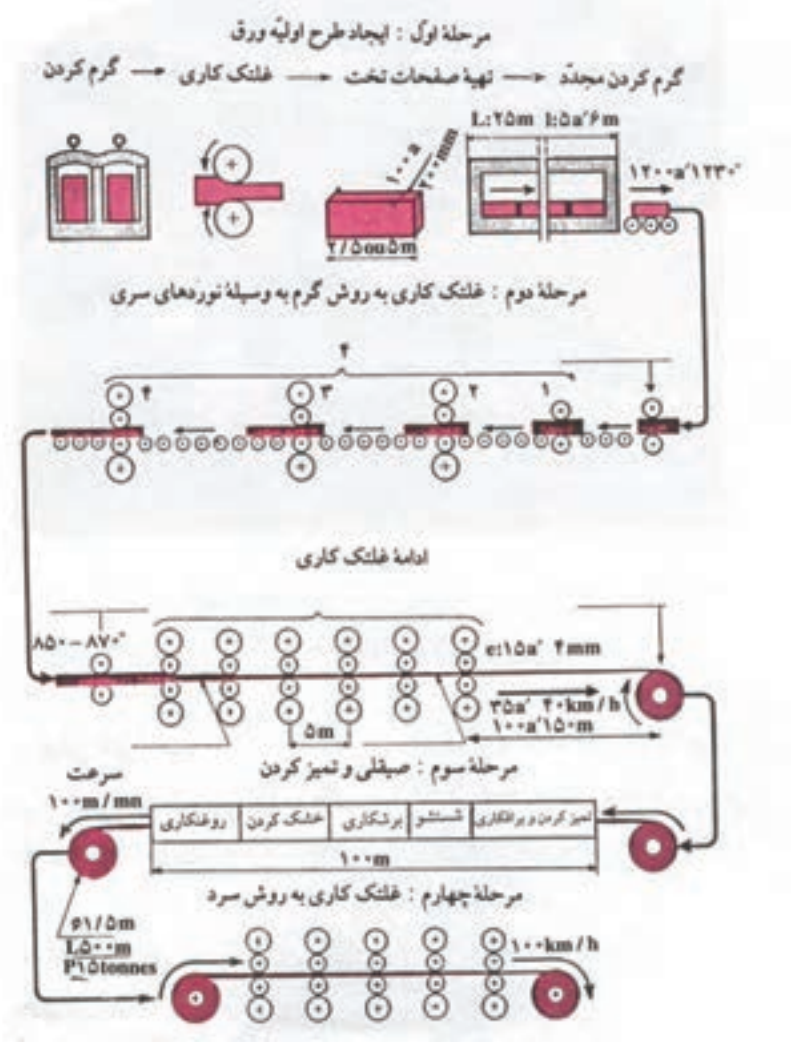
محاسن غلت کاری سرد: غلتک کاری ورق‌هادر حالت سرد محاسنی به شرح زیر دارد:

- تنظیم دقیق ابعاد نسبت به نوردکاری گرم
- تولید ورق‌ها با ابعاد کوچک‌تر نسبت به نوردگرم: به طوری که در این روش می‌توان ورق‌های به ضخامت کم‌تر از ۱/۵ میلی‌متر تولید کرد.

● تولیـد ورق‌های با سـختی مختلف: زیرا در این روش کار مکانیکی سـرد موجب تغییر شکل بلوری وخاصیت فیزیکی فولاد می‌شود وآن را سخت می کند.

● عملیات حرارتی (برای نرم کردن ورق) وتکمیلی: نرم کردن ورق‌ها به وسیله حرارت ممکن است برای نوارهای پیچیده شده یا قطعات ورق که به اندازه‌های استاندارد بریده شده‌اند اجرا شود.

عملیات حرارتی با اسـتفاده از کوره‌های مختلف انجام می‌شـود. پس از نر م کردن ورق آن‌را از یک شبکه تکمیل کننده که شامل قیچی کنار بر قیچی طول بر وماشین‌های صافکاری اسـت عبور می‌دهند. در شکل (۱-۳۱) مراحل انجام فرآیند عملیات حرارتی وتکمیلی تولید ورق‌های نازک نشان داده شده است.



شکل ۱-۳۱

۱-۵ تولید ورق‌ها با پوشش فلزی

در صنعت علاوه بر ورق‌های آهنی وغیر آهنی در خیلی از موارد از ورق‌های پوشش داده شـده استفاده می‌شود. معمولاً عمل پوشـش دادن روی ورق‌های آهنی به منظور مقـاوم کردن آن‌ها در مقابل عوامل جوّی وخورنـده صورت می‌گیرد. برای حفاظت ورق‌های ذکر شـده موارد از فلـز روی یا قلع، که در مقابل خوردگی مقاوم هسـتند استفاده می‌شـود. متداول ترین روش‌های پوشش فلز شـامل غوطه‌ورسازی و الکترولیز می‌باشد.

در ایـن کتاب به طرز تهیه ورق‌های با پوشـش روی، قلـع وورق‌های رنگی که در مجتمع فولاد مبارکه تولید می‌شود خواهیم پرداخت.

شکل ۱-۳۲

روش تهیه ورق‌ها با پوشش روی

این ورق‌ها که در صنعت به نام ورق‌های گالوانیزه می‌شناسند. تولید ورق گالوانیزه به عنوان یکی از روش‌های مؤثر واقتصادی حفاظت از خوردگی ورق مطرح بوده ودر صنایع مختلف استفاده می‌گردد. به عنوان مثال صنایع ماشین‌سازی، خودروسازی، لوازم خانگی وسـاختمانی وصنایع فلزی به طور گسـترده از ورق گالوانیزه استفاده می‌نمایند (شکل ۱-۳۲). یکی از روش‌های تولید ورق گالوانیزه غوطه‌وری داغ می‌باشد.

تولید ورق گالوانیزه مجتمع فولاد مبارکهٔ اصفهان از این روش استفاده می‌شود. مزیت این روش گالوانیزه بر روش‌های دیگر مقرون به صرفه بودن امکان ایجاد ضخامت‌های بالای پوشش استحکام بالا وچسبندگی مناسب پوشش گالوانیزه به فولاد پایه می‌باشد.

کلاف‌های ورودی از خطوط نورد سرد در ابتدای خط گالوانیزه به یکدیگر جوش خورده وبه صورت یک نوار پیوسته شارژ خط می‌شود. در قسمت شستشوی سطح ورق توسط چربی‌زدائی با مواد قلیایی، برس‌زنی وشستشو با آب گرم تمیز شده وسپس با هوای داغ خشک می‌شود.

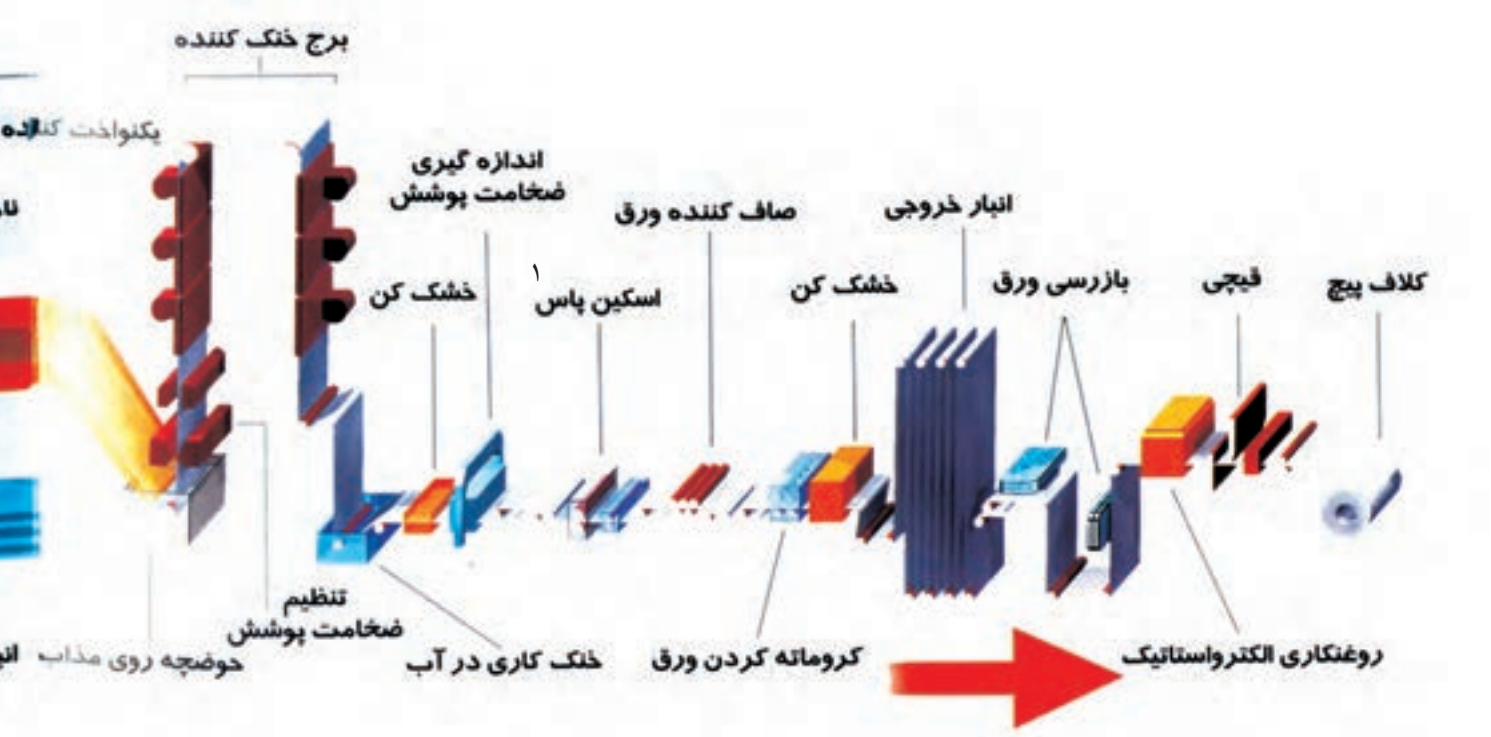
سـپس کلاف تمیز شده وارد کوره‌های آنیل با آتمسـفر محافظ می‌شود. ورق سه مرحلـه پیش‌گـرم، و پس از پیش گرم و پـس از گرم کردن و هم دمائی متناسـب با کاربرد محصول آنیل شـده وتوسط سیستم خنک کننده دمای آن برای ورود به حمام مـذاب روی تنظیم می‌گردد. با خروج از حمام مذاب روی توسـط جت هوا ضخامت

پوشش تنظیم می‌شود. با دمش هوا دمای ورق را تا حدودی کاهش داده وپس از پاشش آب ورق وارد مخزن آب سرد شده وبه دمای محیط می‌رسد. پس از این مرحله با دمش هوای گرم ورق کاملاً خشک می‌شود. شایان ذکر است ضخامت پوشش ورق توسط دستگاه ضخامت‌سنج کنترل شدهٔ صافی سطح وزبری دل‌خواه توسط نورد پوسته ای روی ورق اعمال می گردد. به منظور جلوگیری از شوره زدن ورق گالوانیزه حین نگهداری در انبار عملیات کروماته روی آن انجام می‌شود یعنی لایهٔ نازکی از محلول‌های حاوی کرم روی سطح ورق نشانده شده وخشک می گردد. پس از بازرسی ورق در صورت نیاز مشتری روغن محافظ توسط دستگاه روغن کاری الکترواستاتیک بر سطح ورق پاشیده می‌شود. برای تداوم عملیات پوشش بر روی سطح ورق در هر دو قسمت ورودی وخروجی خط برج ذخیره کننده ورق در نظر گرفته شده است. کلاف گالوانیزهٔ تولیدی پس از بسته‌بندی به بازار عرضه می گردد. شکل (۱-۳۳) مراحل خط تولید ورق‌های گالوانیزه را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.

در جدول (۱-۲) مشخصات ورق‌های گالوانیزه تولیدی توسط شرکت فولاد مبارکهٔ اصفهان آورده شده است.

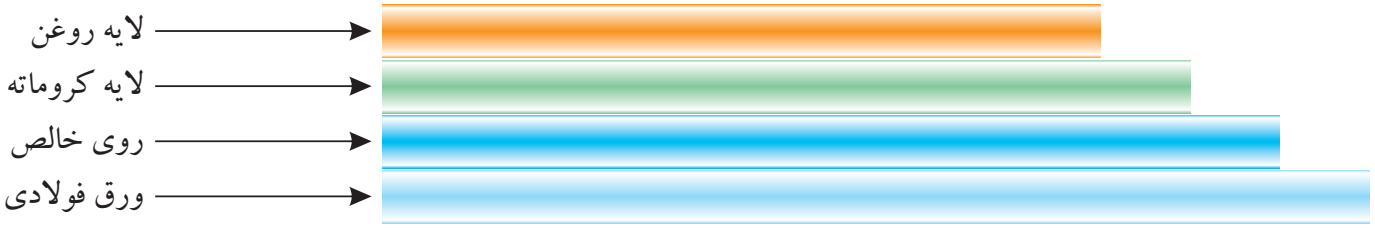
جدول ۱-۲

روش تولید	غوطه وری گرم به صورت مداوم
نوع ورق ورودی	کلاف سرد خام
ضخامت ورق	۰/۲۵ تا ۲ میلی‌متر
عرض ورق	۷۵۰ تا ۱۵۱۰ میلی‌متر
قطر داخلی کلاف خروجی	۵۰۸ یا ۶۱۰ میلی‌متر
قطر خارجی کلاف خروجی	۹۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر
وزن پوشش گالوانیزه	مجموع وزن پوشش برای هر ده متر سطح ۱۰۰تا ۳۵۰ گرم برمتر مربع
لایهٔ روغن	حداکثر ۲ گرم برمتر مربع
ظرفیت تولید	۲۰۰ هزار تن در سال
کیفیت ظاهری سطح	معمولی، بهبود یافته



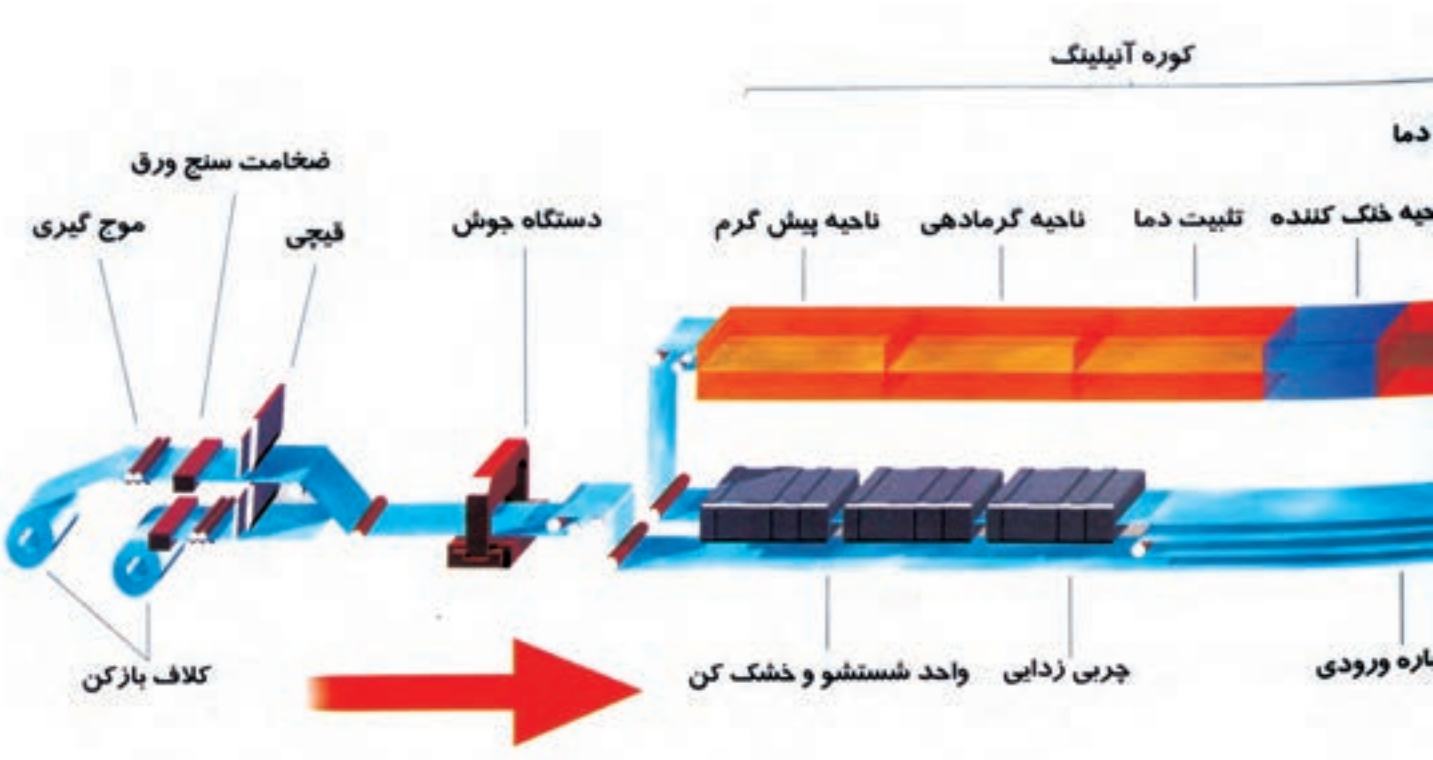
شکل ۱-۳۳ خط تولید ورق گالوانیزه

در شکل (۱-۳۴) لایه‌های تشکیل دهنده ورق گالوانیزه را به صورت شماتیک مشاهده می کنید.



شکل ۱-۳۴

۱- Skin Pass (اسکین پاس) : عملیات یا پاس تکمیلی است که در فرآیند تولید ورق هایی که قرار است روکش کاری شوند، به منظور افزایش کیفیت سطح انجام می شود.



کاربرد ورق‌های گالوانیزه

- سقف های فلزی، پانل‌ها وتابلوهای برق، سینی کابل
- قطعات لوازم خانگی مانند: یخچال، لباس‌شوئی، ماکروویو
- تجهیزات آشپزخانه مانند: کابینت
- مخازن ذخیره آب
- مجراهای هوا ودودکش
- ناودان‌ها ولوله‌ها
- سازه‌های گوناگون، سازه‌های فضایی وانبارها
- اجزای ماشین‌های کشاورزی
- قطعات خودرو واجزای داخلی آن

ورق‌های قلع‌اندود

ورق قلع‌اندود بعلت خاصیت مهم حفظ ونگهداری مواد غذائی وسـایر محصولات دارای کاربردهای زیادی است که با توجه به شرایط فرم‌پذیری عالی وعدم شکنندگی

آن در حمل ونقل غالباً در صنایع بسته‌بندی مواد غذایی، شیمیایی، دارویی، رنگ‌ها وبا درصد کمی نیز در ساخت سایر مصنوعات از قبیل فیلتر روغن، گازوئیل، هوا وآب برای کامیون واتوبوس وماشین‌آلات سنگین اتومبیل سواری وصنایع اسباب‌بازی وباتری‌سازی وغیره به کار می‌رود.

کاربرد ورق‌های قلع‌اندود

- قوطی‌های روغن، مواد غذایی وغیر غذایی در اشکال مختلف
- قوطی‌های نوشابه به صورت دو تکه وسه تکه
- دبه، بشکه، سطل
- درب شیشه وبطری
- سینی‌های پخت
- صفحه‌های چاپ
- پانل‌های سقفی
- واشرها وفیلترها وسایر مصنوعات

بعضی از این محصولات را در شکل‌های (۱-۳۶) و (۱-۳۷) مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۳۶

شکل ۱-۳۷

۱-۵-۲ نحوه تولید ورق قلع‌اندود

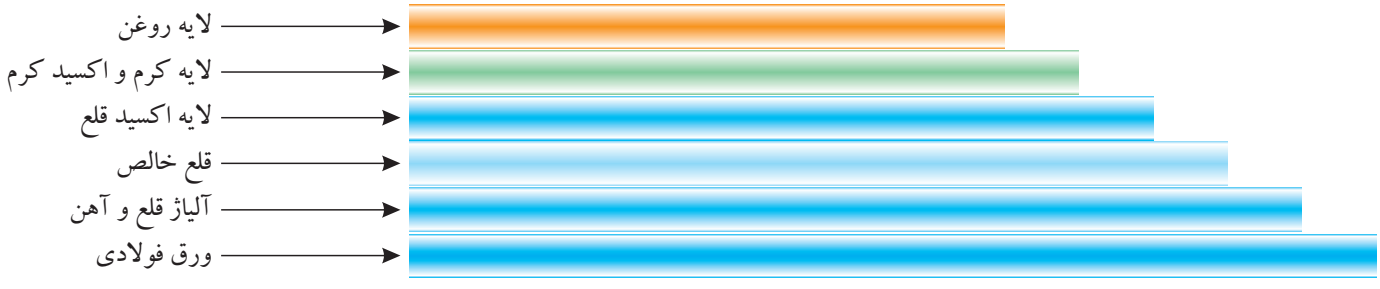
خط تولید ورق قلع‌اندود فولاد مبارکه اصفهان بر اساس روش الکترولیت اسیدی با محلول فرو استان طراحی گردیده که در این روش ورق پس از عبور از حوضچه‌های

شستشـوی الکترولیتی وشسـته شـدن با آب وعبور از حوضچه اسیدشوئی الکترولیتی ودو مرحله شستشـو با آب وارد حوضچه‌های محتوی محلول الکترولیت شده وطی ۵ مرحله در حالی که شـمش خالص قلع آند و ورق، کاتد را تشـکیل می‌دهد به روش الکترولیتی هر دو سـطح ورق قلع‌اندود می گردد. در این خط امکان پوشـش‌دهی قلع بـا ضخامت‌هـای متفاوت در دو سـطح ورق نیز وجـود دارد. پـس از انجام عملیات پوشـش‌دهی قلع ورق با عبور از کوره‌ای به نام کوره مافل تا گرمای بالای نقطه ذوب قلع (۲۳۲ درجه سیلیسـیوس) داغ می‌شود وسـپس در حوضچه‌ای سریعاً سرد می گردد که علاوه بر چسـبندگی قلع باعث درخشندگی سـطح ورق می گردد. ورق قلع‌اندود شـده سپس به منظور رسوب دادن لایه‌ای از کرم بر روی آن از یک حوضچه عملیات شـیمیائی عبور داده می‌شـود. این عمل برای جلوگیری از اکسیداسیون بیش‌تر وتغییر رنگ سـطح ورق در طول نگهداری در انبار انجام می گردد. ضمن این که چسـبندگی رنگ ولحیم‌کاری را افزایش می‌دهد.

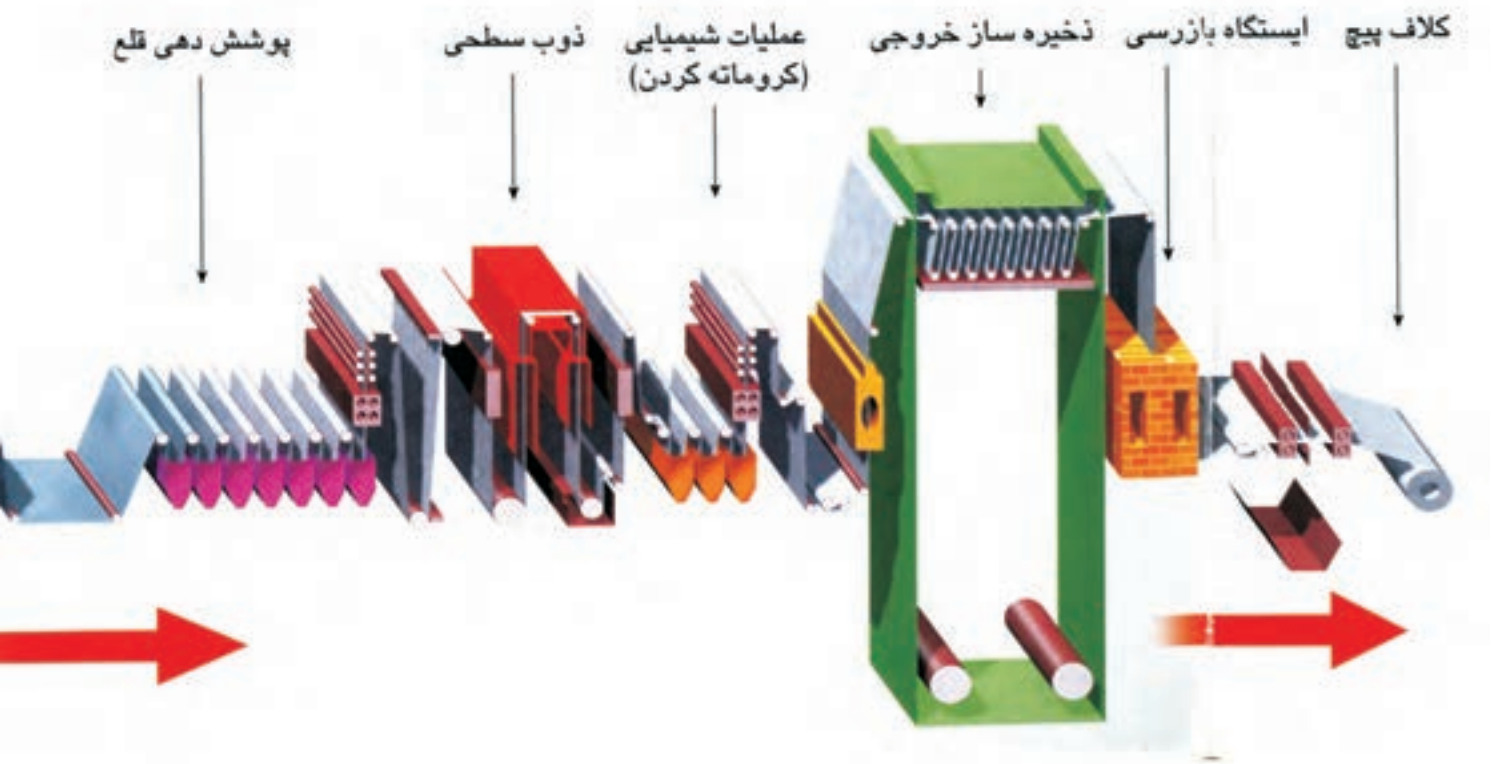
در پایـان این مرحله وپس از شستشـوی ورق با آب وخشـک شـدن با هوای گرم عمل روغن زنی به روش الکترواستاتیک به منظور محافظت ورق از آسیب‌های هنگام بسـته‌بندی وحمل ونقل در حد لایه بسـیار نازکی بر روی هر دو سـطح ورق صورت می گیـرد. برای تداوم عملیات قلع‌اندود در هر دو قسـمت ورودی وخروجی خط برج ذخیره کننده ورق در نظر گرفته شـده است. محصولات این خط به صورت کلاف یا ورق به بازار مصرف عرضه می گردد.

در شـکل (۱-۳۸) خط تولید پوشـش‌دهی قلع‌اندود را به صورت شـماتیک نشـان می‌دهد.

در شکل (۱-۳۹) لایه‌های مختلف ورق‌های قلع‌اندود را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۹

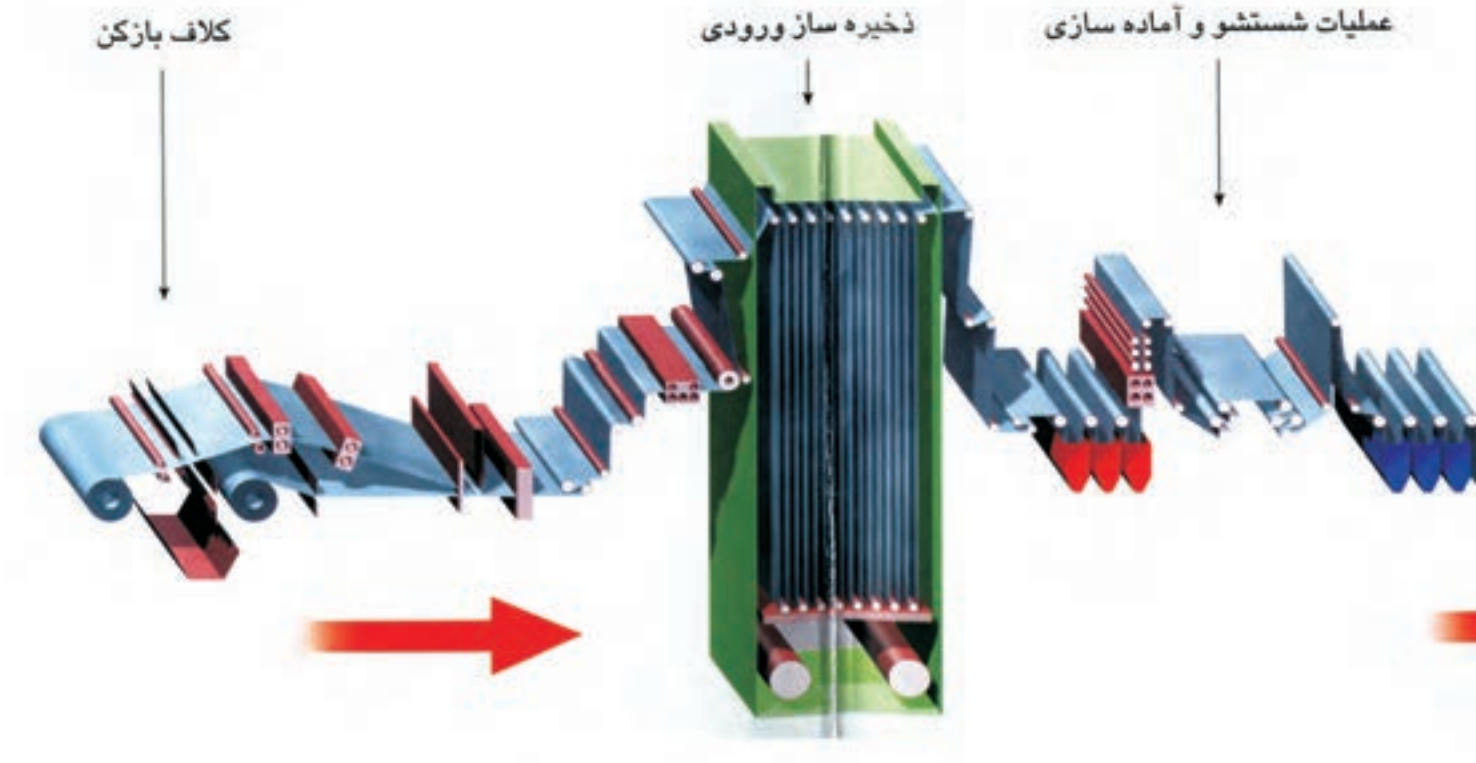


شکل ۱-۳۸ خط تولید ورق قلع‌اندود

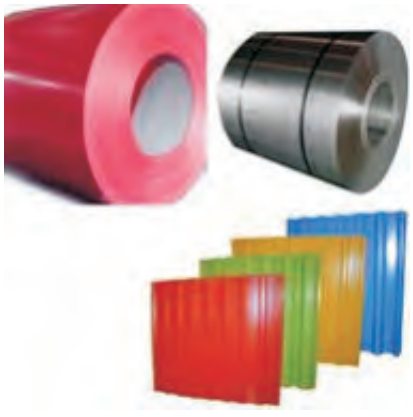
درجدول (۱-۳) مشـــخصات تولیدی ورق‌های قلع‌اندود شرکت فولاد مبارکه اصفهان را مشاهده می کنید.

جدول ۱-۳

ظرفیت تولید	۱۰۳۰۰۰ تن در سال
ضخامت ورق	۰/۱۸ تا ۰/۴ میلی‌متر
عرض ورق (کلاف)	۶۰۰ تا ۱۰۳۰ میلی‌متر
عرض ورق (بسته)	۶۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر
قطر داخلی کلاف	۴۲۰ میلی‌متر
قطر خارجی کلاف	حداکثر ۲۰۰۰ میلی‌متر
وزن کلاف	متناسب با عرض کلاف ۲ تا ۱۶ تن
وزن بسته ورق	۱ تا ۲ تن
وزن پوشش قلع (یک سطح ورق)	۲/۸ تا ۱۵/۲ گرم بر متر مربع
لایه روغن	۴ تا ۸ میلی گرم بر متر مربع
لایه خنثی	۱ تا ۸ میلی گرم بر متر مربع



شکل ۱-۴۰

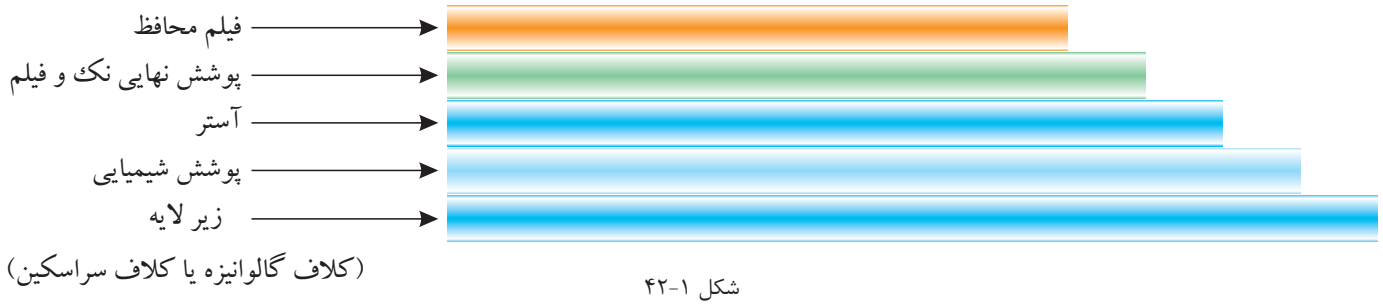


شکل ۱-۴۱

۱-۵-۳ ورق‌های رنگی

خـط تولید ورق رنگی مجتمع فولاد مبارکه اصفهـان در امتداد خط گالوانیزه واقع می‌باشد وبه صورت خط پوشش‌دهی غلتکی طراحی گردیده است. از مزایای این خط سرعت بالا مصرف رنگ کم وسازگاری با محیط زیست می‌باشد. در این روش کلاف گالوانیزه یا کلاف نورد سـرد اسکین شده به صورت پیوسـته وارد بخش آماده‌سازی ورق می‌شـود و طـی مراحل مختلف تولیـد به بازار عرضه می گردد.(شـکل ۴۰-۱ و ۴۱-۱)

در شکل (۱-۴۲) لایه‌های تشکیل دهنده ورق‌های رنگی را مشاهده می کنید.



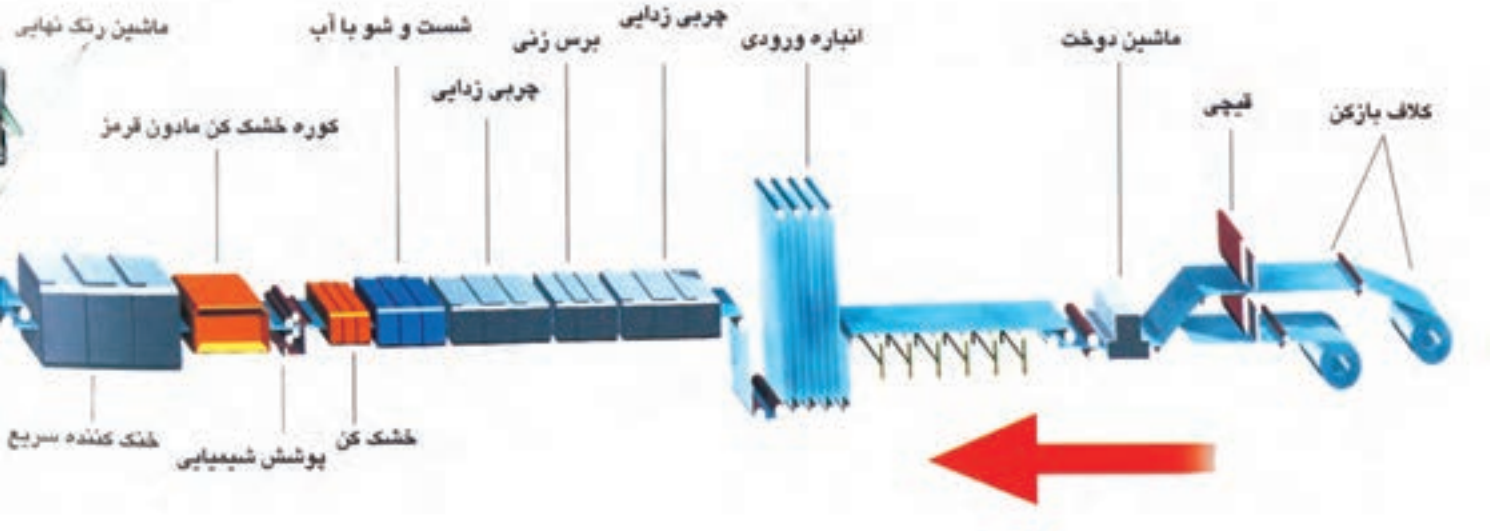
شکل ۱-۴۲

در شکل (۱-۴۳) مراحل خط تولید ورق‌های رنگی را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.

کاربرد ورق‌های رنگی

عمده کاربرد ورق‌های رنگی در صنایع زیر می‌باشد.

صنایع ساختمانی، سقف وبدنه انبارها و کارگاه‌ها، سقف کاذب، نمای داخلی وخارجی ساختمان‌ها، لوازم خانگی، بدنه خارجی یخچال، آبگرمکن، اجاق گاز، ماشین لباسشوئی، صنایع فلزی، کابینت، تجهیزات اداری، پارتیشن، بدنه کامپیوتر، تابلوهای برق، سیستم‌های تهویه، صنعت حمل ونقل، ساخت کانتینر، سردخانه‌ها و کاروان‌های ثابت ومتحرک و...



شکل ۱-۴۳ خط تولید ورق رنگی

ارزشیابی فصل اول

۱- چند نمونه از کاربرد نیم ساخته‌های فلزی را در صنایع مختلف نام ببرید.

۲- تقسیم بندی ورق‌های فلزی را از نظر ضخامت بنویسید.

۳- طرز تهیه ورق‌های فلزی ضخیم، متوسط ونازک را بنویسید.

۴- در اثر عمل نورد کاری چه تغییری در ساختار فلز بوجود می‌آید.

۵- طرز تهیه ورق‌های گالوانیزه را شرح دهید.

۶- برخی از کاربردهای ورق‌های گالوانیزه را بنویسید.

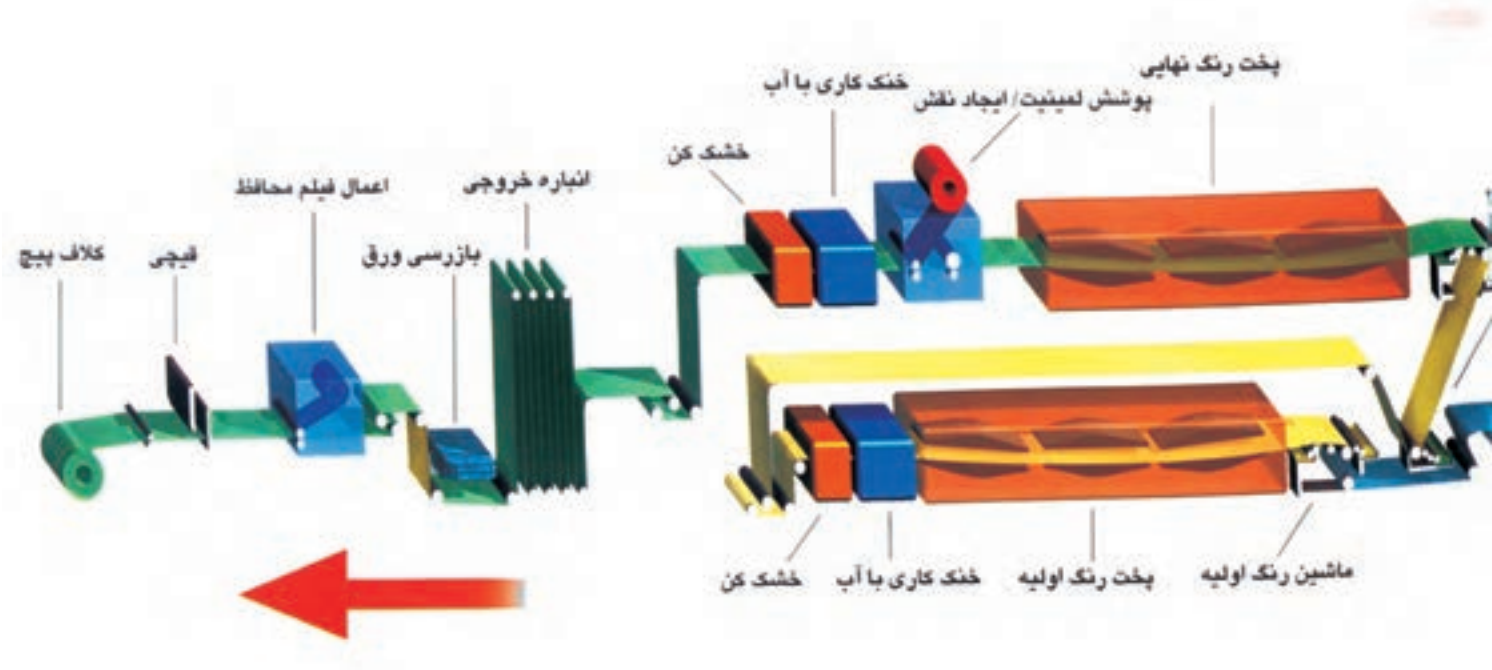
۷- طرز تهیه ورق‌های قلع اندود را شرح دهید.

۸- برخی از کاربردهای ورق‌های قلع اندود را نام ببرید.

۹- طرز تهیه ورق‌های رنگی راشرح دهید.

۱۰- برخی از کاربردهای ورق‌های رنگی رانام ببرید.

۱۱- لایه‌های مختلف تشگیل دهنده ورق‌های رنگی را با رسم شکل توضیح دهید.



۱۲- کدام گزینه جز تقسیم بندی استاندار DIN در خصوص ضخامت ورق های فلزی نمی باشد؟

الف- وررق های نازک　　ب- ورق های متوسط

ج- ورق های ضخیم　　د- ورق های خیلی ضخیم

۱۳- هدف از عمل نرمالیزه کردن در تولید ورق های فولادی کدام گزینه می باشد؟

الف- پیرسختی　　ب- سخت کردن

ج- برگشت دادن از سختی　　د- آماده سازی جهت تغییر شکل

۱۴- در نوردکاری گرم، خنک کاری غلتک ها توسط کدام یک از موارد زیر انجام می شود؟

الف- آب صابون　　ب- روغن

ج- هوای فشرده　　د- پاشیدن آب

۱۵- اثر بیش از حد نیروی کشش در عمل نوردکاری کدام است؟

الف - پاره گی فلز　　ب- سرعت عمل نوردکاری

ج- سختی بیش از حد　　د- تغییر شکل بیش از حد لازم

فصل دوم

برشکاری در صنعت ورق‌کاری

هدف‌های رفتاری

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- روش‌های برشکاری را طبقه‌بندی کند.

۲- قلم‌کاری را تعریف کرده وانواع قلم را نام ببرد

۳- اصول قیچیکاری را بیان کند.

۴- انواع قیچی‌ها را را طبقه‌بندی کند.

۵- کاربرد قیچی‌های نیبلر رابیان کند.

۶- کاربرد قیچی‌های گیوتین را بیان کند.

۲

۲- برشکاری

در صنعت یکی از اساسی‌ترین عملیات تولید برشکاری می‌باشد. با آگاهی از اصول برشـکاری واسـتفاده از روش‌های مختلف آن می‌توان در فرآیند تولید قطعات را در ابعاد گوناگون برشکاری نموده ومورد استفاده قرار داد. جدا کردن قطعات از یکدیگر را برش کاری گویند.

۲-۱ روش‌های برشکاری

روش‌های برشکاری به دو گروه عمده تقسیم می‌شود:

الف) برشکاری حرارتی:

برشکاری حرارتی را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود:

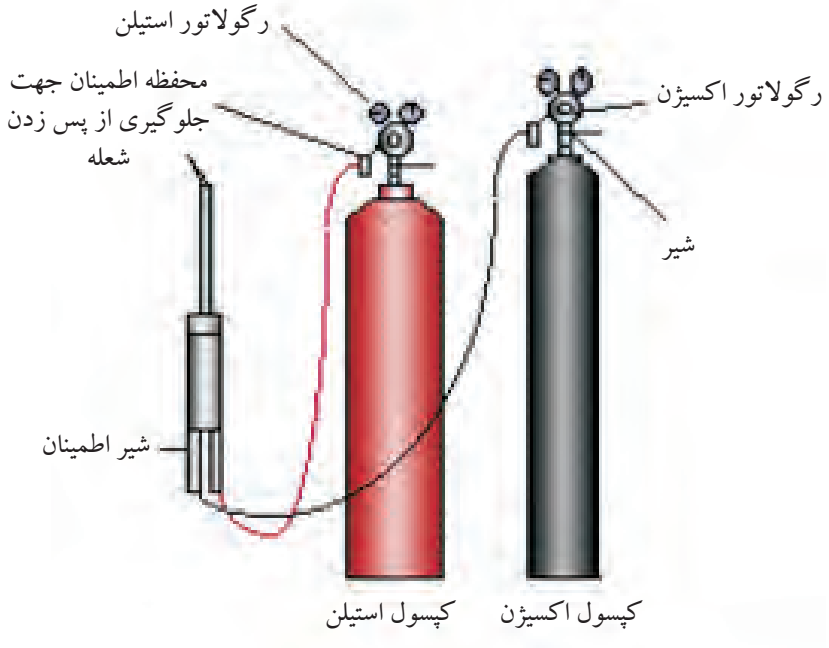
۱ـ برشکاری با گاز (شعله)

۲ـ برشکاری با قوس الکتریکی

۳ـ برشکاری با اشعه

۱ـ برشـکاری با گاز (شـعله گاز): در این فرآیند برشـکاری از اختلاط دو نوع گاز اسـتفاده می‌شـود تا ازدمای حاصل از سـوختن آن‌ها قطعات را ذوب و اقدام به عمل برشـکاری نمود. فرآیند شامل یک گاز سـوختنی مانند اسیتلن، هیدروژن ویا پروپان واختلاط آن با اکسـیژن دمایی حاصل می‌شـود که ورق‌های فولادی را به راحتی وبا کیفیت عالی برش می‌دهد. با توجه به ترکیب نوع گاز سـوختنی با اکسـیژن (اکسـی) نام فرآیند مشـخص می‌گردد. متداول‌ترین روش برشکاری گاز ترکیب گاز اکسیژن با گاز اسـتیلن می‌باشد که برشـکاری اُکسی استیلن نامیده می‌شـود. دمای حاصل از

سوختن این دو گاز به حدود ۳۲۰۰ درجه سانتی گراد می‌رسد. از این فرآیند برای برشکاری ورقه‌های فولادی استفاده می‌شود. با افزایش درصد کربن در فولادها کیفیت برشکاری کاهش می‌یابد. تجهیزات این فرآیند شامل کپسول‌های اکسیژن واسیتلن، مشعل برشکاری، ریگلاتورهای اکسیژن واسیتلن، وشیلنگ‌های اکسیژن واسیتلن می‌باشد. این فرآیند به صورت دستی، ویا ماشینی به کاربرده می‌شود. در درس تکنولوژی جوش گاز با این فرآیند بیش‌تر آشنا خواهید شد. در شکل‌های (۲-۱) تا (۲-۳) تجهیزات و انواع برشکاری گاز را مشاهده می کنید.

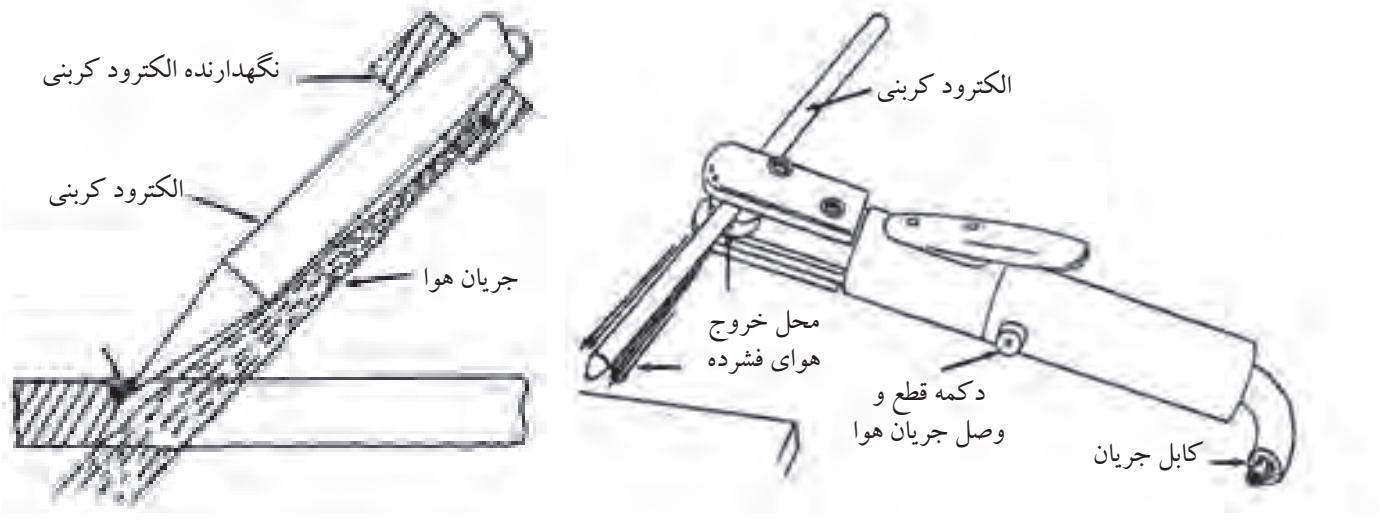


شکل ۲-۱ تجهیزات برش اُکسی استیلن دستی

شکل ۲-۲ برشکاری دستی

شکل ۲-۳ برشکاری ماشینی

۲ـ برشـکاری با قوس الکتریکی: در فرآیندهای برشـکاری به وسیله قوس الکتریکی ازخاصیـت جریان الکتریکی اسـتفاده کـرده وبا اسـتفاده از انـرژی گرمائی حاصله می‌تـوان ورقه‌های فلزی مختلف را برشـکاری نمود. روش‌های متداول برشـکاری با قوس الکتریکی شـامل برشکاری با الکترود دسـتی، برشکاری به وسیله قوس پلاسما وگوجینگ را نام برد از فرآیند گوجینگ برای تعمیرات در قطعات جوشـکاری شده استفاده شده وعیوب به وجود آمده در حین فرآیند تولید را با ایجاد شیار در قطعه رفع می‌نمایند. (شکل ۲-۴)



شکل ۲-۴ فرآیند گوجینگ

شکل ۲-۵ برشکاری با الکترود دستی

برشـکاری با الکتـرود روپـوش‌دار: در ایـن روش برشـکاری از الکترودهای روپوش‌دار برای برش قطعات اسـتفاده می‌شـود. شـکل ظاهری این الکترودها همانند الکترودهای جوشکاری می‌باشد. ولی در روپوش آن‌ها از موادی که اصطلاحاً مواد پر فشـار می‌گویند اسـتفاده می‌شـود که می‌تواند در آمپرهای پایین عمل برشـکاری را انجام دهد. (شکل ۲-۵)

برشـــکاری به وسیله قوس پلاسما: این روش برشکاری قوسی امروزه کاربرد وسیعی در صنایع پیدا نموده اســـت ودر آن از یونیزه کردن وشکستن مولکول‌های گاز استفاده نمـــوده واز دمای حاصله می‌توان قطعات با جنس‌های مختلف را برشـــکاری نمود. از گازهای آرگون، هیدروژن، نیتروژن، اکســـیژن ویا ترکیـــب آن‌ها با یکدیگر به عنوان گاز پلاسما استفاده می‌شود. (شکل ۲-۶)

شکل ۲-۶ برش‌های با قوس پلاسما

برشـــکاری با اشعه: متداول‌ترین روش برشکاری با اشعه برشکاری لیزر می‌باشد. در این روش از تمرکز بالای انرژی در یک نقطعه استفاده کرده ومی‌توان با دقت وسرعت بالا قطعات را برشکاری نمود. (شکل ۲-۷)

شکل ۲-۷

در جدول (۲-۱) مورد استفاده وکاربرد روش‌های مختلف برشکاری حرارتی برای مقایسه با یکدیگر برای جنس‌های متفاوت فلزی آورده شده است.

جدول ۲-۱

مواد	برشکاری با گاز	برشکاری پلاسما	برشکاری لیزر
فولاد کم کربن وکم آلیاژ	۵۰۰ میلی‌متر	تا ۱۵۰۰ میلی‌متر	تا ۱۵ میلی‌متر
فولاد زنگ نزن	قابل برشکاری نیست	تا ۱۲۵ میلی‌متر	۱۵ میلی‌متر
آلومینیوم	قابل برشکاری نیست	تا ۱۰۰ میلی‌متر	تا ۶ میلی‌متر
مس	قابل برشکاری نیست	تا ۲۰ میلی‌متر	قابل برشکاری نیست
مواد غیر فلزی	قابل برشکاری نیست	قابل برشکاری نیست	تا ۳۰ میلی‌متر

۲-۱-۲ برشکاری مکانیکی:

برشکاری مکانیکی شامل دو گروه اصلی می‌باشد:

۱ـ برشکاری به روش براده‌بردای شامل انواع اره‌ها، قلم‌کاری و ماشین‌کاری می‌باشد.

۲ـ برشکاری به روش بدون براده‌برداری، این روش شامل انواع قیچی‌ها، گیوتین‌ها و پرس‌ها می‌باشد.

۱) برشکاری با روش براده‌برداری:

الف. برشکاری با انواع اره‌ها: از انواع اره‌ها برای برش قطعات در صنایع مختلف استفاده می‌شود. در صنایع فلزی متداول‌ترین اره‌های مورد استفاده شامل اره دستی، اره لنگ، اره آتشی، اره دیسکی، اره صابونی، اره نواری در شکل‌های (۲-۸) تا (۲-۱۴) انواع مختلف اره‌ها را مشاهده می‌کنید.

شکل ۲-۸ برش با اره

شکل ۲-۹ اره دستی

شکل ۲-۱۰ اره لنگ

شکل ۲-۱۱ اره نواری

شکل ۲-۱۲ اره آب‌صابونی

شکل ۲-۱۳ اره دیسکی

شکل ۲-۱۴ اره آتشی

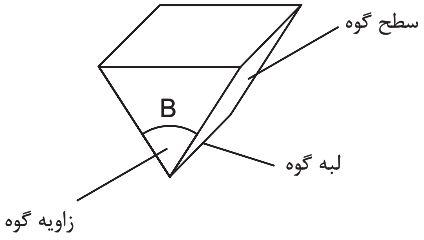
ب- ماشینکاری

به وسیله ماشینکاری در صنعت می‌توان عمل برشکاری روی قطعات را انجام داد از ماشین‌های افزار مانند دستگاه تراش، فرز، ویا صفحه تراش برای برشکاری استفاده می‌شود. (شکل ۲-۱۵)

شکل ۲-۱۵ برش به وسیله‌ی ماشینکاری

ج- قلم کاری

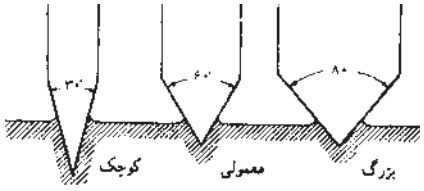
در صنعت برای ایجاد تغیر فرم در قطعات جهت براده‌برداری از وسایلی به نام قلم استفاده می‌شود. این وسیله به منظور قطع کردن ویا ایجاد تغیر فرم در قطعات استفاده می‌گردد. لبه این‌گونه وسایل را برای صرفه‌جویی در نیرو وسهولت عمل بشکل گوه می‌سازند. گوه یکی از ابتدائی‌ترین ابزارهایی است که بشر اختراع نموده است، گوه از دو سطح شیب‌دار متصل به هم تشکیل شده است. (شکل ۲-۱۶)



شکل ۲-۱۶

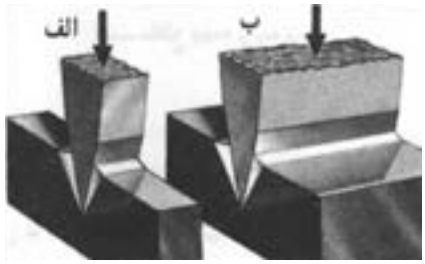
زاویه بین دو سطح گوه را زاویه گوه ومحل تلاقی آن‌ها را سطح برنده گویند.

– سؤال : اگر دو گوه یکی با زاویه کوچک ودیگری با زاویه بزرگ‌تر را انتخاب کرده وبخواهیم با نیروی معینی آن‌ها را در یک قطعه چوب وارد نمائیم فکر می‌کنید کدام یک راحت تر انجام می‌شود؟ (شکل ۲-۱۷)



شکل ۲-۱۷ شکل نفوذ گوه در چوب

در صورتی که بخواهیم همین عمل را برای بریدن یک قطعه فولادی انجام دهیم به نیروی بیش‌تری نیاز خواهیم داشت وهمچنین گوه با زاویه کوچک‌تر توان تحمل نیروی خارجی زیاد را نداشته و امکان دارد که لبه برنده آن کج شده یا بشکند برای جلوگیری از این عمل گوه با زاویه بزرگ‌تر می‌تواند مناسب بوده و نیروی لازم جهت بریدن قطعه فولادی را به خوبی تحمل نماید. لذا برای بریدن وبراده‌برداری باید زاویه گوه را طوری انتخاب نمود که علاوه برتحمل نیروی برش از نظر صرفه‌جویی در مقدار نیرو وسهولت عمل نیز مناسب باشد. (شکل ۲-۱۸)



شکل ۲-۱۸ شکل نفوذ گوه در فولاد

بدیهی است که جنس گوه بایستی همیشه سخت تر از جنس کار باشد. شکل (۲-۱۹) مورد استفاده گوه را در بعضی از ابزارهای براده‌برداری نشان می‌دهد.

شکل ۲-۱۹ بعضی وسایل برنده که در آن‌ها گوه به کار رفته است
(مته، اره، قلم، قیچی و...)

زوایـــای براده‌برداری، علاوه بر زاویه گوه زوایای دیگـــری نیز در براده برداری نقش دارند این زوایا را در شکل (۲-۲۰) مشاهده می‌نمائید.

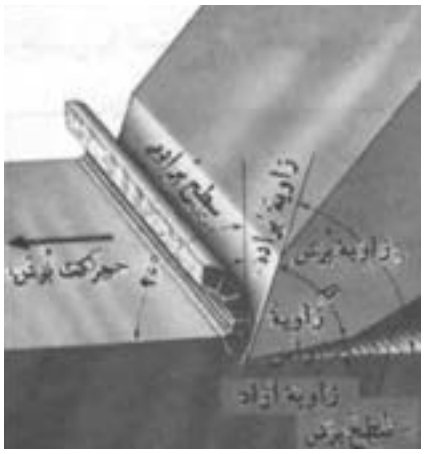
زاویه گوه، β (بتا)، زاویه بین دو سطح شیب‌دار را زاویه گوه گویند.

زاویه براده، γ (گاما)، زاویه بین ســطح براده (ســطحی که بــراده روی آن حرکت می‌کند) وصفحه عمود بر سطح کار را زاویه براده نامند.

زاویه آزاد، α (آلفا)، زاویه بین ســطح آزاد گوه وســطح براده‌برداری شــده را زاویه آزاد گویند در شکل (۲-۲۰) این زوایا را مشاهده می‌کنید.

زاویه برش δ (دلتا)، مجموع زوایای آزاد وگوه را زاویه برش گویند.

$$\delta = \beta + \alpha$$

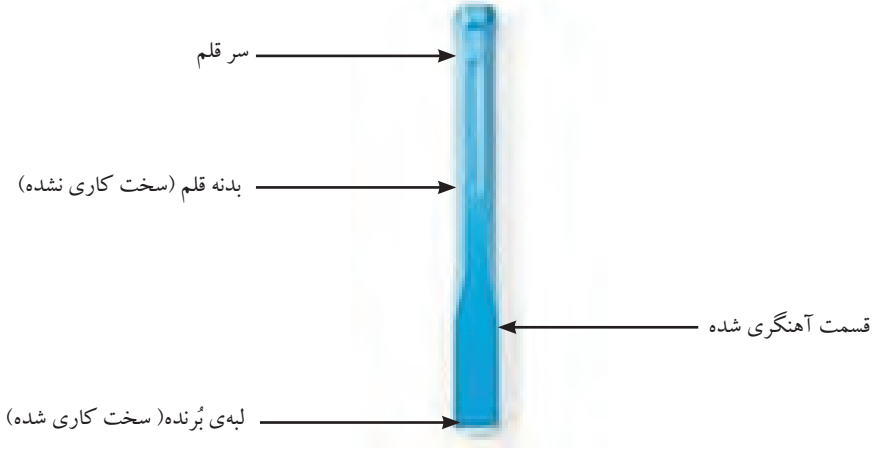


$$\gamma + \beta + \alpha = ۹۰$$

شکل ۲-۲۰

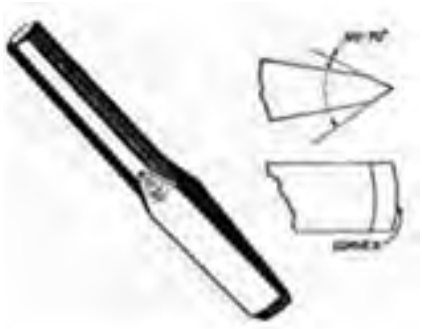
این زاویه در اکـثر وسایل براده‌برداری کوچک‌تر از ۹۰ درجه بوده ولی در شابر زدن همیشه بزرگ‌تر از ۹۰ درجه می‌باشد.

با وسیله قلم‌کاری می‌توان کارهایی مثل بریدن (قطع کردن)، پراندن سر میخ پرچ‌ها، براده‌برداری از ســطح کار یا ایجاد شــیار و تمیز کاری درزهای جوشــکاری وقطعات ریخته‌گری شــده انجام داد.ابزاری که برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد قلم نام داشــته و نیروی لازم برای قلم‌کاری دستی را معمولاً به وسیله ضربات چکش تأمین می‌کنند. قلم از سه قسمت اصلی لبه برنده – بدنه وسرتشکیل شده است. (شکل ۲-۲۱)



شکل ۲-۲۱

شکل ۲-۲۲



شکل ۲-۲۳

جنس قلم‌هارا بر حسب نوع کار از فولادهای ابزار ساخته وبرای استحکام لبه آن‌ها را که به شکل گوه می‌باشد آبداده وسپس تیز می‌کنند. برای جلوگیری از شکنندگی وتحمل بهتر ضربات چکش بدنه قلم را سخت کاری نکرده تا نرم باقی بمانند. برای قلم‌کاری روی قطعات سخت از قلم‌هائی از جنس فولادهای آلیاژی استفاده می‌کنند.

عمل برش در قلم‌کاری به کمک نفوذ گوه بدین ترتیب انجام می‌شود که در اثر فرو بردن آن در قطعه ابتدا دو سطح تماس آن تحت تأثیر نیروی جدایشی که در اثر ضربات چکش به وجود می‌آید مواد قطعه کار را در دو طرف به هم فشرده واز یکدیگر دور می‌کند این عمل تا جائی ادامه پیدا می‌کند که سطح باقی مانده تحمل نیروی جدایش را نداشته وشکست حاصل می‌گردد. (شکل ۲-۲۲)

زاویه گوه در قلم‌ها بر حسب مورد استفاده وجنس کار انتخاب می‌گردد. (شکل ۲-۲۳)

در جدول (۲-۲) مقدار زاویه گوه برای برخی مواد آورده شده است.

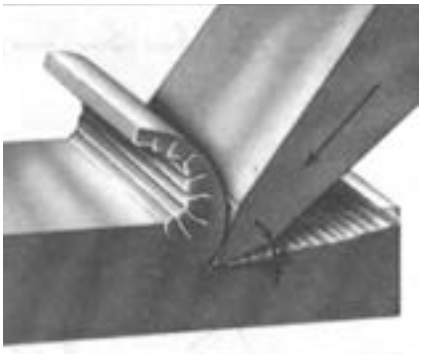
جدول ۲-۲ مقدار زاویه‌ی گوه در قلم‌کاری بر حسب درجه

جنس کار	زاویه گوه β	نوع قلم	زاویه گوه β
قطعات سخت مانند چدن، فولاد، ابزارسازی	۶۰تا۷۰	قلم آهنگری سرد بر	۶۰ تا ۷۰
قطعات با سختی متوسط مانند برنز، برنج، فولاد ساختمانی	۵۰تا۷۰	قلم تخت، قلم ناخنی، قلم شیار	۴۰ تا ۷۰
قطعات نرم مانند روی، مس،آلومینیوم	۲۰تا۴۰	قلم آهنگری گرم بر	۲۰تا۵۰

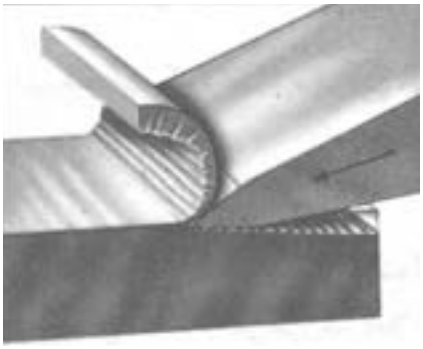
در عمل قلم‌کاری، زاویه قلم را برحسب نوع کار انتخاب می کنند. اگر قلم را به صورت عمود بر روی کار قرار دهیم باعث قطع شدن قطعه کار ودر صورتی‌که مایل نگه داشته شود از روی سطح براده‌برداری خواهد نمود. (شکل ۲-۲۴)

شکل ۲-۲۴
شکل براده‌برداری و قطع جسم توسط قلم

در براده‌برداری به وسیله قلم زاویه نگهداشتن قلم بسیار مهم بوده ونقش اساسی دارد درصورت بزرگ بودن این زاویه باعث کوچک شدن زاویه براده شده ودر نتیجه قلم در حین کار به سمت پائین هدایت شده ودر کار فرو می‌رود. (شکل ۲-۲۵) ودر صورت کوچک بودن آن باعث کم شدن ضخامت براده ودر نتیجه بیرون آمدن لبه برنده از کار خواهد شد. (۲-۲۶)



شکل ۲-۲۵



شکل ۲-۲۶

انواع قلم (شکل ۲-۲۷)

شکل ۲-۲۷

قلم‌های دستی برحسب مورد استفاده به فرمهای مختلفی ساخته می‌شوند نمونه‌هایی از آن‌ها در جدول زیر آورده شده است. علاوه بر قلم‌های دستی قلم‌های ما شینی نیز وجود دارد که برای قلم‌کاری آن‌ها را به چکش‌های ماشینی می بندند.

نکاتی که در قلم‌کاری می‌بایست مورد توجه قرار گیرد:

۱. قبل از شروع به کار وسیله مناسبی برای بستن قطعه کار انتخاب نمائید.

۲. برای هر کاری از قلم مناسب استفاده نمائید.

۳. قبل از شروع به کار از مناسب بودن زاویه قلم اطمینان حاصل کنید.

۴. در هنگام قطع کردن قطعات به وسیله قلم دراواخر کار برای جلوگیری از پرتاب قطعات جدا شده ضربات چکش را آهسته تر وارد نمائید.

۵. در هنگام کار به طور حتم از عینک محافظ استفاده نمائید.

۶. پلیسه سر قلم را به موقع بر طرف کنید.

۷. در کارگاه هایی که در آن‌ها ایجاد جرقه باعث انفجار می‌شود از قلم‌هائی که در اثر ضربه تولید جرقه نمی‌کنند استفاده نمائید این نوع قلم‌ها معمولاً از آلیاژهای برنز بریلیم ساخته می‌شود.

جدول ۲-۳

نوع قلم دستی	کاربرد
قلم تخت	براده‌برداری از سطوح، قطع کردن، تمیز کردن قطعات ریخته‌گری وزنگ‌زده ومحل‌های جوشکاری
قلم ناخنی	در آوردن شیارهای باریک در قطعات
قلم شیار	در آوردن شیار داخل سطوح منحنی وشیارهای روغن یاتاقان‌ها
قلم میان بر	قطع کردن فاصله بین سوراخ‌ها
قلم لب پران	قطع کردن لبه‌های اضافی وپراندن سر میخ پرچ‌ها

۲) برشکاری بدون براده‌برداری:

شکل ۲-۲۸

در این روش برشکاری از انواع قیچی‌ها، گیوتین‌ها ویا پرس‌ها استفاده می‌شود. در برش ورق‌های فلزی از سه روش صاف ومستقیم، گِرد بُری و مرکب استفاده می‌شود. هر یک از این روش‌ها را می‌توان برای بریدن یک یا تعدادی قطعه یکسان ومشابه به کار برد. برش‌های صاف ومستقم را با استفاده از قیچی‌های اهرمی، قیچی‌های دارای تیغه مورب، قیچی‌های با تیغه مدور گردان ونیز قلم سنبه‌زنی وحدیده‌کاری انجام می‌دهند. با این روش می‌توان ورق فلز را در امتداد مستقیم وبه شکل‌های چهار گوش مربع، مستطیل، متوازی الاضلاع، برش داد. در شکل (۲-۲۸) یک نمونه از قیچی‌های گیوتینی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۲-۲۹

برش‌های منحنی بطور اصولی گردبری ها به وسیله قیچی‌های با تیغه گردان وانواع ارتعاشی انجام می‌پذیرد اشکالی مانند صفحات بیضی شکل و گرد.

روش مرکب برای برش وتهیه قطعاتی از ورق که دارای ضلعهای مستقیم ومنحنی با هم باشند به کار می‌رود در این روش بهترین وبا صرفه‌ترین روش استفاده از دستگاه‌های منگنه‌زنی در صورتی که تولید انبوه باشد، می‌باشد استفاده می شود. در شکل (۲-۲۹) یک نمونه از این دستگاه‌های پرس را مشاهده می‌کنید.

قیچی کاری

قیچی کاری یکی از روش‌های برشکاری مکانیکی می‌باشد از قیچی‌ها برای برش انواع ورق‌ها، میله‌هاوشمش‌ها استفاده می‌شود. ودر انواع دستی، اهرمی وقیچی‌های ماشینی طراحی وساخته می‌شود. شکل (۲-۳۰) یک نمونه از قیچی دستی و اهرمی ساده را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۳۰

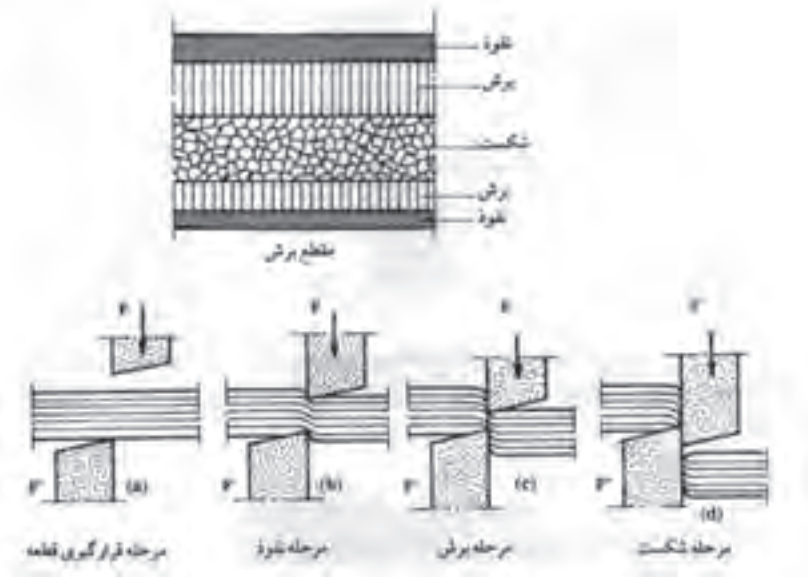
عمل برشکاری به وسیله قیچی در سه مرحله انجام می‌گیرد.

۱ـ نفوذ: در ابتدا لبه‌های تیغه‌های قیچی در کار نفوذ کرده وموجب فشردگی لایه‌های روی ورق از دو طرف می‌شود.

۲ـ برش: با افزایش نیرو تیغه‌ها عمل برش را آغاز می‌کنند. این عمل تا آنجا ادامه

پیدا می کند که قطعه در اثر افزایش نیرو مقاومت خود را از دست داده وموجب شکست سطح باقی مانده از ورق می‌شود.

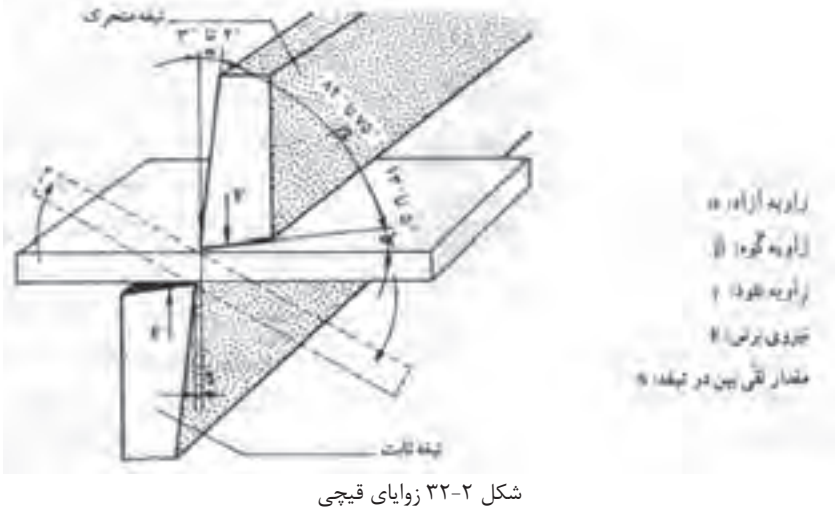
۳ـ شکســت: با افزایش نیــرو ونفوذ تیغه‌های قیچی در کار نیــرو به حدی افزایش می‌یابد که دیگر قطعه تحمل آن را نداشته موجب شکست می گردد. (شکل ۲-۳۱)



شکل ۲-۳۱ ضخامت مرحله برش بستگی به ضخامت و جنس ورق‌ها دارد

زوایای تیغه‌های قیچی

برای به دست آودن یک سطح برش خوب وتمیز تیغه‌های قیچی می‌بایست دارای زوایای مناسب وخوبی باشند. (شکل ۲-۳۲)



شکل ۲-۳۲ زوایای قیچی

لقّی بین تیغه‌ها

عــلاوه بر زاویه بــرش در قیچی‌ها عامل مهم دیگر میزان لقی در قیچی‌ها می‌باشــد. برای یک برش مناســب و کاهش نیروی برش واصطکاک بین دو تیغه می‌بایست فاصله مناسبی بین دو تیغه در نظر گرفت در اصطلاح این فاصله را لقی می‌نامند.

میزان لقّی بستگی به عواملی مانند جنس وضخامت قطعه کار دارد ومعمولاً آن را در حــدود ۰/۰۵ ضخامت قطعه کار در نظر می‌گیرند کم بودن میزان لقّی موجب افزایش اصطکاک بین تیغه‌ها شــده وممکن اســت در اثر اعمال نیرو باعث شکســت لبه بُرنده شود. از طرفی زیاد بودن لقی بین تیغه‌ها موجب برش ناصاف وایجاد پلیسه در لبه‌های قطعه می‌شــود. این امر در قطعات نازک باعث خم شدن وگیر کردن ورق بین دو تیغه می‌گردد. (شکل ۲-۳۳)

شکل ۲-۳۳

- قیچی‌های دستی

قیچی‌های دســتی برای بریــدن ورق فلزی و ایجاد وتعبیه حفره وســوراخ وبرش دادن وســاخت قطعات با شکل‌های نا منظم مورد اســتفاده قرار می‌گیرد. این قیچی‌ها از نظر شــکل وفرم در دو نوع لبه برش مســتقیم ویا با لبه برش مورب در طرح‌های راست بر وچپ بر طراحی وساخته می‌شود. (شکل ۲-۳۴)

شکل ۲-۳۴

با توجه به وضعیت قرار گرفتن تیغه فوقانی نســبت به تیغه تحتانی راست بر ویا چپ بر بودن آن مشخص می‌شود.قیچی‌های دستی برای برش ورق‌های فولادی تا ضخامت ۰/۷ وبــرای فلــزات غیر آهنی نرم تا ضخامــت ۱/۵ میلی‌متر به کار برده می‌شــود. این قیچی‌هــا را در اندازه‌هــای ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ میلی‌متر و پهنای (در حالت بســته بودن تیغه‌ها ودسته‌ها) به ترتیب ۴۰، ۵۰، ۵۵ میلی‌متر ساخته می‌شود. هر قیچی دستی از دو نیمه همسان تشکیل می‌شــود که تیغه‌های آن به وسیله پیچ یا پرچ به دسته‌ها متصل شده‌اند. تیغه‌ها از جنس فولاد پُر کربن ســاخته شده ومعمولاً به وسیله جوشکاری به دسته که از فولاد کم کربن می‌باشد، متصل می‌شود.

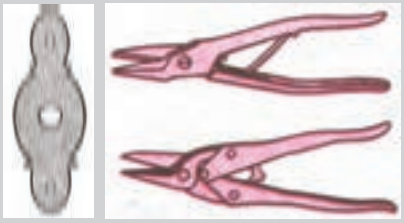
تیغه قیچی‌هارا به وســیله عملیات حرارتی آب داده وسخت می‌کنند. وسپس تحت زاویه ۷۰، ۷۵ درجه نســبت به ســطح برش ســنگ می زنند. در حالت بسته بودن لبه‌ها

تیغه‌های قیچی باید رویهم قرار گیرند. ودر مورد قیچی‌های دستی میزان رویهم افتادگی تیغه‌هـا در نوک قیچی نباید از ۲میلی‌متر بیش‌تر شـود.معمولاً دو نیمه تشـکیل دهنده قیچی به وسیله پیچ ومهره به یکدیگر متصل می‌شوند.

- انواع قیچی‌های دستی

قیچی‌های دسـتی از نظر سـاختمان وکار برد در انواع گوناگون می‌سازند. در جدول (۲-۴) انواع قیچی‌های دستی و کاربرد آن‌ها آورده شده است.

جدول ۲-۴

نام قیچی	شکل	مورد استفاده
مستقیم		برای بُرش‌های مستقیم و قوس‌دار که طول کوتاهی دارند
طویل بُر		برای برش‌های مستقیم و طویل
زاویه بُر		برای ایجاد بُرش در محل‌های زاویه‌دار که با قیچی مستقیم بریده نمی‌شوند
فُرم بُر		برای بُرش‌های فُرم‌دار
سوراخ بُر		برای بُرش‌های داخلی مستقیم و فرم‌دار
لوله بُر		برای قطع کردن و ایجاد برش در لوله‌های نازک

- قیچی‌های اهرمی

این نوع قیچی‌ها در انواع ساده اهرمی، اهرمی میز کاردار (وزنه‌ای) واهرمی اونیورسال (مرکب) طراحی وساخته می‌شود.

قیچـی اهرمی سـاده: این قیچی‌ها از یـک تیغهٔ ثابت ویک تیغهٔ متحرک تشـکیل شـده اسـت تیغهٔ متحرک در بالا وتیغهٔ ثابت در پایین قرار دارد از تیغه پایینی به عنوان تکیه‌گاه نیز استفاده می‌شود. تیغهٔ متحرک که وظیفهٔ برش را به عهده دارد توسط یک اهـرم دوبل حرکت می نماید. طـول تیغه‌های این قیچی ۱۵۰تـا ۳۰۰میلی‌متر طراحی وسـاخته می‌شـود. این نوع قیچی ورق‌ها تا ضخامت ۵ میلی‌متر مناسـب می‌باشد. این قیچی‌ها معمولاً در روی میز کار وبه وسیله پیچ ومهره نصب می‌شود.این قیچی‌ها برای بریدن ورق‌ها وتسـمه های تخت مناسب بوده وهرگز نباید از آن‌ها برای برش مفتولها وشـمش‌های فرم دار اسـتفاده نمود. بـرای قطع نمودن مفتول با قطـر کم در بدنه این قیچی‌ها سـوراخ کوچکی در نظر گرفته شده است. برای نگه داشتن ورق در وضعیت تعادل ضامن نگهداری در بدنه قیچی طراحی شده است. (شکل ۲-۳۵)

شکل ۲-۳۵

- قیچی اهرمی اونیورسال

این نوع قیچی‌ها علاوه بر برش ورق‌ها دارای قالب‌ها وتیغه‌های دیگری می‌باشـند. کـه می‌تـوان از آن‌ها برای برش شـمش‌ها ومیله گردها وهمچنین برشـکاری فاق در نبشـی‌ها به کاربرد.ایـن قیچی‌ها برای برشـکاری ورق‌های بیش‌تـر از ۵ میلی‌متر نیز کاربرد دارد برای افزایش نیرو در این قیچی‌ها علاوه بر اهرم از چرخ دنده نیز استفاده می‌شود. (شکل ۲-۳۶)

شکل ۲-۳۶

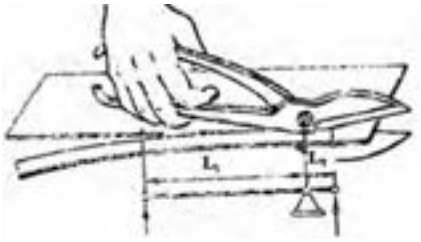
- قیچی اهرمی میز کاردار (وزنه‌ای)

ایـن نوع قیچی بـرای بریدن ورق فلزی به صفحات ونوارهـا در اندازه‌های مختلف به کار برده می‌شـود. قیچی دارای تکیه‌گاه قابل تنظیم بـوده واین امکان را می‌دهد تا صفحـات و نوارهای فلزی را با عرض مسـاوی در هر مرحله از کار برش داد. این نوع قیچی‌ها برای برشکاری ورق‌ها با ضخامت ۱/۵تا۲/۵ میلی‌متر مناسب می‌باشند.

شکل ۲-۳۷ قیچی اهرمی میز کاردار

این نوع قیچی‌ها دارای ساختمان ساده‌ای بوده ولی کار با آن‌ها نیاز به مهارت ودقت زیاد می‌باشد. کم دقتی در هنگام کار ممکن است به انگشتان دست برشکار آسیب برساند. بدنه این قیچی‌ها را معمولاً از چدن می‌سازند. تیغه تحتانی ثابت این قیچی‌ها که بر روی میز کار قیچی ثابت می‌شود و تیغه متحرک به صورت قوس‌دار بوده وقوس آن به شکلی می‌باشد که در تمام طول کار زاویه آن ثابت بماند. در انتهای تیغه متحرک آن وزنه خنثی کننده متصل شده است. (شکل ۲-۳۷)

محاسبه نیروی برش در قیچی‌های دستی واهرمی



شکل ۲-۳۸

با قیچی‌های دستی ورق‌های فلزی تا ضخامت ۱/۵ میلی‌متر را می‌توان برید. به منظور تعیین نیروی برش در قیچی کاری قانون اهرم‌ها به کار می‌رود. در اهرم‌ها از شرایط تعادل استفاده می‌شود یعنی هر گاه مجموع گشتاورهای یک سوی اهرم تا تکیه‌گاه با گشتاور های سوی دیگر تا تکیه‌گاه برابر باشد.اهرم به حالت تعادل در خواهد آمد، این اصل در شکل (۲-۳۸) نشان داده شده است.

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$$

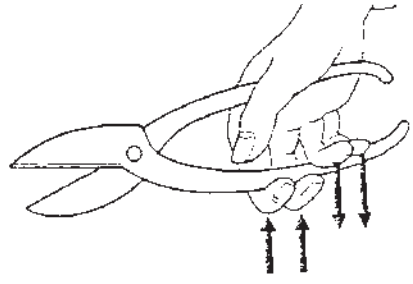
F_1 = نیروی محرکه

F_2 = نیروی مقاوم

L_1 = طول بازوی محرک

L_2 = طول بازوی مقاوم

واحد F_1 و F_2 بر حسب N است



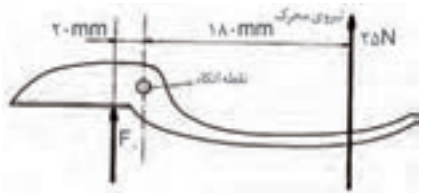
شکل ۲-۳۹

با توجه به اصل بالا می‌توان گفت هر چه طول دسته قیچی بیش‌تر باشد. نیروی کم‌تری برای برش ورق به کار می‌رود نیروی لازم توسط انگشتان دست به اهرم قیچی وارد می‌شود شکل (۲-۳۹) ودر مجموع برآیند آن‌ها (انگشتان واهرم قیچی) نیروی وارد به دسته قیچی محسوب می‌شود.

در دهانــه قیچی نیز هر چه فاصله ورق تا تکیه‌گاه کم‌تر باشــد. نیروی وارد بر ورق افزایش می‌یابد وعمل برش زودتر انجام می‌شود.

مثال:

در شکل (۲-۴۰) در صورتی که فاصله ورق تا تکیه‌گاه ۲۰ میلی‌متر باشد نیروی وارد بر آن (F_1) را حساب کنید.



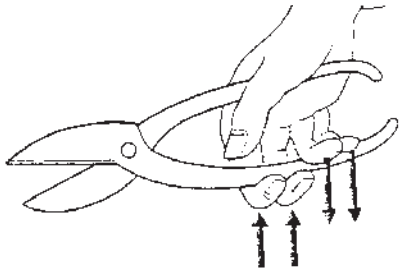
شکل ۲-۴۰

پاسخ:

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$$
$$F_1 \times ۲۰ = ۲۵ \times ۱۸۰$$
$$F_1 = \frac{۲۵ \times ۱۸۰}{۲۰} = ۲۲۵N$$

مثال:

در شــکل (۲-۴۱) اگر فاصله ورق تا تکیه‌گاه ۶۰ میلی‌متر باشــد. نیروی وارد بر آن (F_2) را حساب کنید.

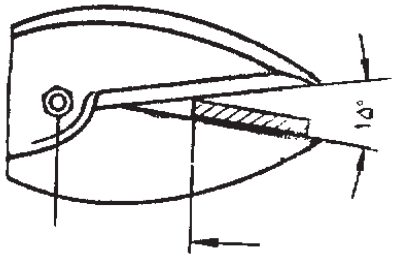

شکل ۲-۴۱

پاسخ:

$$F_2 \times L_2 = F_1 \times L_1$$
$$F_2 \times ۶۰ = ۲۵ \times ۱۸۰$$
$$F_2 = \frac{۲۵ \times ۱۸۰}{۶۰} = ۷۵N$$

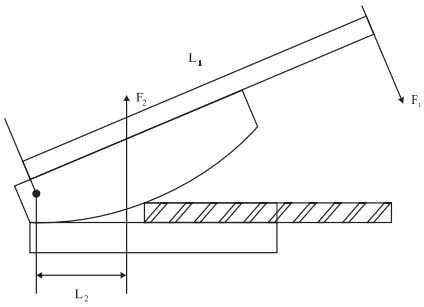
با توجه به دو مثال بالا نتیجه می‌گیریم: اگر با نیروی ثابتی اقدام به بریدن ورق کنیم هــر چه فاصله آن تا تکیه‌گاه کم‌تر باشــد. نیروی وارد افزایش می‌یابد و کار راحت تر انجام می‌شود ولی در عمل دیده شده است که اگر ورق خیلی به تکیه‌گاه نزدیک شود عمل برش انجام نمی‌شود و ورق به جلو رانده می‌شود.

تیغه‌های قیچی هنگامی که شــروع به بریدن ورق می‌کنند دارای زاویه‌ای هستند که به آن زاویه برش قیچی می‌گویند ومیزان آن در قیچی‌های دستی حدود ۱۵ درجه است. (۲-۴۲)



شکل ۲-۴۲

نیروی لازم برای برش در قیچی‌های اهرمی نیز از رابطه ذکر شـده محاسبه می‌شود. به مثال زیر توجه کنید.



شکل ۲-۴۳

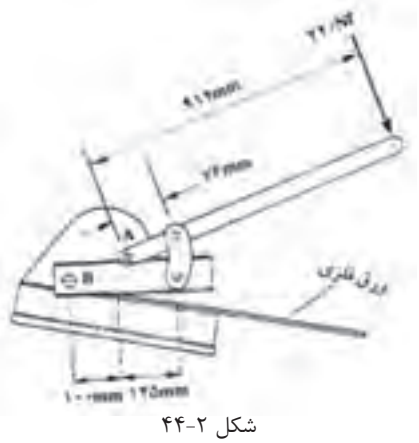
مثال: در شکل (۲-۴۳) اگر مقاومت ورق $F_2 = 500N$ طول اهرم قیچی $L_1 = 100mm$ ونیروی وارد بر اهرم قیچی $F_1 = 200N$ باشـد. فاصله تا تکیه‌گاه را در قیچی اهرمی به دست آورید.

پاسخ:

$$F_1 \times L_2 = F_2 \times L_2 \qquad L_2 = \frac{F_1 \times L_1}{F_2} \qquad L_2 = \frac{200 \times 100}{500} = 40mm$$

مثال:

در قیچی دو اهرمی مطابق شـکل (۲-۴۴) نیروی وارد بـه ورق به هنگام برش چقدر است.



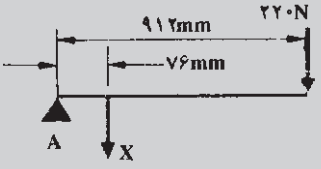
شکل ۲-۴۴

پاسخ:

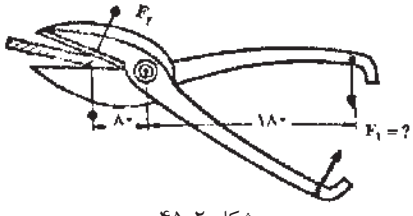
$$X \times L_1 = F_2 \times L_2$$

$$X = \frac{F_1 \times L_2}{L_2}$$

$$X = \frac{912 \times 220}{76} = 2640N \Rightarrow F_1 = 2640N$$



اکنون با توجه به مقدار گفته شده، فشار وارد به ورق را جهت برش به دست می‌آوریم.



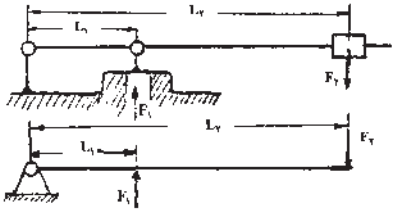
شکل ۲-۴۵

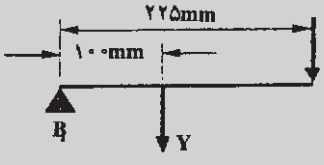
$$L_1 \times y = L_2 \times X$$

$$y = \frac{L_2 \times X}{L_1}$$

فشار وارد به ورق هنگام برش:

$$y = \frac{225 \times 2640}{100} = 5940N$$


شکل ۲-۴۶



تمرین ۱:

در شـــکل (۲-۴۵) اگر مقاومت ورقی $F_۲ = ۱۸۰۰N$ باشـــد. مقدار نیروی لازم را برای بریدن ورقی با قیچی دستی به دست آورید.

تمرین ۲:

در شـــکل (۲-۴۶) اگر $L_۱ = ۴۵mm$ و $F_۱ = ۱۵۰۰N$ و $F_۲ = ۱۵۰N$ باشد مقدار $L_۲$ حساب کنید.

قیچی‌های برقی

این قیچی‌ها را می‌توان به قیچی‌های ارتعاشی، اونیورسال و گیوتین تقسیم نمود.

قیچی‌های نیبلر

قیچی‌های ارتعاشـــی را در انواع دســـتی – رومیزی وستونی طراحی و می‌سازند. این نوع قیچی‌ها که به قیچی‌های ارتعاشـــی نیز معروف می‌باشند. به وسیله انرژی الکتریکی ودر مواردی توسط هوای فشرده کار می‌کند.

قیچی ارتعاشی دستی

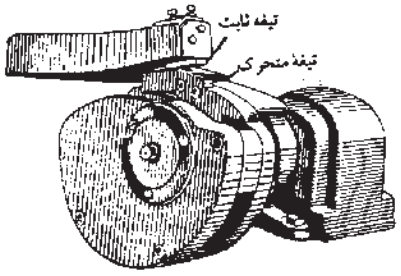
شکل ۲-۴۷

از این قیچی‌ها به جای قیچی‌های دستی ورق بُر استفاده می‌شود و می‌توان ورقهای فلزی را تا ضخامت ۱/۵ میلی‌متر به صورت مستقیم ومنحنی برشکاری نمود.

نحوه عمل به این شکل می‌باشد که انرژی الکتریکی یا هوای فشرده باعث حرکت دورانی الکترو موتور شده واین حرکت دورانی به یک حرکت رفت وبرگشت در تیغه بالایی قیچی تبدیل می‌شود ودر حدود ۱۰۰۰ حرکت رفت وبرگشت در دقیقه تولید شده و انجام برشکاری می‌شود، دراین قیچی‌ها تیغه پایینی ثابت می‌باشد. (شکل ۲-۴۷)

قیچی ارتعاشی رومیزی

این نوع قیچی‌ها برای برش قطعات ضخامت ۴/۵ – ۲ میلی‌متر به کار می‌رود واز آن بیش‌تر برای برش فرم‌های شعاعی استفاده می‌شود. با این قیچی‌ها می‌توان شعاع برش ۱۵۰ – ۸۰ میلی‌متر را انجام داد.



شکل ۲-۴۸

روش کار این قیچی‌ها بدین ترتیب است که قیچی روی میز محکم شده وبر خلاف قیچی‌های ارتعاشی دستی تیغه‌های بالائی آن‌ها ثابت بوده وتیغه پایینی متحرک می‌باشد. در این قیچی‌ها حرکت الکترو موتور به وسیله یک بازوی خارج از مرکز به حرکت بیضوی تغیر یافته وباعث می‌شود تیغه پایینی به صورت رفت وبرگشت با عبور از کنار تیغه بالائی عمل برش را انجام دهد. (شکل ۲-۴۸)

قیچی ارتعاشی ستونی

این نوع قیچی‌ها برای برش‌های مستقیم، منحنی و مدور در ورق‌های فلزی به کار می‌رود. این قیچی‌ها برای بریدن انحناهای کوچک با شعاع ۱۵ میلی‌متر و نیز برشکاری مدور ورق‌ها با قطر حداکثر ۲۵۰۰ میلی‌متر قابل استفاده می‌باشد. از ویژگی‌های این نوع قیچی‌ها بریدن قطعات با شکل‌های مختلف در درون ورق‌های فلزی بدون ایجاد سوراخ اولیه برای شروع برشکاری می‌باشد.

برشکاری ورق توسط دو تیغه برش مسطح وکوتاه انجام می‌شود. به هنگام کار تیغه فوقانی به طور عمودی با حرکت ارتعاشی مانند یک اره عمل کرده وضربات وارده با سرعتی در حدود ۵۱۰، ۱۲۰۰ ضربه در دقیقه تا نزدیک تیغه تحتانی بر ورق فلز وارد شده وفلز را می برد.

پیش از شروع برشکاری باید فاصله تیغه‌های فوقانی وتحتانی را نسبت به ضخامت ورق مورد برش تنظیم نمود به طوری که فاصله تیغه برش فوقانی هنگامی که در بالاترین وضعیت نسبت به تیغه تحتانی قرار دارد می‌بایست معادل ۲۵درصد ضخامت ورق فلز باشد.

لبه تیغه برش فوقانی را با زاویهٔ ۷ درجه ولبهٔ تیغه پایینی را با زاویهٔ ۶ درجه سنگ زده وتیز می‌نمایند. (شکل ۲-۴۹)

شکل ۲-۴۹

قیچی برقی اونیورسال

با استفاده از این قیچی که با نیروی الکتریکی کار می کند می‌توان صفحات فلزی ضخیم میل گردهای فلزی وهمه پروفیل‌های سنگین مانند نبشی، سپری، ناودانی، تیر آهن را برشکاری، فاقبری ویا سوراخ‌کاری نمود. (شکل ۲-۵۰)

شکل ۲-۵۰

مکانیزم ونیروی محرکه در قیچی‌های برقی انیورسال

نیروی محرکه این قیچی‌ها الکترو موتور است که حرکت دورانی را با واسطه‌های مکانیکی به حرکت خطی (رفت وبرگشت) تبدیل می کند وبه ضربه زن انتقال می‌دهد.

سیستم‌های محرکه تعبیه شده در این قیچی‌ها متناسب با نوع عملی که انجام می‌شود متفاوت است.

به عنوان مثال در قسمت پانچ‌کاری که ضربه زن به سرعت بیش‌تری نیاز دارد از محرکه‌های میل لنگی، بادامکی یا خارج از مرکز استفاده شده است ودر قسمت‌هایی که به نیرو وفشار زیادی برای برشکاری پروفیل‌ها ومیله گردها نیاز است از سیستم‌های هیدرولیکی استفاده می‌شود.

اجزای قیچی‌های برقی انیورسال

اجزای ظاهری قیچی برقی انیورسال در شکل‌های (۲-۵۱) تا (۲-۶۰) نشان داده شده است.

شکل ۲-۵۱ نگهدارنده‌ی سُمبه

شکل ۲-۵۲ کلید فرمان سیستم هیدرولیکی

شکل ۲-۵۳ محل استقرار قطعه برای سوراخکاری

شکل ۲-۵۴ راهنمای قسمت پانچ‌کاری (سُمبه‌زنی) با دقت زیاد

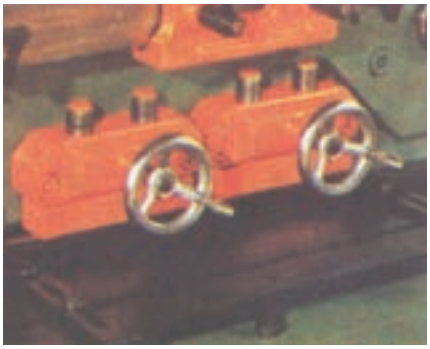
شکل ۲-۵۵ جعبه فرمان الکتریکی (راه‌اندازی و توقف قسمت‌های مختلف دستگاه با استفاده از پدال‌های مربوطه)

شکل ۲-۵۶ مکانیزم ضربه‌گیر سرعت‌های بالا با دقت زیاد

شکل ۲-۵۷ کنترل فشار روغن هیدرولیک

شکل ۲-۵۸ محل نصب تیغه‌های قیچی برای برش پروفیل‌های سنگین با مقاطع مختلف

شکل ۲-۵۹ قالب فاقبری



شکل ۲-۶۰ دستگاه نگهدارنده صفحه‌های فلزی ضخیم (تسمه، ورق) و برش آن‌ها

قیچی گیوتین

این قیچی‌ها برای بریدن ورق‌های فلزی و اشکال مستطیلی مورد استفاده قرار می گیرد. اجزاء اصلی تشـکیل دهنده این نوع قیچی‌ها شـامل یک بدنه که مجهز به یک میز که بر روی این میز تیغه پایینی ودو کشـوئی که وظیفه هدایت تیغه بالای را به عهده دارند قرار دارد. یک سـری گیره ها ونگه دارنده ها نیز روی آن نصب گردیده است. نیروی محرکه توسـط یک موتور الکتریکی که معمولاً بر روی یک تکیه‌گاه درستون سمت راسـت بدنه متصل شده اسـت تأمین می گردد. تیغه پایینی همواره ثابت بوده وکشوئی لغزنده که تیغه بالائی روی آن نصب شده است متحرک می‌باشد.

اجزای مهم تشکیل دهنده قیچی‌های گیوتین به قرار زیر می‌باشد.

۱) بدنه ۲) موتور الکتریکی ۳) نگهدارنده‌های ورق

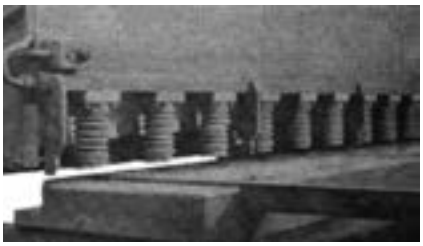
۴) کلاچ ۵) تیغه‌های قیچی

شکل ۲-۶۱

۱. بدنـه: بدنه اصلی ترین قسـمت قیچی گیوتین می‌باشـد که معمـولاً از ورقه‌های فولادی ویا از قطعات ریخته‌گری سـاخته می‌شـود وقسـمت‌های تشکیل دهنده دیگر روی آن نصب می گردد. (شکل ۲-۶۱)

۲. موتـور الکتریکی: موتـور الکتریکی وظیفه تأمین نیروی بـرش را به عهده دارد قدرت موتور گیوتین می‌بایسـت از ظرفیت آن بیش‌تر باشـد. زیـرا در کارهای مداوم وسرعت‌های بالا زمان کوتاهی برای ذخیره انرژی به وسیله چرخ طیار وجود دارد واین امر فشار زیادی را به موتور وارد می سازد.

۳. نگهدارنده‌های ورق: نگهدارنده‌های ورق وظیفه ثابت نگه داشــتن ورق در هنگام برشــکاری را به عهده دارند. برای دســت یافتن به یک برش مطلوب می‌بایست ورق در هنگام برشــکاری در ســر جای خود ثابت نگه داشته شود با توجه به ضخامت ورق مورد برشــکاری نیروی مورد نیاز جهت نگه داشــتن آن متفــاوت خواهد بوداز طرفی در هنگام برخورد تیغه بالائی با ورق نیروی کشــنده زیادی ایجاد می‌شود. واگرنیروی نگهدارنده‌های ورق به حدی نباشد که بتواند ورق را به بستر میز قیچی محکم نگه دارد ورق ســر خورده وبرش نامناسب ایجاد می‌شــود. لذا وظیفه نگهدارنده‌های ورق ثابت نگه داشــتن ورق در بستر میز قیچی می‌باشد. با توجه به ظرفیت قیچی از نگهدارنده‌های مکانیکــی برای ظرفیت های پایین و یا از نگهدارنده‌های هیدرولیکی برای ظرفیت‌های بالاتر استفاده می‌شود. (شکل ۲-۶۲)



شکل ۲-۶۲

۴. کلاچ: کلاچ مکانیســمی اســت که ارتباط وقطع ارتبــاط حرکت دورانی به کار مــی‌رود. کلاچ در قیچی‌های گیوتیــن وظیفه ارتباط بین چرخ دنــده ویا چرخ طیاربا میل‌لنگ ودر نتیجه به دوران در آوردن آن می‌باشد.

کلاچ‌ها به دو دســته ۱) کلاچ‌های مکانیکی ۲) کلاچ‌های دیسک اصطکاکی تقسیم می‌شود. (شکل ۲-۶۳)

شکل ۲-۶۳

۵. تیغه قیچی‌های گیوتین: جنس تیغه‌های گیوتین را از فولادهای آلیاژی (کرم دار) می‌سازند. وبه دلیل اعمال نیروی زیاد در هنگام برخورد لبه برنده با سطح برش تیغه‌های قیچی باید بدون نقص مکانیک ومتالورژیکی ســاخته شــود. تا بتواند این نیروی زیاد را تحمــل نماید. عامل دیگر کُندی تیغه‌ها می‌باشــد که پس از مدتی کار کند می‌شــود. ومی‌بایست دوباره تیز گردد. درغیر این صورت کندی تیغه‌ها علاوه بر به وجود آوردن لبه‌های پریده شــده پلیســه‌های زیادی به وجود می‌آورد. وهمچنین موجب فرســایش زیاد راهنماهای ضربه زن می‌شــود. تیغه‌های کند ممکن اســت به بدنه قیچی هم آسیب برسانند. همچنین تعیین کنندهٔ دیگر زاویه بین دو تیغه می‌باشد که معمولاً بین ۸-۶ درجه شــیب داشــته ودر نتیجه ورق فلزی از یک طرف به تدریج با سطح ورق برخورد داشته وعمل برش به تدریج انجام می‌شــود. عامل تعیین کننده دیگر که در کیفیت برش تأثیر دارد فاصله بین تیغه‌ها می‌باشد که با توجه به ضخامت وجنس ورق فلزی تعیین وتنظیم

می‌گردد. در جدول (۲-۵) برای برخی از ورق‌های فلزی این فاصله آورده شده است.

جدول ۲-۵

ضخامت ورق به میلی‌متر	فاصله بین تیغه‌هابرای برشکاری فولاد کم کربن	فاصله تیغه‌ها برای برشکاری برنج، الومینیوم، مس
۰/۸-۱/۲	۰/۰۵	۰/۰۵
۱-۴/۷۵	۰/۱۳	۰/۰۵
۶-۱۲	۰/۴	۰/۲
۱۸-۱۳	۱/۱	۰

قیچی‌های گیوتین به دو دسته ۱) قیچی گیوتین‌های مکانیکی ۲) قیچی گیوتین‌های هیدرولیکی تقسیم می‌شود.

۱. قیچی‌های گیوتین مکانیکی

از گیوتین‌های مکانیکی برای برشکاری ورق‌های فلزی تا طول ۳ متر وحداکثر ضخامت ۳۰ میلی‌متر مورد استفاده قرار می‌شود. این گیوتین‌ها با توجه به کاربرد در طول‌های ۳-۱ متر طراحی وساخته می‌شود. (شکل ۲-۶۴)

شکل ۲-۶۴ قیچی گیوتین مکانیکی

مکانیسم انتقال قدرت در این قیچی‌ها شامل میل لنگ، محور خارج از مرکز، چرخ طیار وچرخ دنده می‌باشد. برای به حرکت در آوردن کشوئی قیچی از خواص میل لنگ ومکانیزم خارج از مرکز استفاده می‌شود. میزان خارج از محور دوران میل لنگ باعث حرکت دورانی میل لنگ به حرکت عمودی ودر نتیجه پایین آمدن کشوئی قیچی شده ودر محل بر خورد دو تیغه که بر روی میز قیچی می‌باشد. عمل برش را انجام داده و دو مرتبه به جای اول خود باز می‌گردد.

۲. قیچی گیوتین‌های هیدرولیکی

قیچی‌های هیدرولیکی بیش‌تر برای برشکاری ورق‌های ضخیم به کار می‌رود. از این قیچی‌ها برای برش ورق‌های نازک نیز استفاده می‌شود. اما بیش‌تر ین کاربرد این قیچی‌ها در برشکاری ورق‌های ضخامت بالا می‌باشد. (شکل ۲-۶۵)

شکل ۲-۶۵ قیچی هیدرولیکی

شکل ۲-۶۸

مکانیزم حرکت تیغه‌های برش در قیچی گیوتین‌های هیدرولیکی

عمل برش با حرکت پیستونها که توسط محور خارج از مرکز عمل کرده وکشوئی تیغه را به سرعت وبا حرکت یکنواخت پایین آورده ودر لحظه برخورد با ورق مورد برشکاری پمپ هیدرولیکی فشار لازم جهت عمل برشکاری را ایجاد می کند. از طرفی نیروی لازم جهت نگهدارنده‌های ورق نیز توسط پمپ تأمین می گردد. فشار روغن به وسیله پمپ ها بتدریج افزایش یافته تا پمپ برای انجام برش در بهترین وضعیت قرار گیرد.

قیچی گرد بُر: از این نوع قیچی‌ها برای بریدن ورق‌های فلزی به صورت دایره تا شعاع ۵۰ میلی‌متر وبا توجه به توان قیچی تا ضخامت ۶ میلی‌متر به کار برده می‌شود. این قیچی‌ها در انواع دستی وماشینی طراحی وساخته می‌شوند.

با به گردش در آوردن چرخ مدوری که روی دستگاه قرار دارد وانتقال آن توسط چرخ دنده‌های مکانیکی به تیغه‌های قیچی آن‌ها شروع به دوران در جهت خلاف یکدیگر کرده وباعث برشکاری می‌شوند. در نوع ماشینی این جریان الکتریسته می‌باشد که به جای چرخ مدور وظیفه چرخش قطعات مکانیکی وانتقال آن‌ها به تیغه‌های مدور قیچی را انجام می‌دهد. (شکل ۲-۶۹)

شکل ۲-۶۹

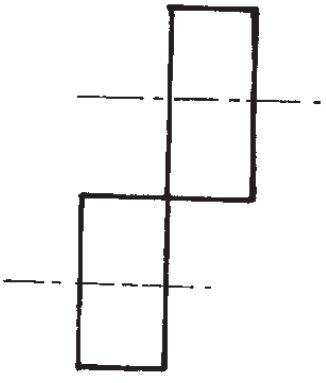
اصول کار قیچی‌های گردبُر به این شـکل اسـت که دو محوری که تیغه‌های قیچی به آن‌ها بسته شـده اسـت.بااعمال نیروی مخالف جهت یکدیگر می‌چرخند. چرخش تیغه‌ها در جهت مخالف موجب کشیدن ورق می‌شود وبا تنظیم فاصله تیغه‌ها نسبت به ضخامت ورق در چند مرحله عمل برش به صورت دایره انجام می‌گیرد.

تیغه‌های قیچی گردبُر: ابزار برش قیچی‌های گردبُر را تیغه‌های گرد آن‌ها تشکیل میدهد. هر تیغه روی یک محور بسـته شـده که وضعیت قرار گرفتن آن‌ها بستگی به ضخامت ورق دارد. در ادامه چند نوع تیغه مورد استفاده در قیچی‌های گردبُر آورده شده است.

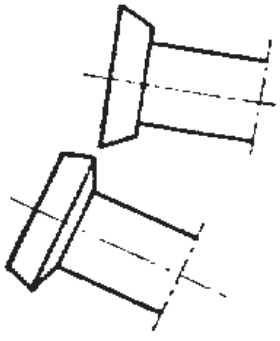
تیغه‌های اسـتوانه‌ای: این تیغه‌ها که قطر آن‌ها ۱۱۰-۵۰ میلی‌متر است روی قیچی‌های گردبر که دارای محورهای موازی هسـتند نصب می‌شـود. با این تیغه‌ها فولادهای کم کربن را تا ضخامت ۴ میلی‌متر را می‌توان برشکاری نمود. (شکل ۲-۷۰)

تیغه‌هـای مخروطی: این تیغه‌ها روی قیچی‌های گردبـری با محورهای مایل نصب می‌شـود. ایـن نوع قیچی‌هـای گرد بر ورق‌های فلـزی را بدون تغییر فرم سـطحی به صـورت دایره می برد. با این تیغه‌ها فولادهای کم کربن تا ضخامت ۴ میلی‌متر می‌توان برشکاری می نماید. (شکل ۲-۷۱)

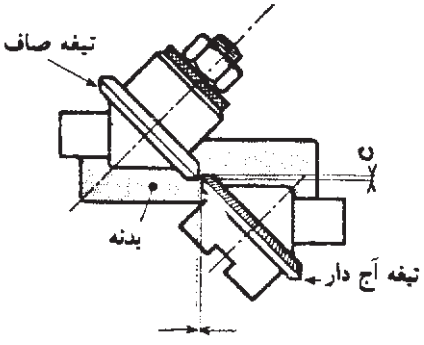
تیغه‌های مخصوص آجدار: این تیغه‌ها روی قیچی‌های گرد بر نصب می‌شـود از این تیغه‌ها بیش‌تر برای سـهولت دربرشـکاری وایجاد اصطکاک بیش‌تر با ورق مورد برش اسـتفاده کرد. تیغه زیرین را آجدار می‌سـازند تا ضمن بـرش موجب حرکت ورق به سمت جلو شود. (شکل ۲-۷۲)



شکل ۲-۷۰ تیغه‌های استوانه‌ای



شکل ۲-۷۱ تیغه‌های مخروطی



شکل ۲-۷۲ تیغه‌ی آجدار

ارزشیابی فصل دوم

۱- روش‌های مختلف برشکاری را شرح دهید.

۲- انواع برشکاری مکانیکی را بنویسید.

۳- انواع روش‌های برشکاری با براده برداری را بنویسید.

۴- قلمکاری را تعریف کرده وانواع قلم را نام ببرید.

۵- انواع قیچی ها را نام ببرید.

۶- تاثیر میزان لقی در قیچی‌ها را با رسم شکل توضیح دهید.

۷- انواع قیچی‌های برقی را نام ببرید.

۸-کاربرد قیچی‌های نیبلر را شرح دهید.

۹-کاربرد قیچی‌های گیوتین را شرح دهید.

۱۰-کاربردقیچی اهرمی اونیورسال را شرح دهید.

۱۱- کدام گزینه جز فرآیندهای برشکاری مکانیکی نمی باشد.

الف) برشکاری با قلم ب) با لیزر ج) قیچی دستی د) اره آتشی

۱۲- اگر در هنگام برشکاری با قیچی سطح برش پلیسه دار گردد. دلیل آن کدام گزینه است.

الف) لقی کم بین دو تیغه ب) لقی زیاد بین دو تیغه

ج) نیروی اعمال بیش از حد به تیغه د) نیروی اعمال کمتر از حد به تیغه

۱۳- کدام یک از قیچی های زیر توانایی برشکاری پروفیل های سنگین مانند نبشی، سپری می توان استفاده کرد.

الف) اهرمی میزدار ب) گیوتین

ج) برقی اینورسال د) نیبلر

۱۴- ارتباط بین زاویه گوه، جنس قطعه کار و نفوذ قلم در یک جسم نرم کدام گزینه صحیح است.

الف) زاویه گوه کم، نفوذ کم ب) زاویه گوه زیاد، نفوذ زیاد

ج) زاویه گوه زیاد، نفوذ کم د) زاویه گوه کم، نفوذ کم

۱۵- اگر β زاویه گوه، α زاویه آزاد، γ زاویه براده و δ (دلتا) زاویه برش باشد، کدام رابطه صحیح است؟

الف) $\delta=\beta+\alpha$

ب) $\beta=\delta+\alpha$

ج) $\delta=\alpha+\beta+\gamma$

د) $\delta+\alpha=\beta+\gamma$

فصل سوم

صافکاری در صنعت ورق‌کاری

هدف‌های رفتاری

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- اصول صافکاری را شرح دهد.

۲- روش‌های مختلف صافکاری را بیان کند.

۳- صافکاری با دست را شرح دهد.

۴- صافکاری با ماشین‌های مختلف را توضیح دهد.

۳

۳- صافکاری

درصنعت گاه پیش می‌آید که دراثر موارد ناخواسته قطعات صنعتی از حالت اولیه خود خارج شده ودچار تغییر فرم شوند.به منظور باز گرداندن قطعات به حالت اولیه خود از فرآیند صافکاری استفاده می‌شود. صافکاری در صنعت می‌تواند بر روی:

۱) ورق‌های فلزی ۲) شمش‌ها و پروفیل‌ها ۳) لوله‌ها انجام شود.

در این کتاب به اصول صافکاری ورق های فلزی پرداخته شده و در کتاب نیم ساخته فلزی ۲ صافکاری سایر نیم ساخته ها مطرح خواهد شد.

اصول صافکاری

به طور کلی وقتی تغییر در ورق ایجاد می‌شود ساختمان مرتب ومنظم درونی آن به هم می خورد ودر نواحی مختلف آن تغییرات سطحی (برجستگی، فرورفتگی، پیچیدگی) به وجود می‌آید. برای از بین بردن معایب یاد شده نیاز به رعایت اصولی است. این اصول عبارتنداز: بر طرف کردن بی‌نظمی‌ها وناهماهنگی‌های روی سطوح با انجام توزیع کاملاً یکنواخت وهماهنگ مولکولی به کمک یکی از روش‌های زیر.

برای برطرف کردن قسمت‌های تغییر فرم داده شده ورق‌های فلزی از روش‌های زیر استفاده می کنند.

۱. تقلیل دادن سطح گسترش یافته ورق به وسیله غلتک زدن، جمع کردن.

۲. کشیدن وطویل نمودن قسمت کوتاه ورق به دو روش قابل اجرا می‌باشد.

الف) به وسیله عمل چکش کاری (صافکاری دستی)

ب) در اثر نیروی فشار متناسب با تغییر فرم (صافکاری با ماشین‌های نورد)

پ. قـرار دادن ورق تحت تأثیر نیروی کشـش وایجاد نمودن یک انبسـاط دائم در قسمت کوتاه ورق (صافکاری با ماشین کشش)

۳-۱ صافکاری به وسیله ابزار دستی

از این روش صافکاری در مواقعی که کار محدود باشـد استفاده شده وبرای ورق‌ها بـا طول زیاد کاربرد نـدارد وبیش‌تر برای تعمیرات به خصوص بـرای صافکاری بدنه اتومبیل به کار برده می‌شود.

برای صافکاری با دسـت علاوه بر ابزارهای خاص تجربه ومهارت فرد صافکار نیز شرط لازم واساسی می‌باشد.

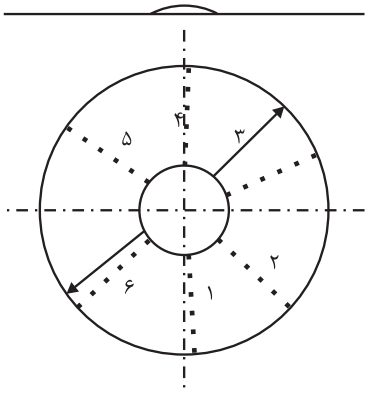
در این روش صافکاری ابزارهای مختلفی به کار گرفته می‌شوند که عمده‌ترین آن‌ها شامل صفحه صافی، سندان‌های مختلف صافکاری، چکش صافکاری، چکش چوبی، قالب تنه ومشتی می‌باشد.

برای انجام عمل صافکاری با دست لازم است ابتدا محل یا محل های تغییر فرم داده شده را مشخص نموده وسپس با وسایل مورد نیاز اقدام به عمل صافکاری نمود.

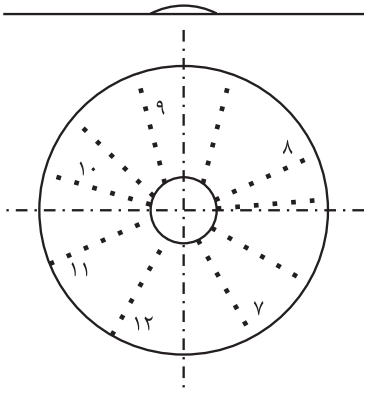
۳-۱-۱ اصول صافکاری دستی ورق‌های فلزی

الف- صافکاری ورق کوژدار، با فرض این‌که قسـمت تغییر فرم داده شـده به صـورت یک برآمدگی در وسـط ورق قرار گرفته باشـد. این‌کـه ورق مورد نظر به صورت دایره باشد. برای بر طرف کردن قسمت بر آمده می‌بایست چکش‌کاری را از حد فاصل قسمت بر آمده ناحیه صاف ورق شروع شده وبه لبه‌های ورق ختم می‌نماییم. ضربات چکش خیلی نزدیک به هم وروی شعاع‌های فرضی بر روی کار وارد می‌شود. ضربات از سنگین شروع وبه سمت لبه کار به مرور سبک تر می‌شود. (شکل ۳-۱) پس از پایان مرحله اول برآمدگی کمی کوچک‌تر می‌شـود حال می‌بایست مرحله دوم را ماننـد مرحله اول شـروع نمود. برای این منظور ضربات چکـش را مانند مرحله اول به صورت شـعاع‌های جدید وبین شعاع‌های مرحله اول انجام می دهیم. (شکل ۳-۲) پس

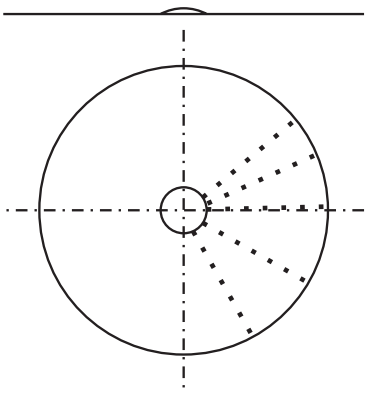
از پایان مرحله دوم بر آمدگی کوچک‌تر شده ومی‌بایست مرحله سوم ومراحل بعدی را نیز به همین شکل انجام می دهیم. (شکل ۳-۳)



شکل ۳-۱

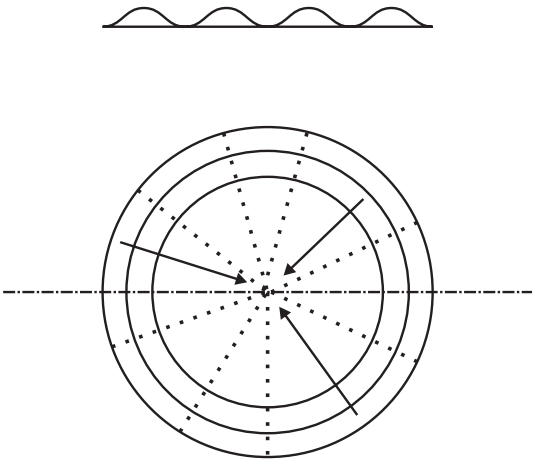


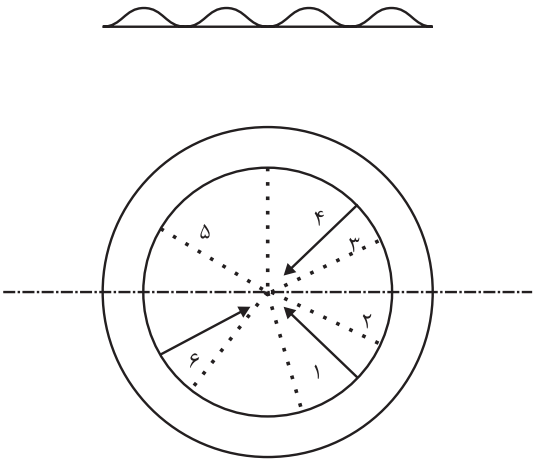
شکل ۳-۲


شکل ۳-۳

صافکاری ورق تابیده:

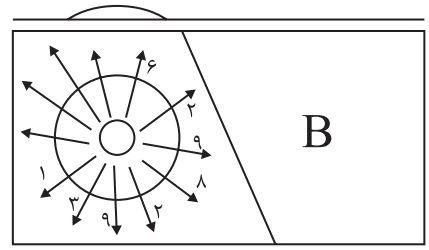
برای صافکاری ورق‌های تابیده شـــده عمل چکش‌کاری از لبه‌های ورق شروع وبه ســـمت وسط ورق ختم می‌شـــود. برای جلوگیری از ازدیاد طول بیش از حد در وسط ورق می‌بایست ضربات چکش را در لبه‌های ورق سنگین وبا پیش روی به سمت وسط ورق از شدت ضربات کاسته وضربات سبک تر ی وارد نمود. در این روش صافکاری نیز مانند روش قبلی ضربات به صورت شـــعاعی وارد شـــده و در مراحل مختلف انجام می‌شود. (شکل‌های ۳-۴ و ۳-۵)


شکل ۳-۴



شکل ۳-۵

صافکاری ورق‌های که بر آمدگی در گوشه آن‌ها باشد



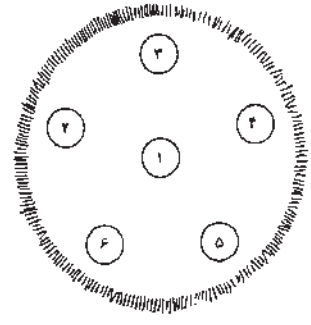
شکل ۳-۶

بـرای بر طرف نمـودن این بر آمدگی ها عملیات چکـش کاری را از اطراف ناحیه تغییر فرم داده شده شروع وبه لبه ورق ختم نمود. (شکل ۳-۶)

صافکاری ورق‌های که دچار تغییر فرم‌های گوناگون شده‌اند

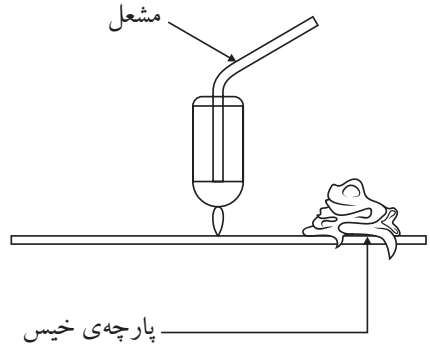
در صنعت به ندرت پیش می‌آید که تغییر فرم پیش آمده به صورت سـاده با شـد وگاهی پیش می‌آید که قسـمتی از ورق دچار فرو رفتگی شده وقسمت دیگر موجب پیچیدگی شـود. برای صافکاری این ورق‌ها می‌بایست مانند حالت‌های ذکر شده قبلی اقدام نموده وقسمت‌های که لازم است ضربات از داخل به خارج ویا بلعکس از خارج به داخل نیاز باشد به صورت تفکیکی انجام می‌شود.

روش صافکاری با استفاده از گرما



شکل ۳-۷

در این روش صافکاری محل مورد نظر را که باد کرده اسـت را مشـخص می کنند. نقطه وسـط محل باد کرده را با استفاده از مشـعل جوش کاری اکسی گاز گرم نموده وبا استفاده از ابزارهای دستی مانند چکش ویا قالب تنه به آن ضربه می زنند. این عمل را در چند نقطه از محل باد کرده ورق ادامه می‌دهند تاسـطح قطعه کاملاً صاف شـود. بایـد دقت شـود که محل های مورد نظـر بیش از حد لازم گرما داده نشـود. زیرا این امر موجب آسـیب رسانی به نقاط دیگر می‌شـود وممکن است باعث فرورفتگی‌های نقاط دیگر شـود. برای جلوگیری از این مسـئله لازم است گرما را کنترل نموده وبرای جلوگیری از انتقال حرارت به نقاط دیگر اسـتفاده از پارچه های خیس وقرار دادن آن در مجـاورت محل های گرما دیده می‌توان از این مسـئله جلوگیری کند. (شـکل‌های ۳-۷ و ۳-۸)



شکل ۳-۸

۳-۲ صافکاری با ابزار ماشینی

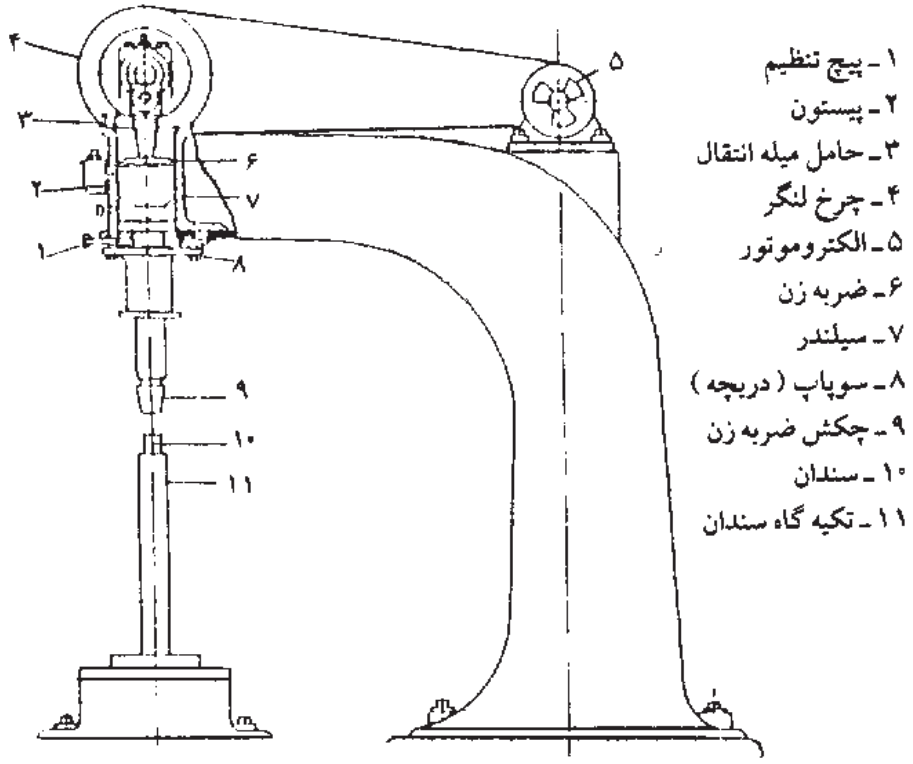
یکی از ماشین‌های ساده صافکاری چکش‌های پنوماتیکی است که نیروی محرکه آن‌ها هوای فشرده است از این ماشین‌ها معمولاً بیش تر برای صافکاری سطوح ورق‌های فلزی تغییر شکل یافته در کارگاه‌های صنایع فلزی و کارخانه‌های اتاق‌سازی اتومبیل استفاده می‌شود.

برای صافکاری قطعات ساخته شده یا بر طرف کردن تغییر شکل‌های فیزیکی ورق‌های فلزی از این ماشین استفاده می‌شود. به این ترتیب که با قرار دادن قطعه بین سندان وچکش ماشین و وارد شدن ضربه های پی درپی وجابه جایی یکنواخت ومدام تغییر شکل‌های موجود روی سطوح (ناصافی، ناهمواری‌های لبه ورق، فرورفتگی، برآمدگی وغیره) بر طرف می‌شود. برای این که هنگام صافکاری سطح قطعات کاملاً صاف باقی بماند باید به چند نکته توجه کرد. در هنگام آغاز وپایان صافکاری باید سعی کنیم که ضربات چکش روی لبه کار وارد نشود باید بدون متوقف ساختن چکش ورق را به طور سریع زیر ماشین برد یا از زیر آن خارج کرد.

سطوح تماس سِندان وچکش ماشین باید همیشه وبویژه هنگام صافکاری ورق‌های غیر آهنی کاملاً صیقلی وپرداخت شده باشد. و در مواردی مانند صافکاری ورقهای آلومینیومی سندان را چرب می کنند

پتک‌های بادی

این پتک‌ها با هوای فشرده کار می‌کند شکل (۳-۹) توسط یک موتور الکتریکی ۵ به حرکت در می‌آید. چرخ لنگ ۴ حامل میله اتصال۳ در ارتباط با پیستون ۲ می‌باشد پیستون وسر چکش (ضربه زن ۶) در درون سیلندر ۷ جابه جا می‌شود به محض بالا رفتن ضربه زن ودر نتیجه مکیده شدن هوا از طریق سوپاپ (دریچه) به داخل سیلندر می‌شود وبه محض این‌که پیستون ۲ شروع به پایین رفتن می‌کند هوای داخل سیلندر به ضربه زن ۶ به طرف پایین فشار می‌آورد. وضربه زن به نوبه خود به هوای زیر خود فشار آورده وآن‌را از طریق سوپاپ (دریچه۸) خارج می‌کند چنان‌چه این دریچه (سوپاپ ۸) بسته باشد هوای زیر ضربه زن۶ فشرده شده وضربه زن را درون سیلندر در ارتفاع معینی نگه می دارد از این وسیله برای تنظیم نیرو وشدت ضربه ها به هنگام صافکاری استفاده می‌شود. سطح ورویه‌های در تماس با کار وسندان بالایی ۹ وسندان زیری ۱۰ که بر روی جایگاه ۱۱ استوار ومحکم شده باید همواره تمیز وپرداخت شده باشد. (شکل ۳-۹)



شکل ۳-۹

برای جلوگیری از ضایع شـــدن ورق فلز چکش ضربه زن و ســـندان کاملاً هم مرکز باشند با چرخاندن اهرم تنظیم به طرف پایین ضربات چکش محکم تر وبا گردانیدن آن به طرف بالا ضربات با شدت کم‌تری به سطح ورق وارد می‌شود.

در هنـــگام عمل صـــاف وهموار کردن صفحات فلزی را بر روی ســـندان زیری در وضعیت افقی قرار داده وبا هر دو دست (شکل ۳-۱۰) به شکلی آن را گرفته وجابه جا می‌کنیـــم که نقاط ناهموار آن در معرض ضربات چکش قرار گیرند. تا صاف وهموار گردنند. شـــدت ضربات در نقاط ضخیم تر ورق بیشـــتر ودر نقاط نازک تر ویا اطراف محل بر آمدگی یا فرورفتگی باید نرم تر تنظیم گردد.

شکل ۳-۱۰

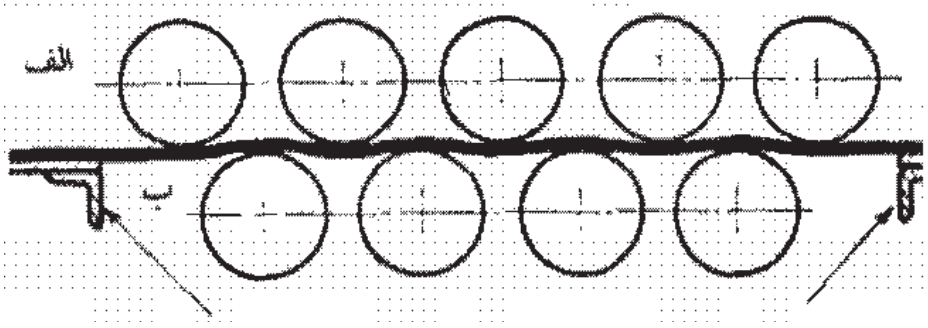
ب- صافکاری به وسیله ماشین‌های نورد

ماشین‌هایی که برای صافکاری ورق‌های فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرد به ماشین با نوردهای سخت وماشین با نوردهای انعطاف‌پذیر تقسیم می‌شوند.

- ماشین با نوردهای سخت

این ماشین‌ها دارای دو ردیف غلتک از فولاد سخت به قطرهای مختلف از ۷۵ تا ۱۸۰

میلی‌متر برای ورق‌های فلزی به ضخامت‌های ۲ تا ۱۲ میلی‌متر ساخته شده‌اند که به طور یک در میان روی هم قرار گرفته‌اند. (شکل ۳-۱۱)



شکل ۳-۱۱

در بعضی از این ماشـــین‌ها نگهدارنده‌هایی از فولاد سخت روی نورد ها مستقر شده کـــه وظیفه آن‌ها حمایت نوردهای پایینی وبالایی در برابر خمیدگی‌ها اســـت که بر اثر مقاومت ورق‌ها ایجاد می‌شود. در دو طرف ماشین دو میز فلزی برای قرار گرفتن ورق قبل وبعد از عمل صافکاری وجود دارد.

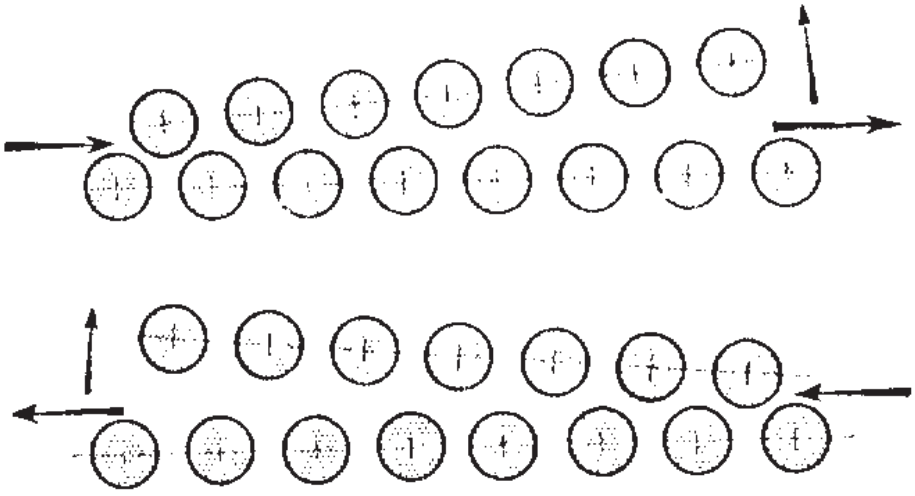
ابتـــدا ورق از بین غلتک ها عبور داده می‌شـــوند وبا ایجاد مـــوج های یکنواخت به نســـبت قابل توجه ای از نامنظمی های آن‌ها کاســـته می‌شـــود. برای این که قسمت‌های کوتاه وطویل ورق به طور یکنواخت در معرض نیروی وارده غلتک‌ها واقع شود وعمل مزبور آســـان‌تر صورت پذیرد در نواحـــی کوتاه ورق نوارهای از ورق به ضخامت ۰/۸ تا ۲ میلی‌متر وبه طول وعرض متناســـب با قسمت‌های روی کوتاه ورق قرار می‌دهند تا فشار نوردها مؤثر واقع شود وازدیاد سطح در محل لازم ایجاد شود.

در این روش صافکاری لازم اســـت پس از عبور ورق از زیر غلتک آنها را پشـــت و رو کرده و سپس عبور داد.

ماشین با نوردهای انعطاف‌پذیر

تعداد نوردهای این ماشین زیاد است (۲۳عدد) وجنس آن‌ها از فولاد با حد ارتجاعی بالا است. بر روی نوردهای بالایی وپایینی نیز تعدادی غلتک‌های کوچک قرار گرفته‌اند که وظیفه آن‌ها حمایت وپشتیبانی از نوردهای اصلی است وبه غلتک‌های حمایت کننده موسوم می‌باشند. در ردیف بالایی حمایت کننده‌هایی نیز وجود دارند که روی قیدهای عرضی ماشین نصب شده‌اند وثابت هستند وهنگام صافکاری نوردهای بالایی را حمایت

می‌کنند. حمایت کننده‌های پایینی می‌توانند هر یک به طور جداگانه ومستقل عمل کنند ودر هر قسمت از طول نوردها بالا وپایین روند وفشار لازم را اعمال کنند. مجموعه نوردهای ردیف بالایی می‌تواند برای موجدار کردن ورق بالا وپایین رود ودر بعضی از ماشین‌ها این مجموعه ممکن است به سمت راست یا چپ متمایل گردد. (شکل ۳-۱۲)



شکل ۳-۱۲

صافکاری به وسیله ماشین‌های کششی

یکی دیگر از فرآیندهای صافکاری ورق‌های فلزی کشیدن ورق به وسیله ماشین‌های کششی است. از این ماشین‌ها غالباً در کارخانه‌های فولاد سازی به منظور صاف ومسطح کردن ورق‌های فلزی استفاده می‌کنند. صافکاری با این شیوه یکی از بهترین روش‌ها است ولی به دلیل آن که به نیروی زیادی نیاز دارد بایستی از دستگاه‌های خیلی بزرگ وقوی استفاده شود.

صافکاری با این روش در دو مرحله انجام می‌شود:

مرحله اول: کشیدن ورق با سرعت زیادونیروی کم به منظور از بین بردن تغییر شکل موقت یا ارتجاعی آن (قرار گرفتن ورق به وضع افقی ومسطح).

مرحله دوم: کشیدن با نیروی زیاد وسرعت کم برای بزرگ یا طویل شدن نواحی کوتاه ورق به طور پیوسته.

ارزشیابی فصل سوم

۱- اصول صافکاری را شرح دهید.

۲- روش‌های مختلف صافکاری را نام ببرید.

۳- نحوه صافکاری دستی راشرح دهید.

۴- نحوه صافکاری با ماشین‌های (چکش) پنوماتیکی را شرح دهید.

۵- صافکاری با استفاده از حرارت را شرح دهید.

فصل چهارم

خم‌کاری در صنعت ورق‌کاری

هدف‌های رفتاری

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- قابلیت خم‌کاری ورق‌های فلزی را شرح دهد.

۲- اصول خم‌کاری را شرح دهد.

۳- انواع ماشین‌های خم‌کُن را شرح دهد.

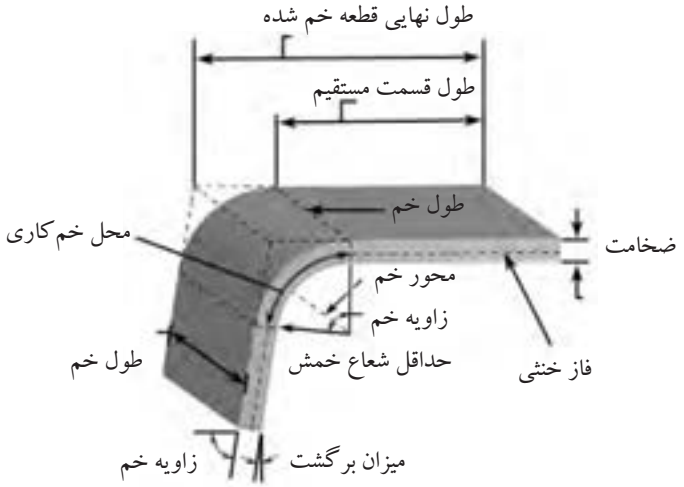
۴- فاز خنثی را توضیح داده و محل قرار گرفتن آن را بیان کند.

۵- محاسبه طول گسترده قطعات خم‌کاری شده را انجام دهد.

۴

٤- خم کاری

در صنعت ورق کاری برای تغییر فرم در قطعات از فرآیند خم کاری اســتفاده می‌شود. خم کردن عملی است که در آن قسمتی از مواد را با حفظ سطح مقطع شان تا حد امکان با رساندن حرارت وبدون آن از مسیر اصلی خارج کرده وبه مسیر دل‌خواهی آورد.(شکل ۴-۱)



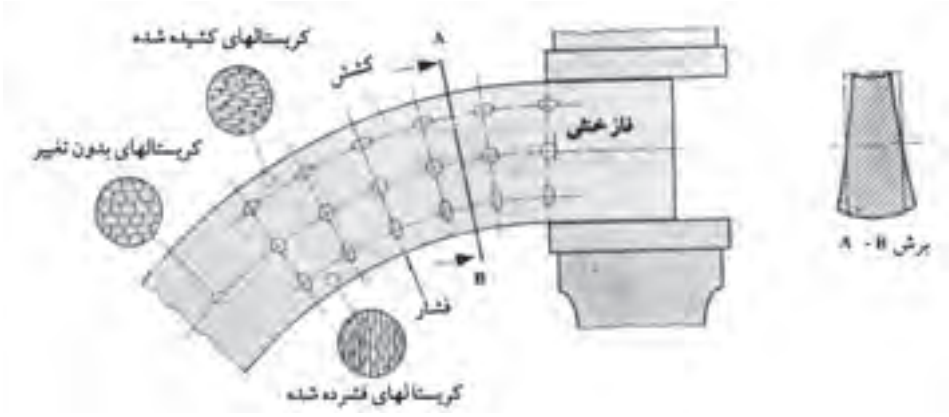
شکل ۴-۱

قابلیت خم کاری

قابلیت خم کاری ورق‌های فولادی متغیر اســت وبه درصد کربن آن‌ها بستگی دارد. بــا افزایش مقــدار کربن قابلیت خم کاری کاهش می‌یابــد. ورق‌های فلزی که درصد کربن آن‌ها ۱/۲ اســت قابلیت خم کاری در حالت سرد را دارند وچنان‌چه درصد کربن از مقدار ذکر شــده بیش‌تر شــود خم کاری به روش گرم انجام می گیرد. ورق‌های غیر آهنی را معمولاً در حالت سرد خم کاری میکنند ولی بعضی از آن‌ها را به دلیل نداشتن قابلیت انعطاف لازم بایستی ابتدا گرم وسپس خم کاری کنند. ورق‌های روی و آلیاژهای آلومینیوم در حالت گرم بهتر خمکاری می شوند.

تئوری خم‌کاری

اصطلاح خم‌کاری وپارامترهای آن را می‌توان در شـــکل مشاهده کرد در خم‌کاری یک ورق رشـــته های بیرونی قطعه (سطح بالای ورق) تحت کشش ورشته های درونی قطعه (سطح پایینی ورق) تحت فشار قرار می گیرد. مطابق تئوری خم‌کاری اگر از تغییردر ضخامت منطقه خم صرفنظر شود محور خنثی در رشته مرکزی باقی می ماند که تغییری در آن به وجود نمی‌آید. به همین دلیل این رشـــته را فاز خنثی می‌نامند. (شـــکل ۴-۲)



شکل ۴-۲

با توجه به مطالب گفته شده لازم است با در نظر داشتن فرم، سطح مقطع قطعه کار در محاسبات خم‌کاری مواد اولیه ابتدا فاز خنثی را تشخیص داد وسپس طول آن را محاسبه کرد مقدار تغییر فرم مقطع در محل خم‌کاری به جنس کار، شعاع وزاویه خمش وفاصله لایه خارجی تا فاز خنثی بســـتگی دارد تغییر فرم زیـــاد در قطعات که قابلیت خم‌کاری آن‌ها کم است مشکل به وجود آورده وباعث ترک در محل خم‌کاری گردد.

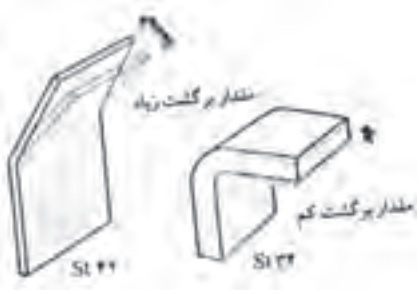
برای جلوگیری از این مسئله در محل خم‌کاری باید شعاع خمش را متناسب انتخاب نمود برای این و در نظر گرفتن حداقل شعاع خمش لازم می‌باشد. حداقل شعاع خمش به عواملی مانند قابلیت انعطاف‌پذیری قطعه، زاویه خمش، ضخامت وفرم ســـطح مقطع کار وجهت الیاف ورق بستگی دارد.

حداقـــل شـــعاع خمش با دو برابر ضخامت یعنی ۲t نشـــان داده می شـــود. در جدول (۴-۱) حداقل شعاع خمش برای برخی مواد آورده شده است.

جدول ۴-۱

ردیف	ماده ورق	حداقل شعاع خمش برای ماده نرم	حداقل شعاع خمش برای ماده سخت
۱	آلیاژ آلومینیوم	۰	۶T
۲	فولاد کم کربن	۰/۵ T	۴T
۳	تیتانیوم	۰/۷ T	۳T
۴	آلیاژ تیتانیوم	۲/۶ T	۴T

برگشت فنری



شکل ۴-۳

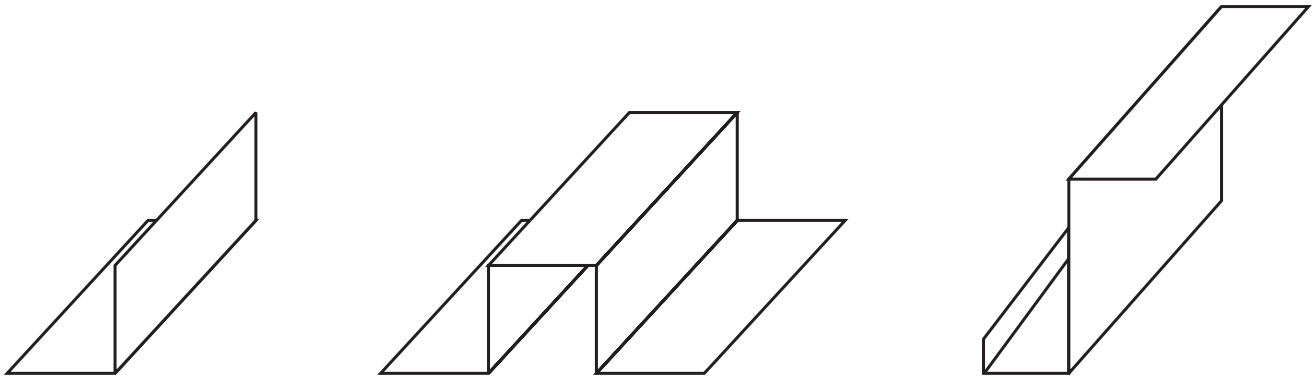
بـه دلیل خاصیت ارتجاعـی در فلزات پس از خم‌کاری قطعات مقداری برگشـت اتفـاق مـی افتد و زاویه خمـش کمتر از زاویـه خمکاری مورد نظر حاصل می شـود. این خاصیت را برگشـت فنری می‌گویند. این مسئله نه تنها در ورق‌های فلزی بلکه در شمش‌ها ومیله‌ها وسیم‌ها با سطح مقطع‌های مختلف پیش می‌آید. (شکل ۴-۳)

انواع خم‌کاری

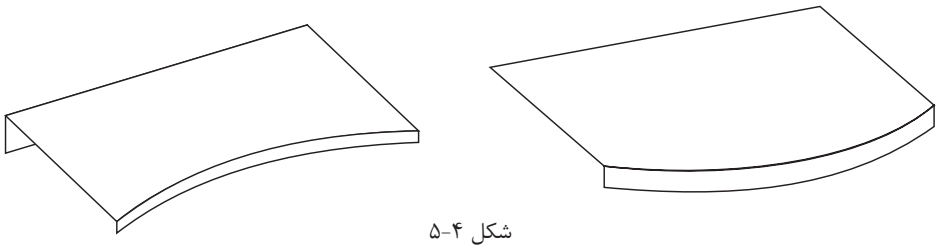
انواع خم‌کاری‌های مورد استفاده در ورق‌کاری را می‌توان به سه دسته اصلی تقسیم نمود:

۱- خم کاری مستقیم ۲- خمکاری فلنج ۳- خمکاری منحنی شکل (مدور)

۱. خم‌کاری مسـتقیم: یک روش اصلی برای تغییر شـکل ورق‌های فلزی می‌باشد. (شکل ۴-۴)

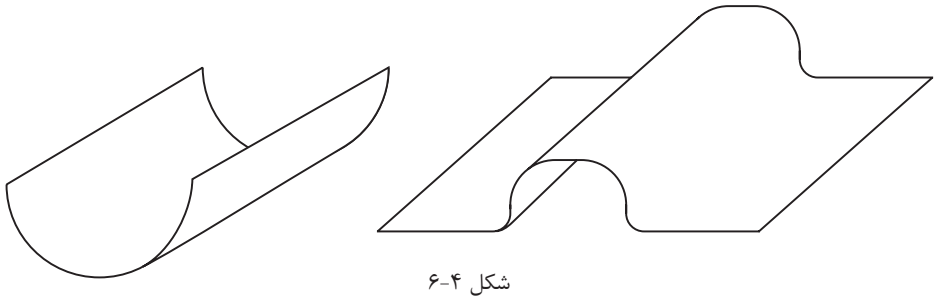

شکل ۴-۴

۲. خم کاری فلنج: یک روش اصلی برای تغییر شکل ورق‌های فلزی می‌باشد. (شکل ۴-۵)



شکل ۴-۵

۳. خم کاری منحنی شـــکل (مدوّر): یک روش اصلی برای تغییر شکل ورق‌های فلزی می‌باشد. (شکل ۴-۶)



شکل ۴-۶

انواع ماشین‌های خمکن

ماشـــین‌های مورد اســـتفاده در صنعت برای خم کاری ورق‌هـــای فلزی را می‌توان به شکل زیر تقسیم‌بندی نمود.

۱) خمکن‌هـــای دســـتی ۲) خمکن ســـاده ســـتونی ۳) ماشـــین‌های خمکـــن برقی ۴) پرس‌های خمکن مکانیکی ۵) پرس‌های خمکن هیدرولیکی

شکل ۴-۷

۱. خمکن‌های دستی

این دســـتگاه‌ها دارای ساختمان ســـاده تشکیل شده اســـت. وبرای ورق‌های با طول محدود وضخامت‌های کم به کار گرفته می‌شـــود. نمونه‌ای از این خمکن را در شـــکل (۴-۷) مشاهده می کنید.

۲. ماشین‌های خمکن ساده ستونی

این خمکن‌ها را در دو نوع با فک بالای ساده ویا با فک بالای لقمه ای طراحی ساخته

می شود و از نظر ابعاد نیز در طول‌های مختلف به بازار عرضه می گردد. (شکل‌های ۴-۸ الف و ۴-۸ ب)

خمکن ساده با فک ساده
شکل ۴-۸ الف

خمکن لقمه‌ای
شکل ۴-۸ ب

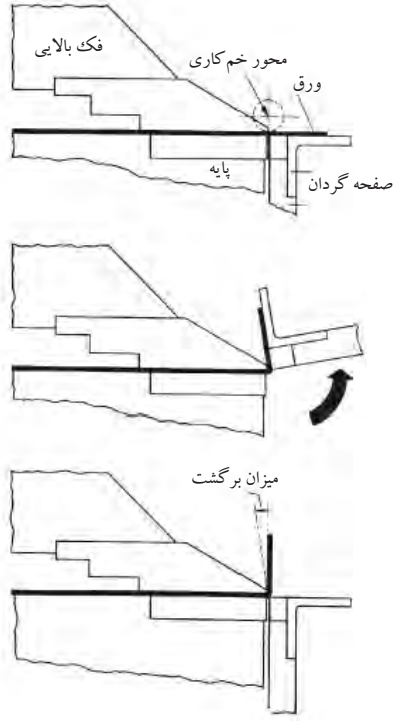
قسمت های مختلف خمکن های ساده ورق:

۱) پایه ۲) فک بالا ۳) فک پایین ۴) تیغه خم بالا ۵) تیغه خم پایین ۶) صفحه گردان ۷) دسته صفحه‌گردان ۸) وزنه‌های تعادل ۹) دسته بالا وپایین آوردن فک بالا

مکانیزم ماشـین‌های خمکن ساده: در این ماشـین‌ها ورق فلزی مورد خم‌کاری در بین دو فک پایین و بالا قرارگرفته و فک بالا که متحرک می‌باشـد توسط دسته‌ای که به این منظور در نظر گرفته شـده اسـت به پایین هدایت می‌شود و ورق را به بستر فک پایین محکم می فشـارد. صفحه گردان که در قسمت جلوی ماشین قرار دارد به وسیله دو محور از دو طرف در یاتاقان قرار گرفته ودر درون دو کشـوئی که به طور عمودی حرکت می‌کنند جاسـازی شـده اسـت صفحه گردان که وظیفه خم‌کاری را به عهده دارد به دو وزنه مجهز می‌باشد نقش این وزنه‌ها افزایش نیروی خم‌کاری می‌باشد. تیغه پایینـی که روی این صفحه قرار دارد می‌تواند بـرای ضخامت‌های مختلف قابل تنظیم بوده ومی‌تواند توسـط اهرم‌های پیچی که بدین منظور در نظر گرفته شـده است تنظیم گـردد. با چرخاندن فلکه صفحه گـردان این صفحه به سـمت پایین حرکت کرده و

خم کن برای ضخامت جدید تنظیم می گردد. وبا استفاده از دسته صفحه گردان عمل خم‌کاری انجام می‌شـود. زاویه حرکت صفحه گـردان قابل تنظیم بوده ومی‌توان برای زوایای مختلف تنظیم نمود. (شکل ۴-۹)

با این خمکن‌هـا ورق‌های فولادی کم کربن را تا ضخامـت ۳ میلی‌متر وورق‌های آلومینیومی را تا ضخامت ۶ میلی‌متر و ورق‌های مسی و برنجی را تا ضخامت ۵ میلی‌متر خم‌کاری می نمایند.



شکل ۴-۹

خمکن‌های برقی

اجزای اصلی تشکیل دهنده ماشین‌های خمکن برقی شامل اجزاء زیر می‌باشد:

۱. موتور الکتریکی وجعبه دنده معکوس کننده دور.

۲. فک بالای دستگاه ومتعلقات آن که حرکت خود را از الکتروموتور می گیرد.

۳. صفحه گردان ومتعلقات آن که حرکت خود را از الکترو موتور می گیرد.

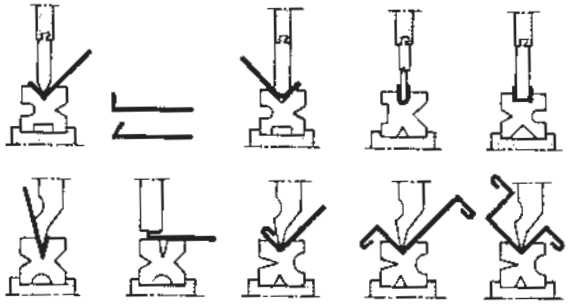
۴. تجهیزات تبدیل وانتقال نیرو این تجهیزات تبدیل نیرو وانتقال آن را به قسمت‌های متحرک ماشین امکان‌پذیر می‌سازند. ومعمولاً در پایه های دستگاه‌ها جاسازی می‌شوند.

خمکن‌های برقی را معمولاً در طول‌های ۶-۱ متر می‌سازند. وبه وسیله‌این خمکن‌ها ورق‌های فولادی را تا ضخامت ۶ میلی‌متر می‌توان خم‌کاری نمود. (شکل ۴-۱۰)

شکل ۴-۱۰

ماشین‌های پرس خم‌کن (برک پرس)

ماشـین‌های پرس خم‌کن به کمک انواع قالب‌های کار می کنند که به این قالب ها که سمبه وماتریس می گویند وبا سطح مقاطع مختلف طراحی وساخته می‌شوند. از این ماشـین‌های پرس خمکن برای صاف کردن، ایجاد فرورفتگی وبرجستگی، وخم‌کاری ورق‌های فلزی در زوایای مختلف به کار گرفته می‌شود. (شکل ۴-۱۱)


شکل ۴-۱۱

این ماشین‌های خمکن در ابعاد و تناژهای مختلف ساخته شده و به کار گرفته می‌شوند. طول میز این ماشین‌ها معمولاً ۶-۲ متر برای اندازه‌های معمولی و در مدل‌های بزرگ‌تر تا ۱۲ متر نیز طراحی و ساخته می‌شوند. قالب‌های این ماشین‌های خمکن (سنبه، ماتریس) نیز متناسب با مشخصات و طول دستگاه ساخته می‌شوند. (شکل ۴-۱۲)

شکل ۴-۱۲

پرس‌های خم‌کن به گونه ای طراحی شده‌اند که فشار را بر روی یک سطح باریک و طویل با حداقل انحراف وارد می‌سازند. این ویژگی از ویژگی‌های پرس خم است و همین امر سبب می‌شود که شکل ظاهری این پرس‌ها شبیه به یکدیگر ولی قدرت و ظرفیت آن‌ها متفاوت باشد. قسمت‌های مختلف این پرس‌ها به قرار زیر می‌باشد:

بدنه، بستر، ضربه‌زن، سیستم محرکه، قالب‌های سمبه و ماتریس

بدنه: بدنه این پرس‌های خم را از اتصال جوشکاری واز ورق‌های ضخیم فولادی می‌سازند.

بستر پرس: محلی را که ماتریس روی پرس قرار می‌گیرد را بستر پرس گویند. بستر پرس را معمولاً ضخیم محکم می‌سازند. تا از انحراف و خم شدن آن‌ها در اثر فشار جلوگیری گردد.

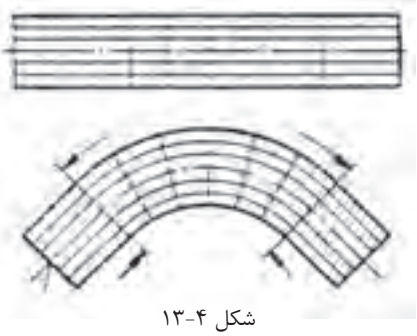
ضربه زن: انتقال نیروی محرکه به قالب توسط ضربه زن به منظور خم‌کاری انجام می‌شود. ضربه زن و بستر پرس در شرایط بدون بار باید به طور موازی با یکدیگر قرار گیرد.

قالب‌های سمبه و ماتریس: این قالب ها را از فولادهای ابزار می‌سازند.

نیروی محرکه: منظور از نیروی محرکه در پرس‌ها ی خم مکانیزمی است که برای حرکت ضربه زن استفاده می‌شود. پرس‌های خم بر اساس نیروی محرکه به دو دسته مکانیکی وهیدرولیکی تقسیم می‌شود.

کورس پرس خم‌کن (مسیر رفت وبرگشت)**:** مسیر حرکت ضربه زن از بالاترین نقطه تا پایین ترین وضعیت خود را کورس پرس گویند. در تمام پرس‌های خم‌کن طول کورس قابل تنظیم می باشد. کورس پرس را معمولاً برحسب بلندی ماتریس وضخامت قطعه کار مورد خم‌کاری ونوع خمی که ورق می‌بایست خم‌کاری شود تنظیم می کنند.

تعیین قطر یا شعاع متوسط



شکل ۴-۱۳

بر اساس تئوری خم‌کاری که قبلا مورد بحث قرار گرفته است در خم‌کاری قسمت داخلی قطعه مورد خم‌کاری فشرده شده وقسمت خارجی آن کشیده می‌شود. ویک لایه بین لایه داخلی وخارجی که آن را تار خنثی می‌نامند بدون تغییر باقی می ماند. در محاسبات خم‌کاری برای تعیین طول اولیه قطعه تا رخنثی ملاک عمل بوده وبا محاسبه طول اولیه آن می‌توان طول اولیه قطعه را محاسبه نمود. (شکل ۴-۱۳)

محل قرارگرفتن تار خنثی به دو عامل ۱- شعاع خمش ۲- زاویه خم‌کاری بستگی دارد. ومحل قرار گرفتن آن با توجه به دو عامل ذکر شده از لایه داخلی به اندازه یک سوم تا نصف ضخامت قطعه مورد خم‌کاری تغییر می‌کند. ومی‌توان با توجه به شعاع خمش وزاویه خم‌کاری قطر یا شعاع متوسط را از روابط الف ویا ب استفاده نمود. (شکل‌های ۴-۱۴ و ۴-۱۵)

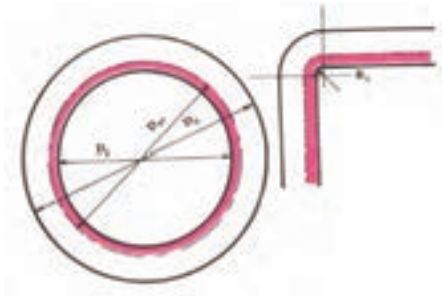
الف

$$Rav = Ri + \frac{۱}{۳}t$$

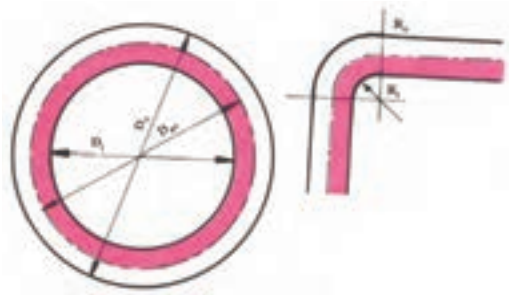
$$Rav = Ro + \frac{۲}{۳}t$$

$$Dav = Di + \frac{۲}{۳}t$$

$$Dav = Do - \frac{۴}{۳}t$$



شکل ۴-۱۴



ب
$$\begin{cases} Rav = Ri + \frac{۱}{۲}t \\ Rav = Ro - \frac{۱}{۲}t \\ Dav = Di + t \\ Dav = Do - t \end{cases}$$

شکل ۴-۱۵

محاسبه عوامل خم‌کاری

در صنعت ورق‌کاری به منظور تولید ساخته‌های فلزی وتغییر فرم وشکل در آن‌ها از فرآیند خم‌کاری استفاده می‌کنند.

لذا لازم است طول اولیه قطعات قبل از خم‌کاری محاسبه گردد. همان‌طوری که قبلا اشاره شد یکی از عوامل تعیین کننده شعاع خمش می‌باشد.

شعاع خمش

شعاع خمش تعیین کننده میزان انحنای قوس در محل خم‌کاری است. در تولید ساخته‌های فلزی معیار شعاع خمش حداقل شعاع خمش مجاز می‌باشد. برای جلوگیری از پاره شدن ورق در محل خم باید حداقل شعاع خمش مجاز را با توجه به جنس وقابلیت خم‌کاری اوراق فلزی را تعیین نمود.

حداقل شعاع خمش با توجه به زاویه خم‌کاری عبارت است از:

۱ تا ۳ برابر ضخامت ورق در خم‌کاری قوس‌های کم‌تر از ۹۰ درجه $(Ri = ۱ تا ۳t)$

مساوی یا بیش تر از ۳ برابر ضخامت ورق درخم کاری قوس های ۹۰ درجه وبیش تر $(Ri \geq ۳t)$

X = زاویه خم‌کاری

Dav = قطر متوسط

Di = قطر داخلی

Do = قطر خارجی

Rav = شعاع متوسط

Ri = شعاع داخلی

Ro = شعاع خارجی

t = ضخامت

محاسبه طول گسترش قطعات خم‌کاری شده

درخم‌کاری ورق‌های فلزی اگر ضخامت ورق مساوی یا کم‌تر از۱/۵ میلی‌متر باشد. نیازی به محاسبه قطر یا شعاع متوسط نیست ومحاسبه گسترده قوس‌ها با توجه به همان اندازه موجود در نقشه انجام می‌شود.

در صورتی که ضخامت ورق از ۱/۵ میلی‌متر بیش‌تر باشد. با توجه به شعاع خمش وزاویه خم‌کاری می‌بایست ابتدا قطر متوسط را محاسبه کرده وطول گسترش قوس‌ها را به دست آورد. (فرمول‌های ۴-۱ و ۴-۲)

$$L = \frac{Dav \times n(۱۸۰ - a)}{۳۶۰}$$

فرمول ۴-۱

یا

$$L = \frac{Rav \times n(۱۸۰ - a)}{۱۸۰}$$

فرمول ۴-۲

تعیین گسترده قوس در خم‌کاری ورق‌های تحت زاویه ۹۰ درجه:

برای محاسبه گسترش قوس‌های ذکر شده ابتدا روابط تعیین قطر یا شعاع متوسط را با توجه به شرایط خم‌کاری از جداول (۴-۲ و ۴-۳ و ۴-۴) محاسبه می‌شود.

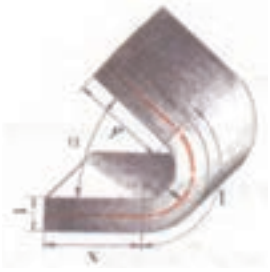
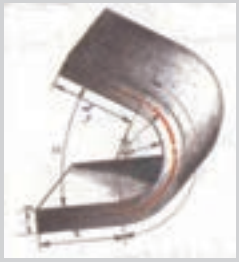
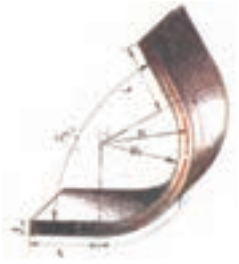
جدول ۴-۲ تعیین روابط قطر یا شعاع متوسط برای خمکاری ورق‌های تحت زاویه‌ی ۹۰ درجه

ردیف	مقدار ضخامت و شعاع خمش به میلی‌متر	مکان تار خنثی با توجه به شرایط خمکاری	روابط تعیین کننده قطر با شعاع متوسط
۱	$t \geq ۱/۵$ $Ri = t$		الف
۲	$t \geq ۱/۵$ $Ri = t$ تا $۲t$		الف
۳	$t \geq ۱/۵$ $Ri \geq ۴t$		ب

جدول ۴-۳ تعیین قطر با شعاع متوسط با توجه به شرایط خمکاری در خمکاری بیش از ۹۰ درجه

ردیف	مقدار ضخامت و شعاع خمش به میلی‌متر	مکان تار خنثی با توجه به شرایط خمکاری	روابط تعیین کننده قطر با شعاع متوسط
۱	$t \geq ۱/۵$ $Ri = t$		الف
۲	$t \geq ۱/۵$ $Ri = ۲t$ تا t		الف
۳	$t \geq ۱/۵$ $Ri \geq ۴t$		الف

جدول ۴-۴ محاسبه‌ی طول گسترده قوس‌ها در خمکاری ورق‌های تحت زاویه کمتر از ۹۰ درجه

ردیف	مقدار ضخامت و شعاع خمش به میلی‌متر	مکان تار خنثی با توجه به شرایط خمکاری	روابط تعیین کننده قطر با شعاع متوسط
۱	$t \geq ۱/۵$ $Ri = t$		ب
۲	$t \geq ۱/۵$ $Ri = ۲t$ تا t		ب
۳	$t \geq ۱/۵$ $Ri \geq ۴t$		ب

ارزشیابی فصل چهارم

۱- قابلیت خمکاری ورق‌های فلزی را شرح دهید.

۲- اصول خمکاری ورق‌های فلزی را شرح دهید.

۳- انواع ماشین‌های خمکن را نام ببرید.

۴- محل قرار گرفتن فاز خنثی را بارسم شکل شرح دهید.

۵- کاربرد برک پرس‌ها را شرح دهید.

۶- در تولید قطور فلزی مطابق شـــکل ســـرعت تولید مد نظر می باشد. کدام گزینه جهت خمکاری مناسب می باشد.

الف- خمکن دستی　　ب- خمکن هیدرولیکی

ج- برک پرس　　د- خمکن برقی ساده

۷- کدام نوع خمکاری در صنعت ورق کاری بکار نمی رود.

الف- خمکاری مستقیم　　ب- خمکاری فلنج

ج- خمکاری منحنی شکل　　د- خمکاری زاویه دار

۸- اگر ضخامت ورق کمتر یا مســـاوی ..... باشـــد نیاز به محاسبه قطر یا شعاع متوسط نیست.

الف- ۵mm　　ب- ۱/۵ mm

ج- ۲mm　　د- ۲/۵ mm

فصل پنجم

اتصال‌ها در صنعت ورق‌کاری

هدف‌های رفتاری

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- فرنگی پیچ را تعریف کند.

۲- انواع فرنگی پیچ را نام ببرد.

۳- کاربرد فرنگی پیچ‌ها را بیان کند.

۴- محاسبات فرنگی پیچ را انجام دهد.

۵- اصول پرچ‌کاری را شرح دهد.

۶- انواع میخ پرچ را نام ببرد.

۷- محاسبات پرچ‌کاری را انجام دهد.

۵

۵- اتصال‌ها در صنعت ورق‌کاری

در صنعت ورق‌کاری برای ساخت مصنوعات فلزی قطعات ساخته شده را به یکدیگر متصل می نمایند برای این منظور روش‌های مختلفی به کار گرفته می‌شود که عمده ترین آن‌ها عبارتنداز: ۱) جوشکاری ۲) لحیم‌کاری ۳) اتصال به وسیله پیچ ومهره ۴) فرنگی پیچ ۵) اتصال به وسیله پرچ. (شکل ۵-۱ الف - ب و ج)

الف

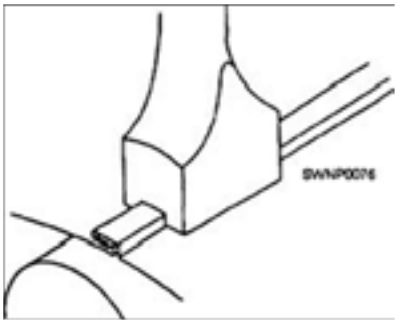
ب

ج

شکل ۵-۱

در درس های تکنولوژی جوشکاری در خصوص انواع روش‌های متداول جوشکاری ولحیم‌کاری وکاربرد آن‌ها در صنعت آشنا خواهید شد. و با مباحث پیچ و مهره در کتاب محاسبات فنی تخصصی و اجزای ماشین آشنا می شوید در این بخش به روش‌های اتصال به وسیله فرنگی پیچ وپرچ آشنا خواهید شد.

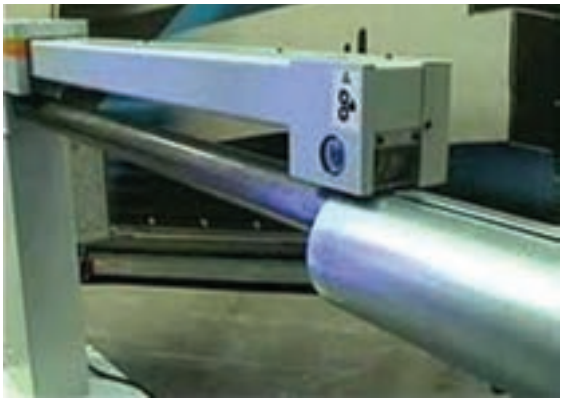
فرنگی پیچ



شکل ۵-۲

پیچک یا فرنگی پیچ یک روش اتصال ورق های فلزی است که در آن لبه ی ورق را به فرم خاصی تا زده ودر یک دیگر چفت می‌نمایند وسپس با دست یا ماشین آن‌را کوبیده تا ورق‌ها به هم درگیر و فشرده شوند در روش اجرای دستی از ابزارهایی مانند قالب تنه ویا چکش استفاده می‌شود.(شکل ۵-۲)

پیچک را می توان با چکش های مکانیکی نیز کامل نمود این ماشین ها می توانند انواع مختلف فرنگی پیچ ها را در طولهای زیاد ودر زمان کوتاه اجرا نمایند در (شکل های ۵-۳) نمونه برقی دستی وماشینی این دستگاهها را مشاهده می کنید.



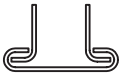
شکل ۵-۳

این روش اتصال جزء روشهای اتصال دائم بوده و اگر درست انجام شود محل اتصال به طور کامل درز بندی شده و برای ذخیره مایعات ظرف های نگهدارنده مواد غذایی استفاده می شود.

انواع فرنگی پیچ

با توجه به کاربرد وسیع این فرآیند اتصال در صنعت ورقکاری روشهای مختلفی در اجرای آن ابداع گردیده وبکار گرفته می شـود . در جدول شـماره ۵-۱ انواع فرنگی پیچ وکاربرد آنها آورده شده است.

جدول شماره ۵-۱

ردیف	نام فرنگی پیچ	شکل سطح مقطع فرنگی پیچ	کاربری
۱	فرنگی پیچ ساده		۱- اتصال طولی ورق ها ۲- بدنه کانال های هوای استوانه ای ۳- اتصال لبه قطعات به شکل استوانه مکعب، مخروط
۲	فرنگی پیچ عمودی		۱- برای اتصال عرضی ورق ها ۲- اتصال کانال های هوا به یکدیگر به صورت طولی
۳	اتصال گوشه (کانال یا امریکائی)		۱- ساخت قطعات بصورت مکعب که اتصال آنها در گوشه باشد ۲- ساخت کانال های کولر ۳- ساخت کانال های انتقال دود (هود)
۴	فرنگی پیچ کشویی		۱- اتصال عرضی ورق های بزرگ ۲- اتصال قطعات در سایت
۵	فرنگی پیچ کف		۱- اتصال کف مخازن به بدنه ۲- اتصال درب قوطی های کنسرو و کمپوت میوه ها

اجرای فرنگی پیچ

اتصال فرنگی پیچ به وسـیله ابزار دسـتی یا به کمک ماشـین‌هایی از قبیل دسـتگاه درزکوب ویا چرخ ورق‌کاری انجام می گیرد برای این منظور می‌بایست ابتدا محاسبات مربوطه را انجام داده وسپس آن را اجرا نمود.

محاسبات فرنگی پیچ

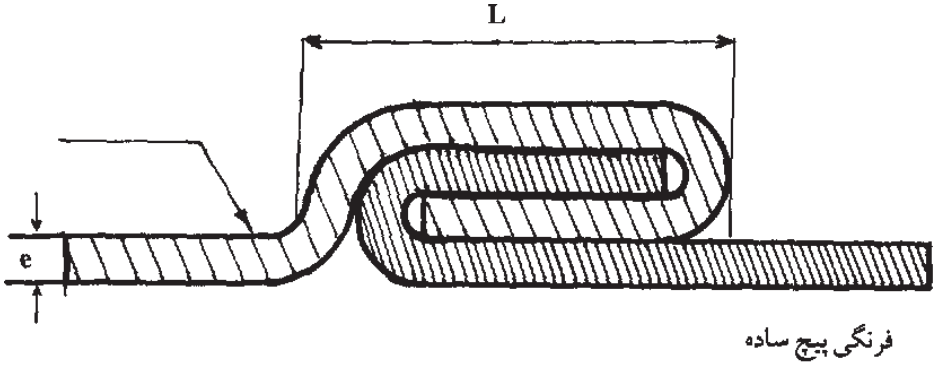
اتصال فرنگی پیچ با اسـتفاده از لبه قطعات تغییر شـکل یافته انجام می‌شود بنابراین انـدازه لبـه ورق را که در اتصال به کار گرفته می شـودبه ابعاد کلـی قطعه افزود تا از

اندازه اصلی جسم کاسته نشده وجسم با همان اندازه مورد نظر ساخته شود. به این مقدار عرض فرنگی پیچ گفته می‌شود ومتناسب با ضخامت ورق وعرض دهانه قالب یا غلتک دستگاه محاسبه می گردد رابطه‌ای که مورد استفاده قرار می گیرد عبارت است از: (فرمول ۵-۱)

$$X = L - ۲e$$

فرمول ۵-۱

در این رابطه X مقدار طولی است که بعنوان عرض فرنگی پیچ به ورق اضافه می‌شود. L عرض قالب فرنگی پیچ ویا عرض غلتک دستگاه وe ضخامت ورق مورد اتصال می‌باشد. مقدار محاسبه شده به ازای هر خم در اتصال فرنگی پیچ می‌باشد. (شکل ۵-۲)



شکل ۵-۲

براساس رابطه بالا محاسبه عرض فرنگی پیچ برای یک اتصال ساده به قرار زیر خواهد بود با توجه به شکل مشاهده می‌شود که یک فرنگی پیچ ساده از چهار خم تشکیل گردیده است با این توضیح که یک خم جزء طول ورق می‌شود لذا در محاسبه سه خم در نظر می گیریم وبه شکل فرمول (۵-۲) خواهد بود.

$$X = ۳(L, ۲e)X \rightarrow = ۳L - ۶e$$

فرمول ۵-۲

مقدار محاسبه شده طول ورق اضافه می‌شود برای این منظور به یک طرف ورق مقدار $L - ۲e$ وبه طرف دیگر مقدار $۲L - ۴e$ اضافه می‌شود. این روابط برای اتصال‌های مختلف فرنگی پیچ مطابق روابط (۵-۳ تا ۵-۸) می‌باشد.

فرنگی پیچ ساده

۴e-۲L برای قطعه الف

۲e-L برای قطعه ب

رابطه ۵-۳

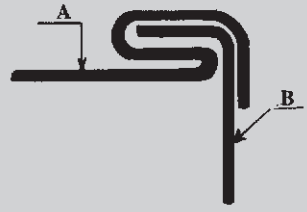
فرنگی پیچ گوشه

۴e-۲L برای قطعهٔ الف

۲e-L برای قطعه ب

رابطه ۵-۴

فرنگی پیچ آمریکایی

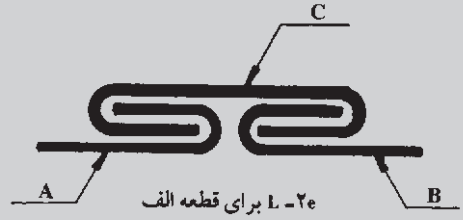


۶e - ۳Lبرای قطعه الف

۲e - L برای قطعه ب

رابطه ۵-۵

فرنگی پیچ کشویی



۲e-L برای قطعه الف

۲e-L برای قطعه ب

۴e-۲L برای قطعه ج

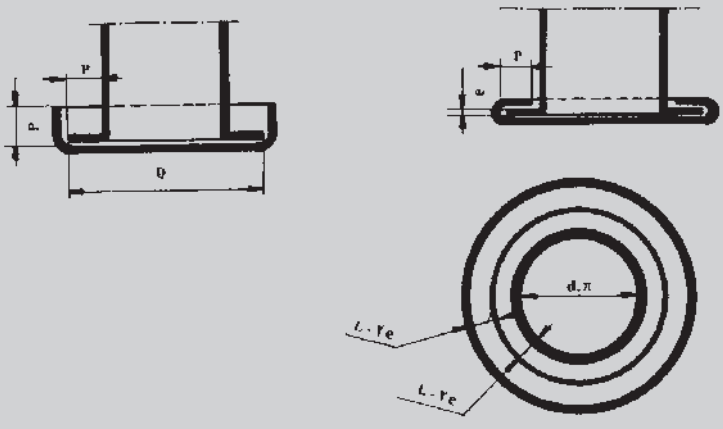
رابطه ۵-۶

فرنگی پیچ مضاعف

$2L - 4e$ برای قطعه الف

$3L - 6e$ برای قطعه ب

رابطه ۵-۷



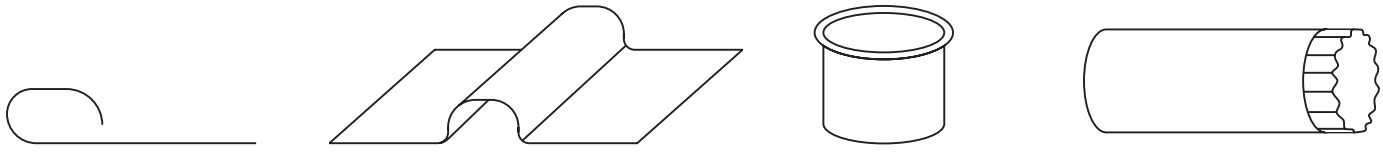
رابطه ۵-۸

چرخ ورق‌کاری

یکی از ماشین‌های مورد استفاده در صنعت ورق‌کاری ماشین چرخ ورق‌کاری (چرخ رخ) می‌باشد این ماشین در عین داشتن ساختمان ساده کاربرد وسیعی در این صنعت دارد وبه وسیله آن می‌توان عملیات مختلفی روی ورق انجام داد.

عملیاتی مانند رخ انداختن روی ورق، فلانچ کردن لبه ورق به داخل یا خارج، لبه دادن، کنگره کردن لبه ورق، آماده کردن لبه‌های ورق برای فرنگی پیچ ودر نهایت بریدن ورق می‌تواند کاربرد داشته باشد. (شکل ۵-۳)

شکل ۵-۳

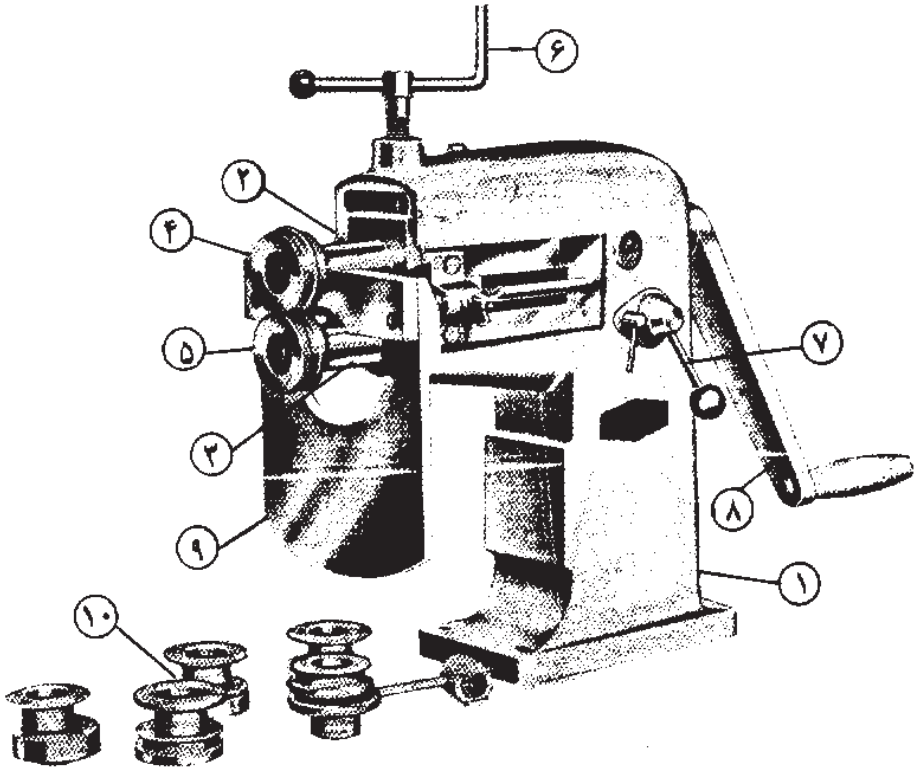


شکل ۵-۳ کارهای ورق‌کاری

این ماشین‌ها از نظر مکانیزم ونیروی محرکه به دو نوع دستی وبرقی تقسیم می‌شود.

چرخ ورق‌کاری دستی

این ماشین به وسیله مکانیزم چرخ دنده وواسطه‌های مکانیکی کار می‌کند واز قسمت‌های زیر تشکیل شده است. بدنه، محورها، پیچ تنظیم فاصله محورها، چرخ‌دنده‌ها، دسته گرداننده. (شکل ۵-۴)



شکل ۵-۴ چرخ ورقکاری

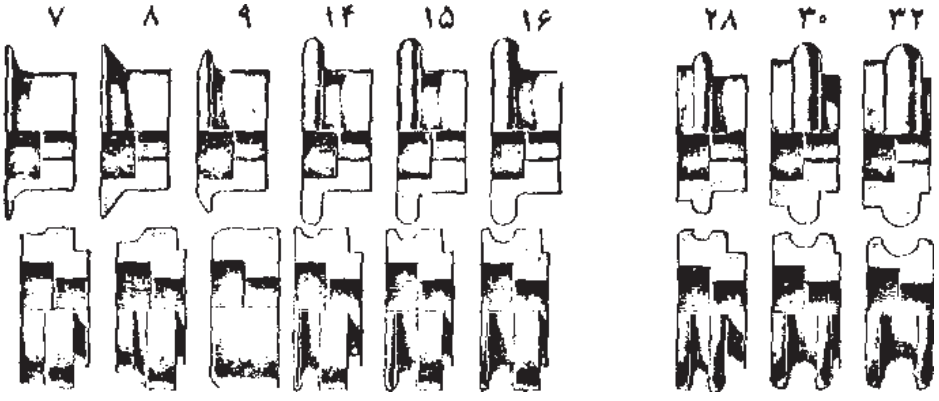
دستگاه رُخ‌دستی:

۱) بدنه ۲) محور بالایی ۳) محور پایینی ۴) قالب بالایی ۵) قالب پایینی ۶) فرمان تنظیم کننده فاصله بین دو قالب ۷) فرمان تنظیم کننده حرکت طولی محورها ۸) اهرم انتقال حرکت ۹) سپر تکیه‌گاه ورق ۱۰) قالب‌های دستگاه

مکانیزم چرخ ورق‌کاری

این چرخ از دو محور بالا وپایین تشکیل شده است محور بالا به کمک دسته

بالا وواسـطه فنری در جهت‌های بالا وپایین وعقب وجلو قابل تنظیم می‌باشـد. نیروی محرکه به وسیله دست تأمین شده وبه وسیله دسته لنگ به چرخ دنده‌ها که داخل پوسته قرار دارند انتقـال می یابند و این حرکت به محورها که در انتهای آن‌ها قرقره‌ها نصب شـده‌اند انتقال می یابـد. حرکت محورها در خلاف جهت یکدیگر می‌باشـد. این امر باعث کشـش ورق در هنگام کار شده وبا توجه به نوع قالب بسته شده شکل مورد نظر را بر روی ورق ایجاد می نماید. (شکل ۵-۵)



شکل ۵-۵

پرچ کاری

پـرچ کاری یکی از روش‌هـای اتصال دائم بـوده وازآن به منظـور اتصال ورق‌ها، پروفیل‌ها، وشمش‌ها به یکدیگر استفاده می شود.

وسیله‌ای که برای این منظور به کار می‌رود میخ پرچ نام دارد. در صنعت از پرچ کاری عـلاوه بر اتصال انتظارات دیگری نیز وجود داشـته ومی‌توان آن‌هـا را به چهار گروه تقسیم نمود.

۱. اتصال لق: در این نوع اتصال دو قطعه نسـبت بـه هم دارای مقداری لقی بوده ومی‌تواننـد حول محور میخ پرچ حرکت دورانی داشـته باشـند. مانند اتصال تیغه‌های قیچی دستی ویا انبر دست ودم باریک. (شکل ۵-۶)

شکل ۵-۶

۲. اتصـال محکم: در این روش میـخ پرچ وظیفه انتقال نیـرو واتصال قطعات به یکدیگر را تواماً به عهده دارد. مانند اتصال در سـاختمان‌های فلزی، پل‌ها، جرثقیل‌ها و وسایط نقلیه.

۳. اتصال درز بندی: در اینجا میخ پرچ علاوه بر وظیفه اتصال می‌بایست باعث درز بندی نیز گردد.مانند اتصال در مخازن ذخیره مایعات وسوخت. که در گذشته بیشتر متداول بوده است

٤. اتصال محکم ودرز بندی: در صنعت پیش می آید که محل اتصال بایستی وظیفه انتقال نیرو ودرز بندی را تواماً داشته باشد. مانند دیگ های بخار ومخازن تحت فشار.

۵-۲-۱ روش‌های پرچ کاری

پرچ کاری در صنعت به دو روش زیر ا نجام می‌شود:

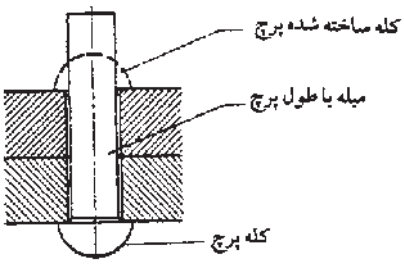
۱) پرچ کاری سرد ۲) پرچ کاری گرم

پرچ‌ها تا قطر ۸ میلی‌متر را به روش سرد وقطرهای بالاتر از آن را به صورت گرم پرچ کاری می کنند. اجرای پرچ کاری می تواند به دو روش:

۱) پرچ کاری دستی ۲) پرچ کاری ماشینی انجام شود.

۵-۲-۲ اصول پرچ کاری

پرچ کاری عبارت است از اتصال دو یا چند قطعه توسط میخ پرچ درشکل‌ها واندازه‌های مختلف جنس میخ پرچ‌ها معمولاً از جنس فولاد نرم، آلومینیم، مس ویا از آلیاژهای آن‌ها تولید وبا توجه به جنس قطعات اصلی به کار گرفته می‌شود. در اتصال قطعات فولادی ضخیم ازمیخ پرچ‌ها از جنس فولاد کم کربن استفاده می‌شود. این میخ پرچ‌ها معمولاً در قطر های ۱۰ تا ۳۵ میلی‌متر ساخته شده وبه صورت گرم پرچ کاری می‌شوند. برای اجرای عمل پرچ کاری میخ پرچ در سوراخی که به این منظور تعبیه شده قرارگرفته وبا فرم دادن سرهای آن این عمل صورت می‌پذیرد. در پرچ کاری فشرده شدن دو سر میخ پرچ باعث اتصال دو قطعه به یکدیگر شده وبدنه آن مانع از حرکت طولی آن‌ها نسبت به هم می‌شود. به این ترتیب نیروی اصطکاکی که بین دو قطعه به وجود می‌آید وهمچنین مقاومتی که بدنه میخ پرچ از خود نشان می‌دهد اتصال مطمئنی را به وجود می‌آورد. (شکل ۵-۷)



شکل ۵-۷

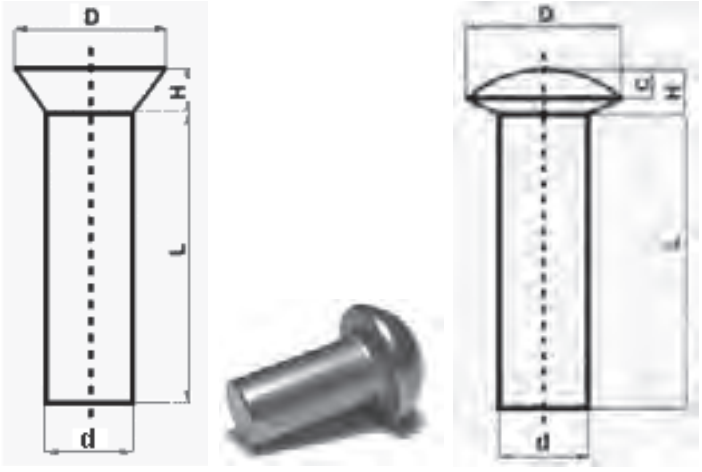
برای اجرای عمل پرچ‌کاری لازم است مراحل زیر انجام شود:

۱) خط‌کشی قطعات ۲) تعیین محل پرچ ۳) سنبه نشان زدن ۴) سوراخ‌کاری قطعات ۵) انطباق قطعات به وسیله پیچ ومهره ۶) برقو زدن سوراخ‌ها برای رسیدن به قطر لازم ۷) اجرای پرچ‌کاری رعایت این مراحل در هر دو روش سرد و گرم پرچ‌کاری الزامی می‌باشد.

مشخصات میخ پرچ

میخ پرچ‌ها با نوع جنس اندازه وفرم سر آن‌ها مشخص می‌شوند. میخ پرچ‌های ضربه‌ای از دوقسمت سر وبدنه تشکیل شده است که پس از اجرا به سه بخش: ۱) سر (کله) ۲) بدنه ۳) سر ساخته شده (کله ساخته شده) تبدیل می‌گردد.

بدنه میخ پرچ‌ها به فرم استوانه توپر ویا تو خالی بوده وبرای هدایت بهتر در داخل سوراخ قطر قسمت ابتدائی بدنه آن‌ها را کمی کوچک‌تر از قطر قسمت انتهائی در نظر می‌گیرند. جنس وسر میخ پرچ‌ها در نوع اتصال اهمیت زیادی داشته وبا توجه به موقعیت کاربرد آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. (شکل ۵-۸)



شکل ۵-۸

انواع میخ پرچ

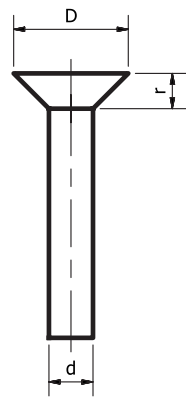
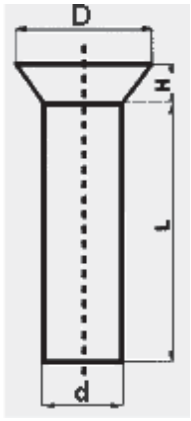
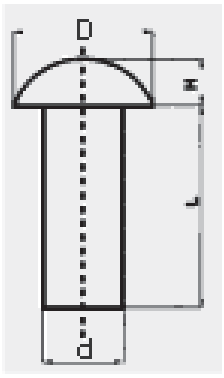
میـخ پرچ‌ها را بر حسـب نوع کار، نـوع اتصال وضخامت قطعـات اتصال به فرم‌ها واندازه‌های مختلف می‌سازند.

۱. میخ پرچ‌های ضربه‌ای (چکشی)

این میخ پرچ‌ها برای اتصال ورق‌ها، پروفیل‌ها، سـاختمان‌های فلزی و کشتی‌سازی وصنایع مختلف دیگر کاربرد دارد. ومعمولاً تا قطر ۳۶ میلی‌متر طراحی وساخته می‌شود. این میخ پرچ‌ها تا قطر ۱۰ میلی‌متر به صورت سـرد واز قطر ۱۰تا ۳۶ میلی‌متر به صورت گرم به کار گرفته می‌شـوند بـا توجه به نوع کاربری آن‌ها سـرهای متفاوتی دارند در شکل (۵-۹) نمونه‌های مختلف آن‌ها آورده شده است.

شکل ۵-۹

جدول ۵-۲

نوع پرچ / توضیح	پرچ تسمه	پرچ نیم‌گرد تخت	پرچ عدسی	پرچ سر خزینه	پرچ سر نیم‌گرد
جنس میخ پرچ	CU / AL	MS / St۳۴ / CU / AL	MS / St۳۴ / CU / AL	MS / St۳۴ / CU / AL	MS / St۳۴ / CU / AL
شکل‌های میخ پرچ					
قطرهای موجود	d = ۳/۴/۵ و ۳/۵	d = ۱/۲/۳/۴/۵/۶/۷/۸ و ۱/۴,۲/۶,۳/۵	d = ۱/۲/۳/۴/۵/۶/۷ و ۰/۴,۲/۶,۳/۵	d = ۱/۲/۳/۴/۵/۶/۷/۸/۹ و ۱/۷,۱/۴,۲/۶,۳/۵	
پارامترها	d = 2 / 8.d K = 0 / 4.d	d = 2 / 3.d K = 0 / 3.d	D = 2.d K = 0 / 5.d	D = 1 / 75.d K = 0 / 5.d	D = 1 / 75.d K = 0 / 6.d
بعضی کاربردها	اتصالات مواد نرم مانند: چرم، نمد، لاستیک	اتصال لحیم، اتصال محکم و درزبندی	اتصالات ورق‌کاری پروفیل‌های آلومینیومی و اتصالات ظریف	در مواردی که لازم است سر میخ پرچ داخل قطعه اتصال قرار گیرد	اتصالات محکم، و درزبندی

شکل ۵-۱۰

پرچ میخی

این پرچ در اتصال ورق‌های فلزی ومصنوعات ساخته شده از ورق مانند وسایل آشپزخانه ـ بدنه اتومبیل مورد استفاده قرار می گیرد جنس این پرچ‌ها از فولاد معمولی

وآلیاژهای آلومینیوم ومس ساخته می‌شود. این میخ پرچ‌ها از یک استوانه توخالی

جدول ۵-۳ انواع پرچ سر گِرد معمولی ، سرخزینه و سر گِرد بزرگ

میخ پرچ سرگرد بزرگ		میخ پرچ سرخزینه		میخ پرچ سرگرد معمولی		D
E	H	E	H	E	H	
،	،	۰/۸	۵	۰/۸	۵	۲/۴۰
،	،	۰/۸	۶	۰/۸	۶	۲/۹۰
۱	۸	۰/۹	۶/۵	۰/۹	۶/۵	۳/۲۰
۱/۴	۱۰	۱/۲	۸	۱/۲	۸	۳/۸۵
۱/۷	۱۴	۱/۵	۱۰	۱/۵	۱۰	۴/۸۰
۲	۱۵	۱/۸	۱۲	۱/۸	۱۲	۵/۸۵
۲/۲	۱۶	۲	۱۳	۲	۱۳	۶/۴۰

برای اتصال این پرچ‌ها به دستگاه پرچ کش مخصوص نیاز است که پرچ کاری با آن انجام می گیرد. نیروی لازم پرچ کاری توسط دست یا با استفاده از هوای فشرده تأمین می‌شود. (شکل ۵-۱۱)

پرچ‌های مخصوص: برای اتصال ورق‌های فلزی نازک یا صفحاتی از مواد مصنوعی چرم وهمچنین در مواردی که برای پرچ کاری فقط یک طرف محل اتصال در اختیار باشد. از پرچ‌های مخصوص استفاده می کنند.

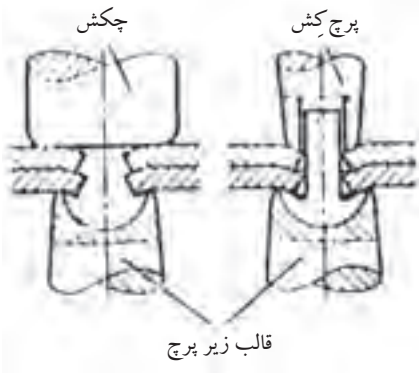
پرچ‌های مخصوص عبارتند از:

پرچ‌های لوله‌ای، قارچی، پرچ انفجاری

٤- پرچ‌های لوله‌ای: کاربرد این میخ پرچ‌ها برای اتصال قطعات فلزی سبک ومواد غیر فلزی (چرم، مقوا ، مواد مصنوعی) است. اتصالی که با این میخ پرچ انجام می گیرد استحکام زیادی ندارد وبرای درزبندی هم مناسب نیست. این پرچ‌ها را از فولادهای نرم، برنج، مس یا آلومینیوم تا قطر ۱۰ میلی‌متر می‌سازند. برای ایجاد اتصال با این میخ پرچ از یک سمبه مخصوص استفاده می کنند ولبه پرچ را با ضربه یا نیروی وارد بر آن شکل می‌دهند. (شکل ۵-۱۲)

شکل ۵-۱۱ پرچ‌کش دستی یا ماشینی

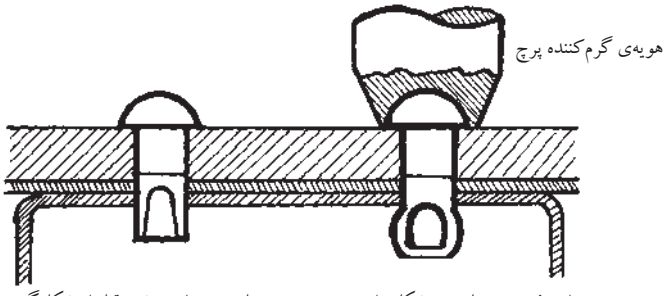
شکل ۵-۱۲



شکل ۵-۱۳

پرچ قارچی: در اتصال ورق‌های نازکی که بایستی از یک طرف کاملاً صاف بوده وبرجستگی نداشته باشد. اســتفاده از پرچ خزینه‌ای به علت ضخامت کم قطعات مورد اتصال امکان ندارد در چنین مواردی از پرچ‌قارچی استفاده می‌شود. (شکل ۵-۱۳)

پرچ انفجاری: در بدنه این پرچ ســوراخ بن بســتی ایجاد شــده که درون آن را با مواد منفجره پر می‌کنند سپس با درپوشی آن را مسدود می‌نمایند. مواد منفجره بستگی بــه قطــر و جنس میخ پرچ دارد. پــرچ کاری به این صورت انجــام می‌گیرد که پس از قرار دادن میخ پرچ درون ســوراخ قطعات مورد اتصال ســر میخ پرچ را به کمک هویه مخصــوص گرم می‌کنند. مواد منفجره در درجه حرارت ۱۲۰تا ۱۳۰ درجه ســا نتیگراد منفجر می‌شود وانرژی حاصل سر قفل کننده میخ پرچ ایجاد می‌گردد. (شکل ۵-۱۴)



شکل ۵-۱۴

۵-۲-۵ محاســبات پرچ کاری: برای داشــتن اتصالی مطمئن در پرچ‌کاری لازم اســت محاســبات دقیقی برای تعیین عوامل آن انجام داد. لذا در ادامه به نحوه محاسبه بعضی عوامل تعیین کننده می‌پردازیم.

تعییــن قطــر پرچ: برای تعیین قطــر میخ پرچ عوامل مختلفی تأثیرگذار می‌باشــد عواملی ماننــد ضخامت قطعات مورد اتصال – نوع پرچ‌کاری – وتنش های اعمالی را نام برد. تعیین قطر میخ پرچ با اســتفاده از روابط وجداول موجود انجام می‌گیرد. نمونه روابط به شرح زیر می‌باشد: (رابطه ۵-۹)

فرمول عملی پرچ‌کاری $d = T + ۲$

فرمول برایل $d = \sqrt{۵۰ \times t - ۴}$

فرمول هامبورگ $d = \frac{۴۵t}{۱۵ + t}$

رابطه ۵-۹

در روابط بالا:

d= قطر پرچ

T= مجموع ضخامت قطعات مورد اتصال

t= میانگین ضخامت قطعات مورد اتصال

تعیین قطر سوراخ پرچ: قطر سوراخ پرچ متناسب با نوع پرچ‌کاری (سرد یا گرم) وقطر پرچ تعیین می‌شـود. چنان‌چه قطر سوراخ پرچ با دقت تعیین نشود کاستی‌های در اتصال ایجاد می‌گردد. روابط (۵-۱۰ و ۵-۱۱) قطر سوراخ پرچ (d) را تعیین می‌کند.

$d_1 = 1/1d$ پرچ‌کاری سرد

رابطه ۵-۱۰

$d_1 = d + 1$ پرچ‌کاری گرم

رابطه ۵-۱۱

در جدول (۵-۴) نیز قطر پرچ و قطر سـوراخ پرچ را برای اتصال ورق‌ها تا ضخامت ۳۰ میلی‌متر نشان می‌دهد.

جدول ۵-۴

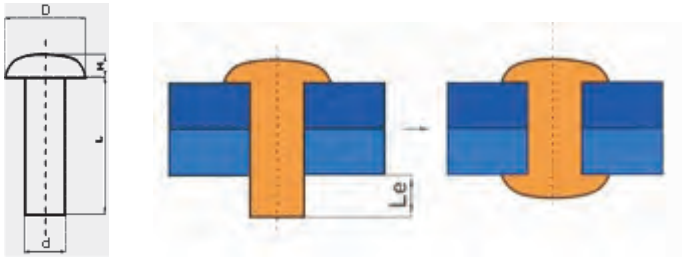
ردیف	ضخامت قطعه کار	قطر پرچ	قطر سوراخ پرچ	ردیف	ضخامت قطعه کار	قطر پرچ	قطر سوراخ پرچ
۱	۰/۸	۳	۳/۳	۱۰	۸	۱۶	۱۷
۲	۱	۴	۴/۴	۱۱	۱۰	۱۸	۱۹
۳	۱/۵	۵،۴	۴/۵،۴/۵	۱۲	۱۲	۲۰	۲۱
۴	۲	۶	۶/۶	۱۳	۱۴	۲۲	۲۳
۵	۲/۵	۷	۷/۷	۱۴	۱۶	۲۴	۲۵
۶	۳	۸	۸/۸	۱۵	۱۸	۲۷	۲۸
۷	۴	۱۰	۱۱	۱۶	۲۲	۳۰	۳۱
۸	۵	۱۲	۱۳	۱۷	۲۶	۳۳	۳۴
۹	۶	۱۴	۱۵	۱۸	۳۰	۳۶	۳۷

تعییـن طول میخ پرچ: طول میخ پرچ متناسـب با ضخامت قطعات مورد اتصال ونوع پرچ‌کاری تعیین می‌شـود. افزایش یا کاهش طول بیشتر از حد لازم موجب بروز کاستی‌هایی در اتصال پرچ‌کاری می‌گردد.

همان طور که در شکل (۵-۱۵) نشان داده شده است طول پرچ برابر است با مجموع ضخامت قطعات به علاوه مقداری که برای شـکل دادن مورد نیاز اسـت مطابق رابطه (۵-۱۲):

$$L = T + Le$$

رابطه ۵-۱۲



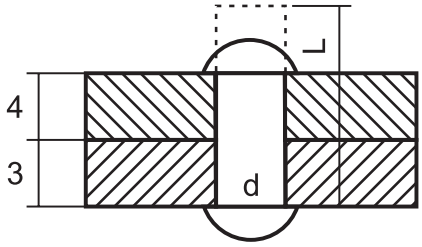
شکل ۵-۱۵

از طرفی چون نوع پـرچ‌کاری (نیم‌کروی، خزینه‌ای و...) و روش اجرا نیز در تعیین طول پرچ مؤثر هسـتند برای اتصالات مختلف لازم است از روابط خاص استفاده کرد جـدول (۵-۵) نمونه‌ای از این روابط را برای تعیین طول پرچ‌های نیم‌کروی وخزینه‌ای با روش‌های مختلف اجرا نشان می‌دهد.

جدول ۵-۵ تعیین تقریبی مقدار L در پرچکاری

نوع پرچ‌کاری	پرچ نیمکروی	پرچ خزینه‌ای	پرچ سر عدسی
پرچ‌کاری سرد با دست	$L = T + ۱/۵d$	$L = T + ۰/۷d$	$L = T + ۱/۱d$
پرچ‌کاری سرد پرسی	$L = T + ۱/۶d$	$L = T + ۰/۸d$	$L = T + ۱/۱d$
پرچ‌کاری سرد با هوا	$L = T + ۱/۷d$	$L = T + ۰/۸d$	$L = T + ۱/۲d$
پرچ‌کاری گرم باروغن	$L = T + ۱/۷d$	$L = T + d$	$L = T + ۱/۲d$
پرچ‌کاری گرم با ماشین	$L = T + ۱/۷d$	$L = T + d$	$L = T + ۱/۲d$

مثال: محاسبه‌های زیر را برای اتصال مطابق شکل (۵-۱۶) به دست آورید در صوتی که پرچ کاری سرد انجام شده باشد.



d = قطر پرچ
d_1 = قطر سوراخ پرچ
L = طول پرچ

شکل ۵-۱۶

پاسخ:

$t_1 = ۴mm$

$t_2 = ۳mm$

$T = ۷mm$

$d = T + ۲$

$d = ۷ + ۲ = ۹mm$ قطر پرچ

$d_1 = ۱/۱d$

$d_1 = ۱/۱ \times ۹ = ۹/۹mm$ قطر سوراخ پرچ

$L = T + ۱/۷d$

$L = ۷ + ۱/۷ \times ۹$

$L = ۲۲/۳mm$ طول پرچ

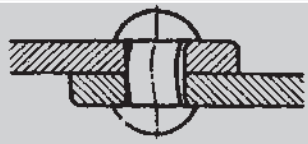
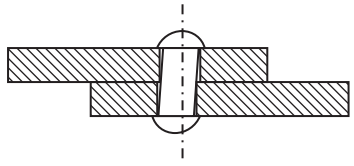
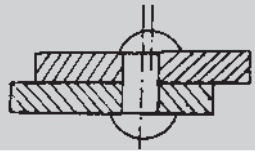
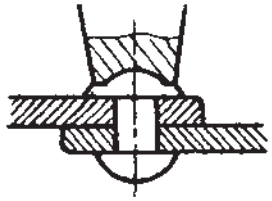
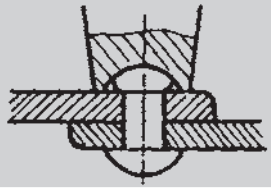
معایب پرچ کاری

در اتصالات پرچ کاری ممکن است به دو دلیل زیر عیوبی در پرچ کاری به وجود آید.

الف) انتخاب نادرست عوامل پرچ کاری ب) انتخاب نادرست روش اجرا

در جدول (۵-۶) نمونه‌هایی از عیوب پرچ‌کاری نشان داده شده است.

جدول ۵-۶

نقص	شکل	علت وعامل نقص
بدنه میخ پرچ کج شده وسوراخ را پر نمی‌کند		سوراخ بزرگ‌تر از اندازه مجاز است
بدنه وسر قفل کننده میخ پرچ منحرف شده واستحکام محل اتصال کم است.		سوراخ‌ها در یک راستا نیستند
سر قفل کننده میخ پرچ دارای انحراف است.		امتداد سوراخ‌هانسبت به سطح کار مایل هستند
سر قفل کننده بزرگ ودارای پلیسه می‌باشد.		طول میخ پرچ بزرگ تر از اندازه مجاز می‌باشد.
سر قفل کننده کوچک بوده واستحکام محل اتصال کم می‌باشد.		طول میخ پرچ کوچک‌تر از اندازه مجاز می‌باشد.

ارزشیابی فصل پنجم

۱-انواع روش‌های اتصال در صنعت را نام ببرید.

۲-فرنگی پیچ را تعریف کرده وانواع روشهای اجرایی آن را نام ببرید.

۳-انواع فرنگی پیچ را با رسم شکل نام ببرید.

۴-کاربرد چرخ رخ (چرخ ورقکاری) را شرح دهید.

۵-انواع روش‌های پرچکاری را نام ببرید.

۶-انواع روش‌های اجرایی پرچکاری را نام ببرید.

۷-اصول پرچکاری را شرح دهید.

۸-چند نمونه از عیوب پرچکاری را نام ببرید.

۹-چند نمونه از انواع میخ پرچ‌ها را نام ببرید.

فصل ششم

روش‌های بریدن ورق‌های فلزی

هدف‌های رفتاری

۱- نکات اجرایی برشکاری با قیچی دستی را توضیح دهد.

۲- ورق‌های نازک را با قیچی دستی ببرید.

۳- برشکاری با قلم را انجام دهد.

۴- نکات اجرایی قلم‌کاری را شرح دهد.

۵- کار با قیچی‌های اهرمی را انجام دهد.

۶- برشکاری با ماشین گیوتین را انجام دهد.

۶

۶- روش‌های بریدن ورق‌های فلزی

۶-۱ قیچی کاری

همانطوری که در فصل دوم توضیح داده شـد برشـکاری با قیچی از روشهای بدون براده برداری انجام می شـده. برای دست یابی به مهارت لازم وکافی در بریدن توسط قیچی لازم اسـت تمرین‌های عملی بسـیاری انجام گیرد تا هنرجـو بتواند این مهارت راکسب کند. قبل از شروع تمرین عملی قیچی مناسب را با توجه به موارد زیر می توان انتخاب نمود.

۱. ضخامت ورق
۲. جنس ورق
۳. فرم برشکاری

۱- ضخامت ورق: برشـکاری با قیچی دستی برای ورق‌های فولادی تا ضخامت ۰/۷۵ میلی‌متـر و ورق‌های غیر آهنـی تا ضخامت ۱/۵ میلی‌متر در برش مسـتقیم ودر برش‌های منحنی شـکل تاضخامت ۰/۶ میلی‌متر برای ورق‌های آهنی وبرای ورق‌های غیر آهنی تا ضخامت۱/۲۵ میلی متر گرفته می‌شود.

۲- جنـس ورق: عامل تعیین کننده دیگر در انتخاب نوع قیچی جنس ورق مورد برشکاری است. بدین منظور ورق‌ها را به دو گروه آهنی وغیر آهنی تقسیم می کنند.

در جدول (۶-۱) با توجه به جنس وضخامت ورق‌ها توان برش آنها آورده شده است.

جدول ۶-۱

ردیف	جنس ورق	ضخامت ورق
۱	فولاد S ۱۸۵[۱]	تا ۱ میلی‌متر
۲	فولاد S۲۳۵JR[۲]	تا ۰/۸ میلی‌متر
۳	فولاد S۲۷۵JR[۳]	تا ۰/۷ میلی‌متر
۴	فولاد E۲۹۵[۴]	تا ۰/۵ میلی‌متر
۵	آلومینیوم	تا ۲/۵ میلی‌متر
۶	آلیاژهای آلومینیوم	تا ۱ میلی‌متر
۷	سرب	تا ۵ میلی‌متر
۸	مس	تا ۱/۲ میلی‌متر
۹	برنج	تا ۰/۸ میلی‌متر
۱۰	روی	تا ۱/۵ میلی‌متر

۳- فرم برشکاری در ورق: با توجه به شکل فرم برش در قطعه می‌توان نوع قیچی دستی را انتخاب نمود قیچی‌ها با توجه به شکل برشکاری به دو نوع تقسیم می شوند:

الف ـ برش مستقیم که خود به دو نوع: چپ بر، راست بر تقسیم می‌شود.

ب ـ برش منحنی که این نیز به دو نوع تقسیم می‌شود: ۱) منحنی بر داخلی ۲) منحنی بر خارجی (شکل‌های ۶-۱ تا ۶-۴)

نمونه‌ای از قیچی تیغه صاف

شکل ۶-۱ برشکاری خط‌های مستقیم با قیچی تیغه صاف

شکل ۶-۲ نمونه‌ای از قیچی داخل بُر و شیوه‌ی کار با آن

۱- S۱۸۵=St۳۳ ۲- S۲۳۵JR=St۳۷ ۳- S۲۷۵JR=St۴۴ ۴- E۲۹۵=St۵۰

شکل ۶-۳ برشکاری خط‌های منحنی با قیچی تیغه صاف

الف

ب

شکل ۶-۴
الف: قیچی راست‌بُر ب: قیچی چپ بُر

عامل مهم دیگر برای انتخاب نوع قیچی طول اهرم آن می‌باشد. با افزایش طول اهرم همانطور که قبلا آموختید نیروی مورد نیاز برای برشـکاری کاهش می یابد. قیچی‌های دستی را معمولا با طول اهرمهای ۴۰۰ - ۲۰۰ میلی‌متر می سازند.

عامل تعیین کننده دیگر برای یک برش خوب مقدار لقی بین دو تیغه قیچی دسـتی می‌باشـد. چنانچه لقی بین تیغه‌ها زیاد باشـد ورق بریده نمی‌شود.بلکه خم می گردد . برعکس در صورتی که لقی بین تیغه‌ها کم باشـد نیروی بیشـتری برای برشکاری لازم دارد و ایـن عمل موجـب کندی تیغه‌ها می گردد. این عیـب می‌تواند در لبه‌های ورق پلیسـه ایجاد کند. گاهی نیز ممکن است لبه تیغه‌ها ببرد وباعث شکسته شود تیغه شود. در جدول (۶-۲) مقدار لقی مناسب برای قیچی‌های دستی آورده شده است.

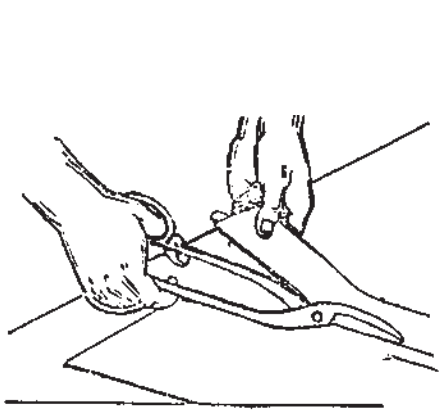
جدول ۶-۲

ردیف	ضخامت ورق به میلی‌متر		لقی بین تیغه‌ها به میلی‌متر	
	از	تا	از	تا
۱	۰/۲۵	۰/۷۵	۰/۰۱۵	۰/۰۵
۲	۱	۲	۰/۰۶	۰/۱

۶-۱-۱ اصول بریدن با قیچی دستی

برای یک برشـکاری خوب وصحیح ابتدا می بایست خط برش را به صورت واضح بر روی ورق کشـید وسـپس دهانه قیچی را بـه حالتی باز می کنیم کـه خط برش در $\frac{۲}{۳}$ طول تیغه نسـبت به نوک آن قرار گیرد. باید توجه داشـت چنانچه ورق بیشـتر از مقدار ذکر شده وارد دهانه قیچی شود باعث می‌شود قیچی ورق را به سمت جلو رانده

وبرشکاری صورت نگیرد. ودر صورتی که ورق در فاصله کمتر از حد گفته شده قرار گیــرد باعث بالارفتن تعداد دفعات برش شــده وزمان برش را افزایــش می دهد. نگاه کردن عمودی به خط برش در هنگام برشکاری نیز باعث افزایش دقت برشکاری شده واز انحراف قیچی جلوگیری می نماید. در صورتی که طول برشکاری زیاد باشد. لازم از چند حرکت قیچی ورق را کمی به ســمت بــالا خم نمود تا حرکت قیچی راحت‌تر صورت گیرد مطابق شکل‌های (۶-۵ الف و ۶-۵ ب).



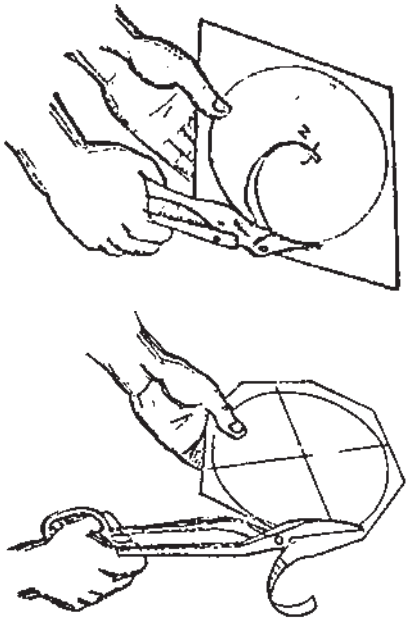
ب ـ وضعیت ورق هنگام بریدن با قیچی دستی

الف ـ روش هدایت قیچی دستی هنگام بریدن ورق

شکل ۶-۵

اگر بخواهیم قوس‌های دایره ای یا منحنی شکل را برش دهیم می بایست جهت برش را با توجه به نوع قیچی انتخاب نمود. در صورتی که قیچی انتخابی چپ بر باشد قیچی را در جهت عقربه‌های ساعت حرکت می دهیم تا خط برش را بخوبی بتوان دید. در این صورت خط برش در ســمت راست تیغه قیچی دیده می‌شود. ودر صورتی که از قیچی راست بر بخواهیم استفاده نمائیم می بایست قیچی را در جهت مخالف عقربه ساعت حرکت دهیم در این حالت خط برش در سمت چپ تیغه‌های قیچی مشاهده می‌شود. (شکل ۶-۶)

قیچی‌های دســتی با اهرم ثابت در هنگامی به کار گرفته می‌شــود که نیاز به نیروی بیشتری باشد این قیچی‌ها را می‌توان در سوراخ سندان قرار داده ویا بر روی گیره بست وبرای برشکاری بکار برد. (شکل ۶-۷)



شکل ۶-۶

شکل ۶-۷

نکات ایمنی و حفاظتی برشکاری:

– هرگز نباید برای افزایش نیروی برش، به دسته قیچی اهرمی ضربه زد و طول اهرم آن را به وسیله لوله اضافه کرد و یا از نیروی وزن بدن جهت برشکاری استفاده نمود.

– از بریدن ورقهای فولادی آلیاژی با قیچی ها خوداری کنید. زیرا باعث صدمه زدن به تیغه می شود.

– دور ریز قطعات قیچی شده را در محل مناسبی جمع آوری کنید و از پراکنده شدن آنها در عمل کار جلوگیری نمایید.

– بـرای برش کاری قیچی مناسـبی با توجه به ضخامت انتخـاب نمایید تا به راحتی بتوانید عمل برشکاری را انجام دهید.

– هرگـز انگشـتان خود را در هنگام برشـکاری بـا قیچی گیوتیـن نزدیک تیغه ها نکنید.

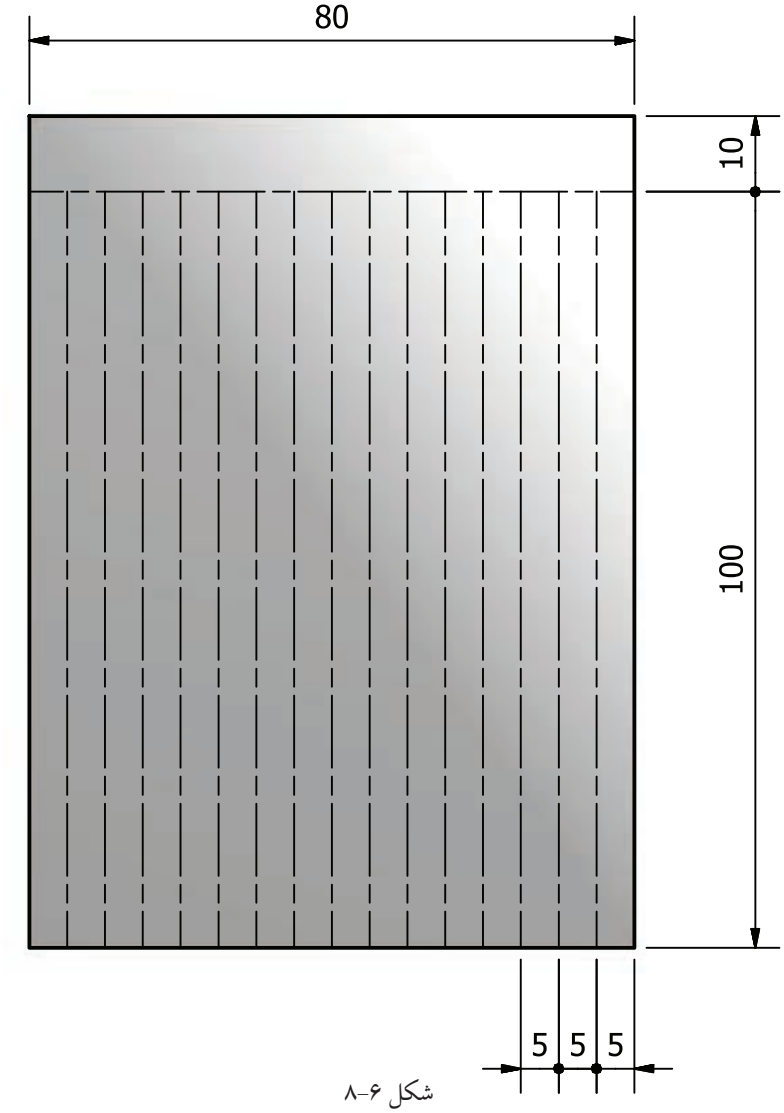
هیچ گاه حفاظ قیچی های ماشینی را از آنها دور نکنید.

– قبـل از شـروع به کار با قیچی های نیبلـر از محکم بودن تیغه هـای آنها اطمینان حاصل کنید.

۶-۱-۲ تمرین‌های عملی با قیچی دستی

تمرین اول: با توجه به آموخته های خود نقشه شماره ۱ را اجرا می کنیم. (شکل ۶-۸)

نوع تمرین	بریدن ورق‌های نازک با قیچی دستی مستقیم بر	زمان آموزش (ساعت)	
		نظری	عملی
جنس وابعاد مواد اولیه	ورق آهن سیاه روغنی ۰/۵ × ۱۰۰ × ۱۲۵	۰/۵	۳/۵



شکل ۶-۸

فعالیت در کارگاه: هنرجویان عزیز با توجه به نقشه به سوالات زیر پاسخ دهید.

۱ - بـرای اجـرای کار چه ابزارهای نیـاز دارید. از بین ابزارهای پیشـنهادی فکر می کنید کدام ابزارها برای این تمرین مناسب می‌باشد.

۲- بـرای دور ریز کمتر اگر تعداد هنرجویان ۱۵ نفر باشـد و ابعاد ورق موجود در کارگاه ۳۰۰×۱۰۰۰ باشد چینش قطعات چگونه باشد.

۳- جـواب خود را با هم گروهی‌های خود ودیگر هم‌کلاسـی‌ها مقایسـه وبهترین جواب را به هنر آموز خود نشان دهید.

۴- به نظر شما مراحل انجام کار چگونه باید باشد.

۵- فکر می‌کنید زمان پیشـنهادی برای این اجرای این کار کافی است در صوتی‌که جواب منفی باشد. زمان پیشنهادی شما چه مدت است.

ابزارهای پیشنهادی

۱- گونیای ۹۰درجه

۲- خط‌کش فلزی ۳۰ سانتی‌متری

۳- خط‌کش فلزی ۵۰ سانتی‌متری

۴- نقاله فلزی

۵- سوزن خط‌کش

۶- سنبه نشان

۷- چکش فلزی ۲۵۰ گرمی

۸- چکش چوبی

۹- سوهان سه گوش ۲۰۰ میلی‌متری

۱۰- سوهان تخت ۲۰۰میلی‌متری

۱۱- سوهان کیفی

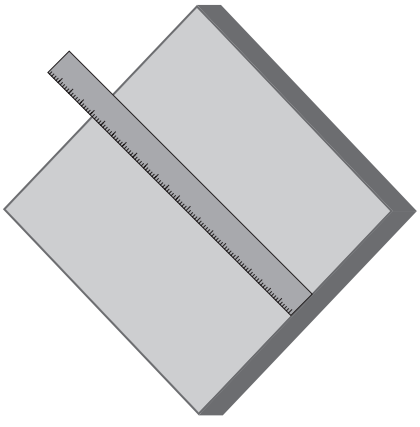
۱۲- سندان تخت

۱۳- صفحه صحافی

۱۴- چکش پلاستیکی

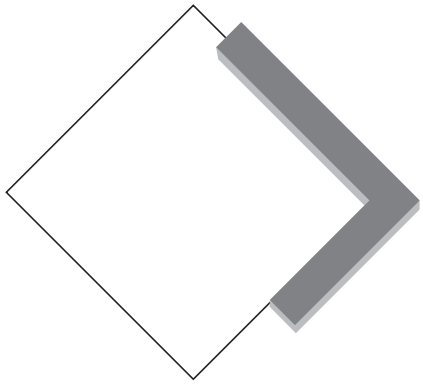
مراحل انجام کار

۱- ابعاد ورق را به وسیله خط‌کش فلزی کنترل نمایید. (شکل ۶-۹)



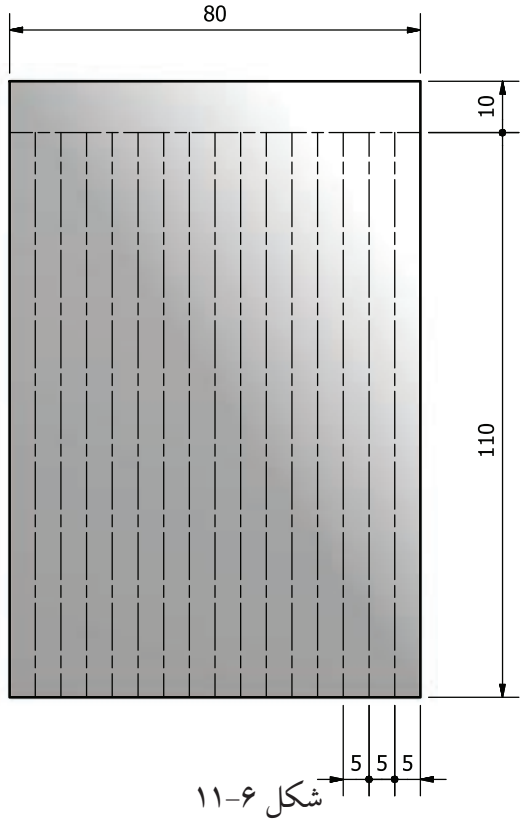
شکل ۶-۹

۲- با استفاده از گونیا از گونیایی بودن ورق اطمینان حاصل کنید. (شکل ۶-۱۰)



شکل ۶-۱۰

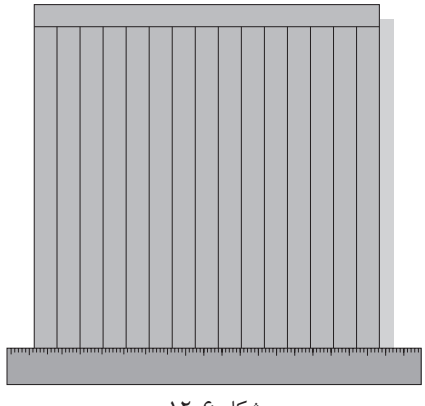
۳- قطعه کار را مطابق شکل (۶-۱۱) خط کشی نمایید.



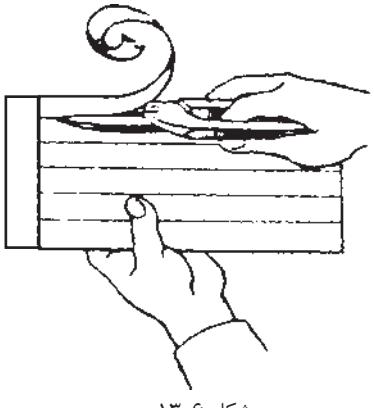
شکل ۶-۱۱

۴-پس از اتمام خط کشی آن را یک بار کنترل نمود تا اندازه‌ها درست باشد.(شکل ۶-۱۲)

۵- با استفاده از قیچی مستقیم از روی خطوط شروع به برشکاری نمائید توجه کنید کــه تیغه قیچی از خط برش خارج نگــردد. همچنین در انتهای کاراز خط انتهائی عبور نکند. (شکل ۶-۱۳)

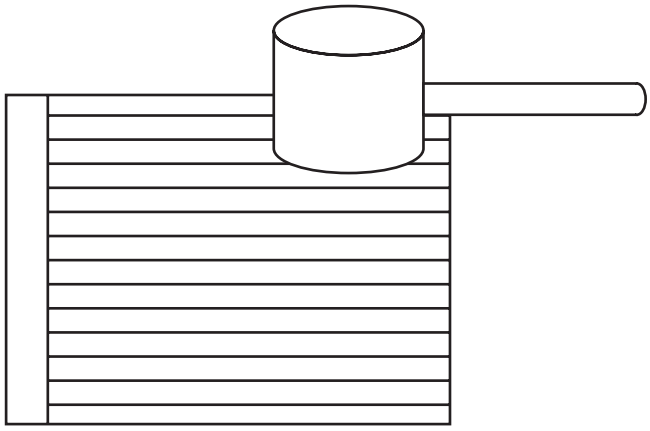


شکل ۶-۱۲



شکل ۶-۱۳

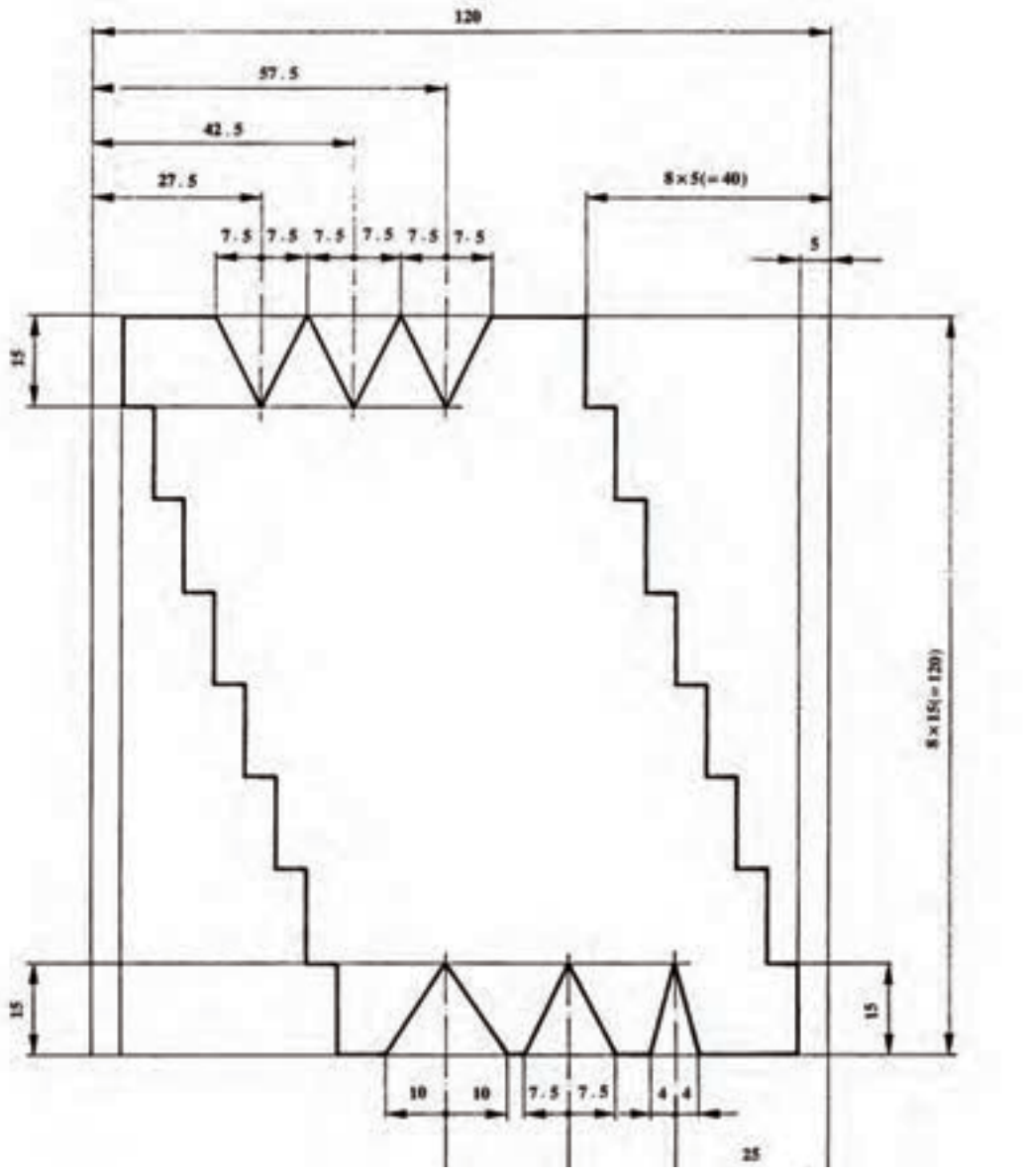
۶- پس از اتمام برشـکاری قطعه را توسـط چکش چوبی یا پلاستیکی صاف نموده وبه هنرآموز خود ارائه نمائید. (شکل ۶-۱۴)



شکل ۶-۱۴

نقشه کار شماره ۲

نوع تمرین	برشکاری ورق‌های نازک با قیچی دستی مستقیم بر	زمان آموزش(ساعت)	
		نظری	عملی
جنس وابعاد مواد اولیه	ورق آهن سیاه روغنی ۰/۵×۱۲۵×۱۲۵	۰/۵	۳/۵



شکل ۶-۱۵

فعالیت در کارگاه: هنرجویان عزیز با توجه به نقشه به سؤالات زیر پاسخ دهید.

۱ - برای اجرای کار چه ابزارهای نیاز دارید.

۲- بـرای دور ریز کمتر اگر تعداد هنرجویان ۱۵ نفر باشـد و ابعاد ورق موجود در کارگاه ۵۰۰×۱۰۰۰ باشد چینش قطعات چگونه باشد.

۳- جـواب خود را با هم گروهی‌های خود ودیگر هم‌کلاسـی‌ها مقایسـه وبهترین جواب را به هنرآموز خود نشان دهید.

۴- به نظر شما مراحل انجام کار چگونه باید باشد.

۵- فکـر می‌کنید زمان پیشـنهادی برای اجرای این کار کافی اسـت در صورتی‌که جواب منفی می‌باشد. زمان پیشنهادی شما چه مدت می‌باشد.

۶- ابزارهای انتخابی خود را با هنرآموز خود در میان بگذارید.

۷- به گروه‌های سه نفره تقسیم ویک سر گروه برای خود انتخاب نمائید.

۸- مراحل انجام تمرین را در گروه خود مورد بررسی قرار دهید.

۹- جواب خود را با گروه‌های دیگر مقایسه نمائید.

۱۰- مراحل کار پیش نهادی را با هنرآموز خود مطرح نمائید.

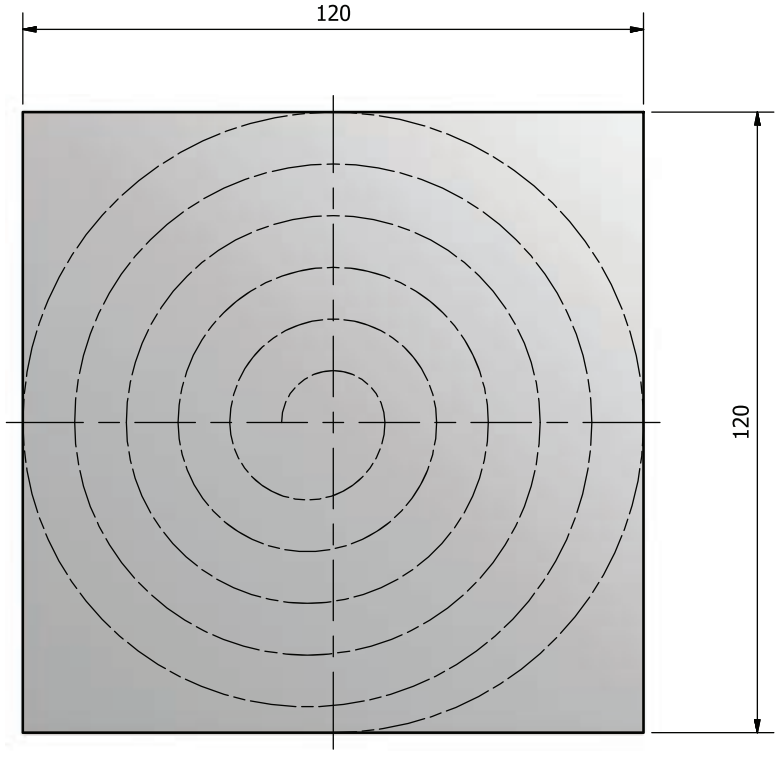
۱۱- با دقت تمام شروع به انجام مراحل کار نمائید.

۱۲- پس از اتمام کار مشکلات پیش آمده را در گروه خود وگروه‌های دیگر مطرح نمائید.

۱۳- چه پیشنهادی برای بر طرف کردن آنها در تمرین بعدی دارید.

نقشه کار ۳ (شکل ۶-۱۶)

نوع تمرین	برشکاری ورق‌های نازک با قیچی دستی گِردبُر به صورت مارپیچ (اسپیرال)	زمان آموزش	
		نظری	عملی
جنس وابعاد مواد اولیه	ورق آهن سیاه روغنی ۰/۵×۱۲۰×۱۲۰	۰/۵	۳/۵



شکل ۶-۱۶

فعالیت در کارگاه: هنرجویان عزیز با توجه به نقشه به سوالات زیر پاسخ دهید.

۱ - برای اجرای کار چه ابزارهای نیاز دارید.

۲- بـرای دور ریز کمتر اگر تعداد هنرجویان ۱۵ نفر باشـد و ابعاد ورق موجود در کارگاه ۵۰۰×۱۰۰۰ باشد چینش قطعات چگونه باشد.

۳- جـواب خود را با هم گروهی های خود ودیگر همکلا سـیها مقایسـه وبهترین جواب را به هنر آموز خود نشان دهید.

۴- به نظر شما مراحل انجام کار چگونه باید باشد.

۵- فکـر می کنید زمان پیشـنهادی برای اجرای این کار کافی اسـت در صورتی که جواب منفی می‌باشد. زمان پیشنهادی شما چه مدت می‌باشد.

۶-ابزارهای ا نتخابی خود را با هنرآموز خود در میان بگذارید.

۷-به گروه‌های سه نفره تقسیم ویک سر گروه برای خود انتخاب نمائید.

۸-مراحل انجام تمرین را در گروه خود مورد بررسی قرار دهید.

۹-جواب خود را با گروهای دیگر مقایسه نمائید.

۱۰-مراحل کار پیش نهادی را با هنرآموز خود مطرح نمائید.

۱۱-با دقت تمام شروع به انجام مراحل کار نمائید.

۱۲- پس از اتمام کار مشکلات پیش آمده را در گروه خود وگروه‌های دیگر مطرح نمائید.

۱۳- چه پیشنهادی برای بر طرف کردن آنها در تمرین بعدی دارید.

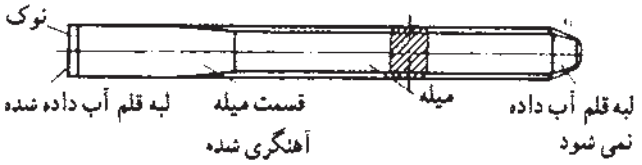
سؤال: اگر هنرجوی چپ دست در کلاس خود دارید فکر می کنید کدام نوع قیچی فرم بر برای ایشان مناسب تر باشد قیچی چپ بر یا راست بر ؟

- پاسخ خود را با همکلاسی وهنرآموز خود در میان بگذارید.

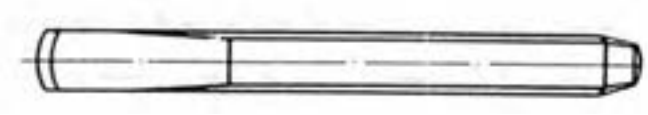
۶-۲ کارهای عملی قلم‌کاری

همانطور که در فصل دو مطالعه نمودید از قلم می توان برای برش استفاده کرد.

انواع قلم: در (شکل‌های ۶-۱۷ تا ۶- ۲۳) زیرانواع قلم‌های مختلف وکاربرد آنها را مشاهده می کنید.



شکل ۶-۱۷ قلم تخت



شکل ۶-۱۸ قلم تخت با لبه‌ی گِرد

شکل ۶-۱۹ قلم ناخنی

ب) کاربرد قلم دَم‌باریک و روش کار آن

الف) قلم دَم‌باریک (شیاربُر)

شکل ۶-۲۰

ب) کاربرد و شیوه‌ی کار آن

الف) قلم شیار منحنی بُر

شکل ۶-۲۱

الف) قلم میان‌بُر

ب) کاربرد و شیوه‌ی کار آن

شکل ۶-۲۲

الف) قلم پلیسه‌گیر

ب) کاربرد و شیوه‌ی کار آن

شکل ۶-۲۳

نکات اجرائی قلم‌کاری:

در قلم‌کاری به سه نکته اساسی زیر می بایست توجه نمود.

۱- عملیات قبل از برشکاری

۲- عملیات برشکاری

۳- عملیات اجرایی پس از برشکاری

۱- عملیات اجرائی قبل از برشکاری: قبل از عملیات قلم‌کاری لازم است به نکات زیر توجه نمود.

جنس قطعه: با توجه به نوع جنس قطعه کار نوع قلم انتخاب می‌گردد. این موضوع در فصل دو مورد بررسی گرددید

شکل ظاهری قلم: لازم است قبل از شروع به قلم‌کاری لازم است زاویه قلم، نوع قلم، تیز بودن نوک قلم، پلیسه نداشتن انتهای قلم را کنترل نمود.

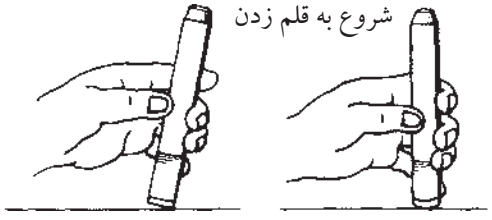
انتخاب ابزار مناسب: انتخاب ابزارهای مناسب مانند چکش از لحاظ وزن وشکل، گیره یا نگهدارنده.

انتخاب و آماده کردن قطعات کمکی: قطعاتی نظیر زیرسری، پشت‌بند، شابلن‌های مخصوص.

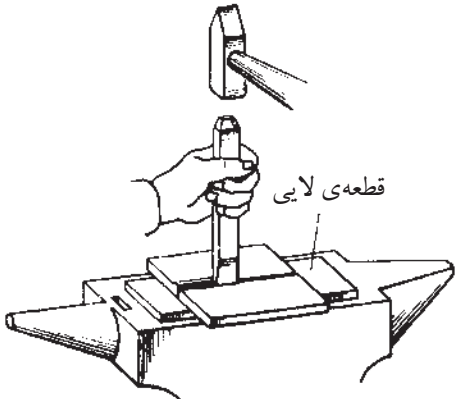
خط کشی: برای قلم‌کاری لازم است خط‌کشی را طوری انجام داد تا بتوان پس از قلم‌کاری مقداری از قطعه را با عملیاتی نظیر سوهان‌کاری به اتمام رساند.

۲- عملیات اجرائی با قلم: همانطوری که در فصل دوم عنوان گردید از قلم‌کاری جهت انجام عملیات مختلف استفاده می‌شود که در ادامه به نکات اجرائی آنها می‌پردازیم:

بریدن با استفاده از قلم: برای بریدن توسط قلم می‌توان از قلم های مانند قلم تخت، قلم ناخنی، قلم گردبر وقلم های دیگر استفاده نمود. برای این منظور ابتدا می باید نوک قلم را برروی خط برش تنظیم نموده برای این کار قلم را بصورت مایل روی خط برش قرار داده به طوری که نوک قلم وخط برش در یک راستا قرار گیرند وسپس قلم را آرام به صورت عمودی برگردانده وسپس شروع به ضربه زدن با چکش می کنند. برای قطع کردن لازم است عملیات طی چند مرحله صورت پذیرد وارد کردن ضربات سنگین موجب تغییر فرم در قطعه خواهد شد با ادامه ضربات مناسب باعث برش مطلوب خواهد شد. (شکل ۶-۲۴)



الف) شیوه تنظیم قلم بر روی خط



ب) روش بریدن با قلم

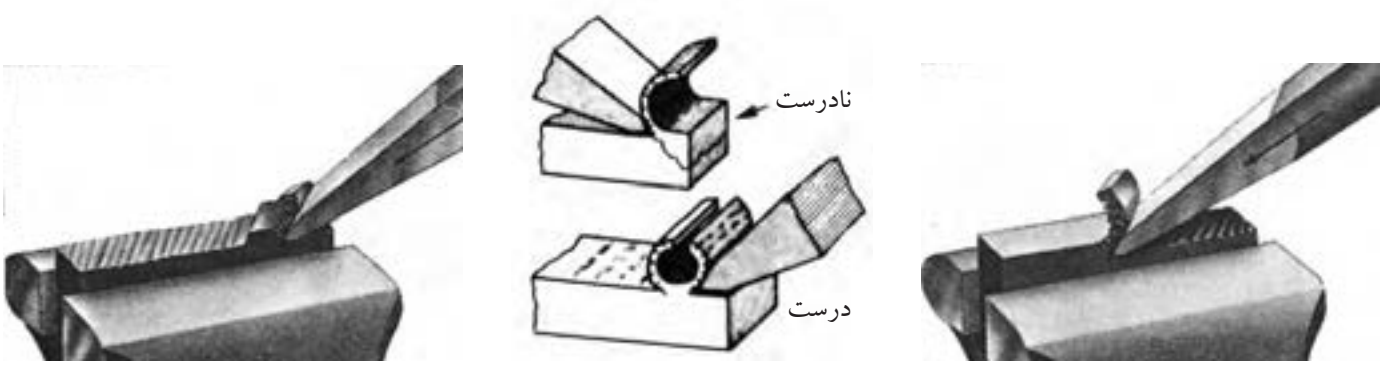
پ) روش خارج کردن قطعه بریده شده درون ورق

شکل ۶-۲۴

براده برداری ازسطح:

کاربرد دیگر قلم در براده برداری از سطح قطعات می‌باشد. این کاررا می‌توان با استفاده از قلم های تخت وناخنی انجام داد. که در شکل (۶-۲۵) مشاهده می کنید.

برای جلوگیری از شکســت در انتهای عمل لازم اســت براده برداری از جهت مخالف صورت پذیرد.

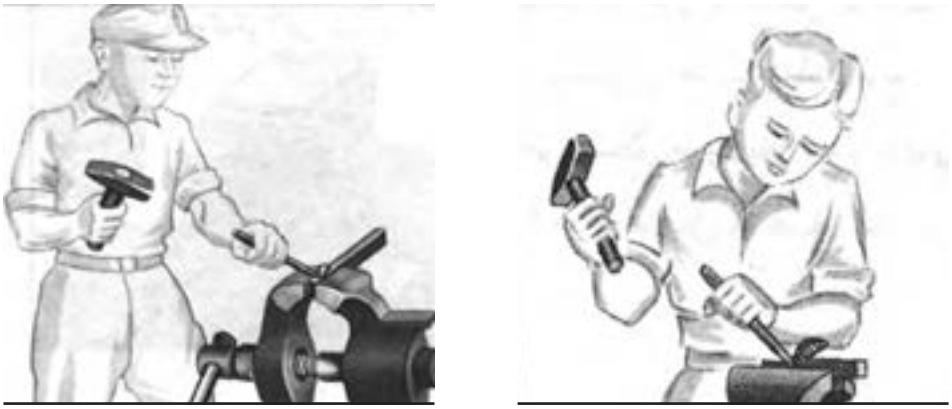


الف) براده‌برداری از سطح

ب) روش درست و نادرست براده‌برداری از انتهای کار

شکل ۶-۲۵

برای اجرای درست براده برداری از سطح لازم است به نکات زیر توجه نمود قلم را در دســت چپ و انتهای چکش را با دست راســت بگیرید. و به قلم ضربه وارد نمایید. نکته مهم دیگر جهت نگاه کردن به قلم می‌باشــد. که باید در سمت راست قطعه مورد براده برداری قرار گرفته وبه سطح مورد براده برداری نگاه کرد. (شکل ۶-۲۶)



الف) قلم‌کاری نادرست

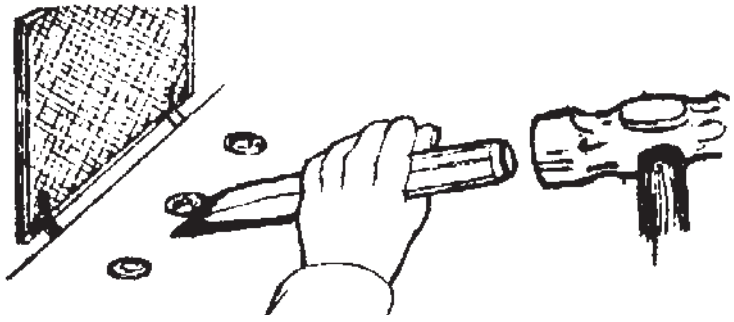
ب) قلم‌کاری درست

شکل ۶-۲۶

جدا کردن اتصالات پیچ وپرچ شده با قلم:

با اســتفاده از قلم وضربه های چکش می‌توان اتصالات پرچکاری شــده را که کله پرچ بیرون از ســطح کار می‌باشد. (مانند پرچ سر تخت، سر عدسی نیمکروی و...)جدا

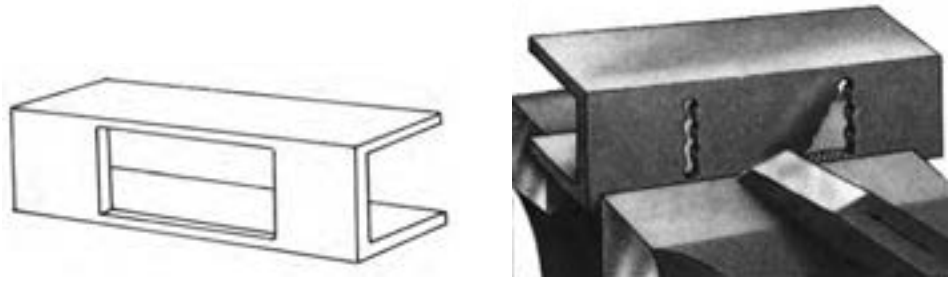
کرد. این عمل توسط قلم لب پران انجام می‌گیرد. ابتدا قلم را روی سطح کار تکیه داده نوک آن را با کله پرچ تماس می دهیم سپس با ضربه های پی در پی چکش سر پرچ را جدا می‌کنیم. (۶-۲۷)



شکل ۶-۲۷ استفاده از قلم برای جدا کردن اتصالات پرچکاری شده

٦-٢-٣ جا در آوردن داخل قطعات با استفاده از قلم:

برای در آوردن شکل‌های هندسی مانند مربع، مستطیل، دایره وغیره می‌توان پیرامون شکل مورد نظر سوراخ‌هایی ایجاد کرد و سپس با قلم آنها را به هم متصل نمود. البته در شکل‌هایی که دارای ضلع‌های قرینه هستند برای آسان شدن کار می‌توان فقط روی دوضلع از شکل سوراخ ایجاد کنیم ودو ضلع دیگر را با قلم به هم متصل سازیم. همچنین پل‌های باقیمانده بین سوراخ‌ها نیز به وسیله قلم جدا شود. (شکل ۶-۲۸)



ب الف

شکل ۶-۲۸

٦-٢-٤ دلایل وعیب‌های ایجاد شده هنگام عملیات قلم کاری وچگونگی رفع این عیب‌ها:

هنگام اجرای قلم‌کاری ممکن است در قطعه کار عیب‌هایی ایجاد شود که با وجود این عیب‌ها دیگر نمی‌توانیم از قطعه استفاده کنیم در جدول (۶-۳) مهمترین عیب‌های عملیات قلم‌کاری را مشاهده می‌کنید.

جدول ۶-۳ عیب‌های ایجاد شده ضمن عملیات قلم‌کاری، علت به وجود آمدن و شیوه‌ی از میان بردن آن‌ها

ردیف	نوع عیب	علت بوجود آمدن عیب	رفع عیب
۱	قطعه بزرگتر یـا کوچکتر از اندازه بریده شده است .	تنظیم نشدن قلم به طور دقیق تر محل برش	نـوک قلم به صـورت مایل ابتـدا روی خط تنظیم شـود وسـپس به حالـت قائم در محل مربوطه قرارداده شود.
۲	در براده برداری سـطحی ضخامت براده متفـاوت است.(سـطح قلم‌کاری شـده ناصاف است)	زاویه برش قلم یکسان تنظیم نشده است.	دقت شود زاویه برش قلم و زاویه آزاد آن در طول برشکاری ثابت بماند.
۳	ارتفاع سـطح قلم‌کاری شـده یکسـان نیست.	حرکـت متنـاوب قطعـه کار در ضمـن قلم‌کاری	قطعه در جای خود محکم گردد.
۴	برای وارد شـدن قلم در قطعه ضربه های زیاد لازم است.	کند بودن لبه قلم	تیز کردن لبه قلم با توجه به زاویه های مناسب صورت گیرد.
۵	برجستگی سطح قطعه در محل قلم‌کاری زیاد است.	بزرگ بودن زاویه رأس قلم	زاویه رأس قلم متناسب با جنس قطعه تیز شود.
۶	لغزیدن قلم روی سطح کار	یکنواخت نبودن سطوح نوک قلم	نوک قلم به طور یکنواخت تیز شود.
۷	نوک قلم زود کند می‌شود.	نرم بودن نوک قلم	آبکاری وسخت کردن نوک قلم

نکات ایمنی در عملیات قلم‌کاری:

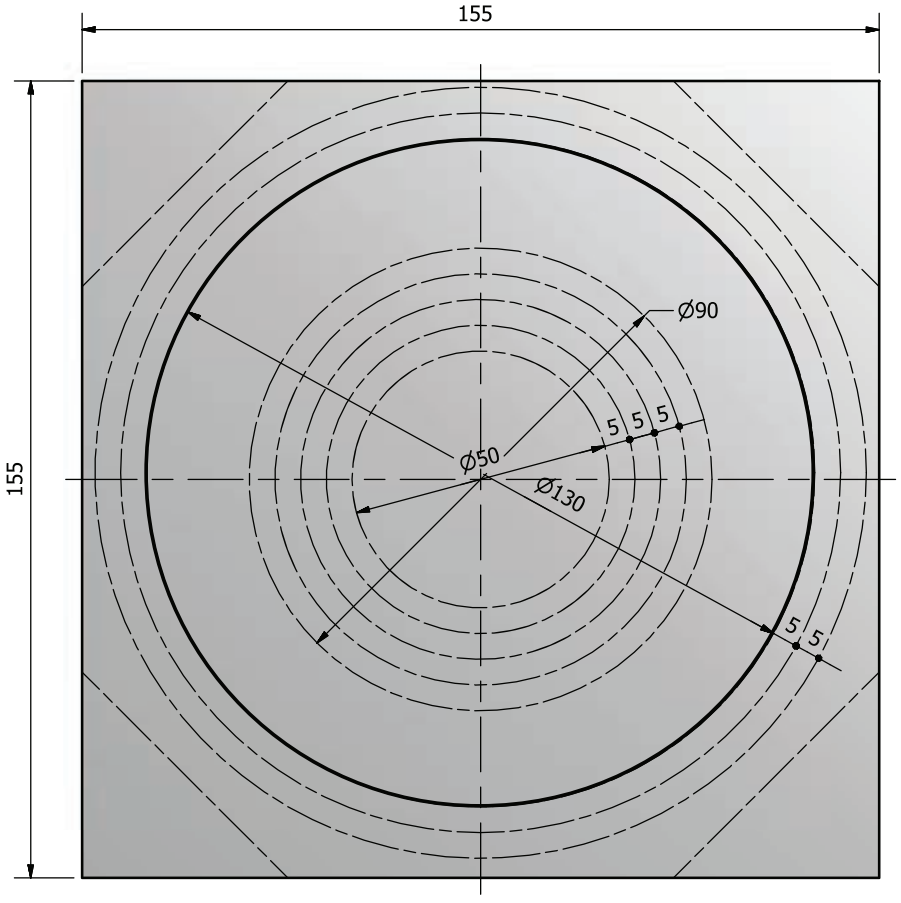
- هنگام قلم‌کاری برای جلوگیری از حوادثی که ممکن اسـت به چشم صدمه وارد کند از عینک محافظ اسـتفاده کنید. همچنین در موقع تیز کردن نوک قلم اسـتفاده از عینک حفاظتی ضروری است.
- چکـش را از نظـر محکم بودن دسـته کنترل کنید تا از در آمـدن وپرتاب آن به اطراف جلوگیری شود.
- ضربه های وارده توسط چکش در امتداد محور صورت گیرد تا از هر گونه صدمه احتمالی جلوگیری شود.
- هـر چند وقت یک بار به محل چکش خور قلم توجه کنید اگر در اثر ضربه های چکش پلیسه دار شده است آن را سنگ بزنید در غیر این صورت ممکن است لبه‌های آن به اطراف پرتاب شده وحادثه ایجاد نماید.

- هنگام سنگ زدن قلم از تکیه گاه سنگ استفاده کنید و مواظب دستان خود باشید.

٦-٢-٦ تمرین عملی قلم کاری

نقشه عملی شماره ۱

نوع تمرین	بریدن ورق‌های نازک با قیچی دستی گِردبُر و قلم	زمان آموزش	
		نظری	عملی
جنس وابعاد مواد اولیه	ورق آهن گالوانیزه ۰/۵×۱۵۵×۱۵۵	۱	۵



شکل ۶-۲۹

فعالیت در کارگاه: هنرجویان عزیز با توجه به نقشه به سوالات زیر پاسخ دهید.

۱ - بـرای اجرای کار چـه ابزارهایی نیاز داریـد. از بین ابزارهای پیشـنهادی فکر می‌کنید کدام ابزارها برای این تمرین مناسب می‌باشد.

۲- بـرای دور ریز کمتر اگر تعداد هنرجویان ۱۵ نفر باشـد و ابعاد ورق موجود در کارگاه ۳۲۰×۱۰۰۰ باشد چینش قطعات چگونه باشد.

۳- جواب خود را با هم گروهی های خود ودیگر همکلاسی‌ها مقایسه وبهترین جواب را به هنر آموز خود نشان دهید.

۴- به نظر شما مراحل انجام کار چگونه باید باشد.

۵- فکر می کنید زمان پیشنهادی برای اجرای این کار کافی است در صورتی که جواب منفی می‌باشد زمان پیشنهادی شما چه مدت می‌باشد.

ابزارهای پیشنهادی

۱-گونیای ۹۰ درجه

۲- خط‌کش فلزی ۳۰ سانتی‌متری

۳- خط‌کش فلزی ۵۰ سانتی‌متری

۴- نقاله فلزی

۵- سوزن خط‌کش

۶- سنبه نشان

۷- چکش فلزی

۸- چکش چوبی

۹- پرگار فلزی

۱۰- سوهان تخت ۲۰۰میلی‌متری

۱۱- سوهان نیمگرد ۲۰۰ میلی‌متری

۱۲- قیچی مستقیم بر

۱۳- قیچی گردبر

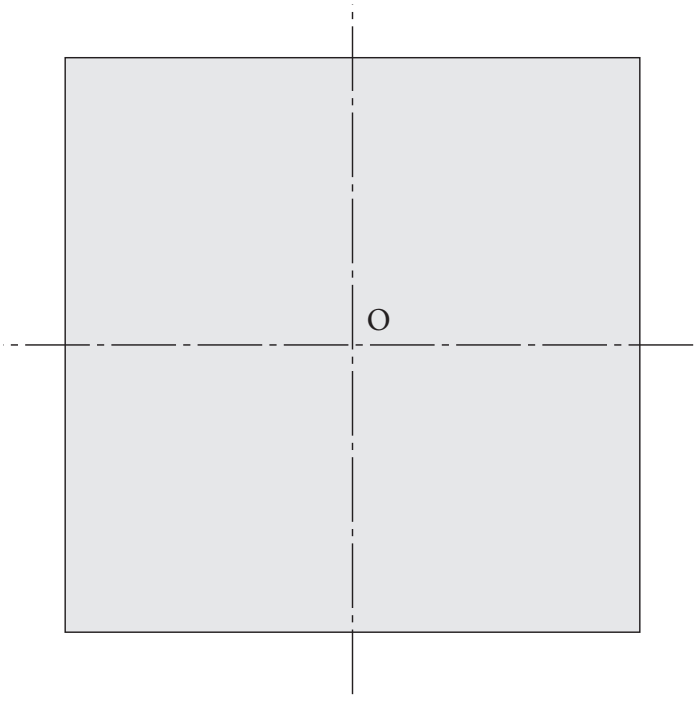
۱۵ – قلم تخت

۱۶- قلم ناخنی

مراحل انجام کار

۱- ابعادورق را کنترل نموده واز گونیا بودن آن اطمینان حاصل نمائید.

۲- مطابق شکل (۶-۳۰) با رسم قطرهای ورق مرکز آن رامشخص وبا سنبه‌نشان علامت‌گذاری نمایید.

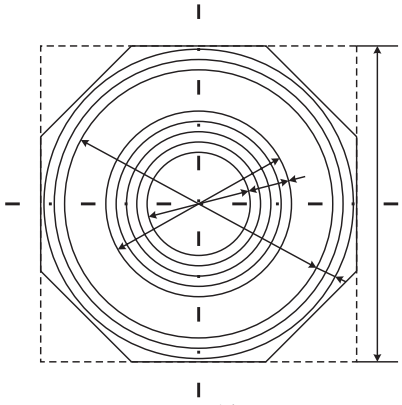


شکل ۶-۳۰

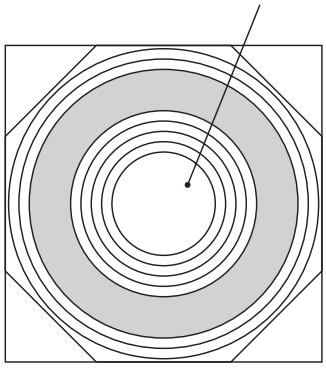
۳- به ترتیب دایره‌های با شعاع‌های ۲۵-۳۰-۳۵-۴۰ و۴۵ میلی‌متری را در وسط قطعه وسپس دایره‌های با شعاع‌های ۶۵-۷۰-۷۵ میلی‌متر در قسمت خارجی قطعه به مرکز O با پرگار ترسیم نمایید. (شکل ۶-۳۱)

۴- خط‌های برش گوشه های قطعه را مطابق شکل (۶-۳۲) ترسیم کنید.

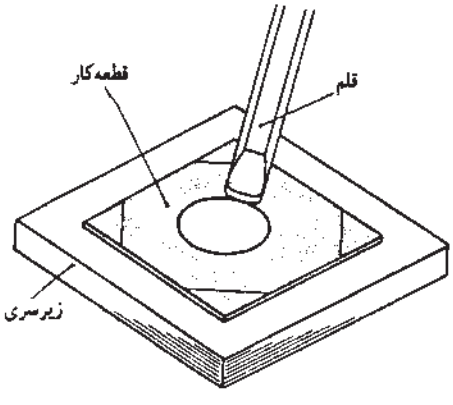
۵- قطعه را روی یک سندان قرار دهید یا یک زیر سری از فولاد را زیر آن بگذارید. (شکل ۶-۳۳)



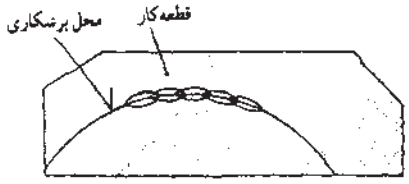
شکل ۶-۳۱



شکل ۶-۳۲



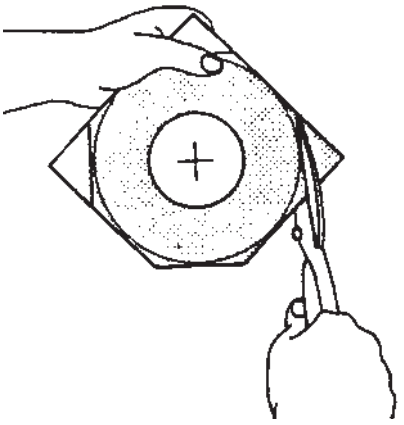
شکل ۶-۳۳

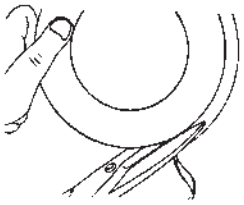


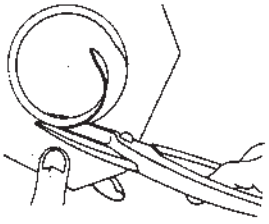
شکل ۶-۳۴
قلم‌کاری دایره داخلی به قطر ۵۰ میلی‌متر

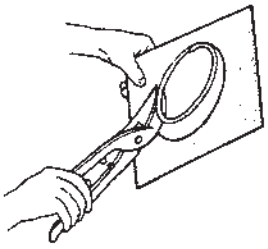
۶- مطابق شـــکل (۶-۳۴) به وســـیله قلم وچکش اقدام به برشکاری دایره داخلی به قطر ۵۰ میلی‌متر کنید ســـپس قسمت بریده شده را به وسیله سوهان نیمگرد بطور کامل سوهان‌کاری کنید. برای برشکاری با قلم تعداد ضربا ت وارده می بایست متناسب بوده واز وارد کردن ضربات سنگین خوداری نمائید تا قطعه دچار تغییر شکل نگردد.

۷- قسمت‌های خارجی را از گوشه ببرید به طوری که در پایان ورق تقریبا به صورت دایره در آید. (شکل ۶-۳۶)


شکل ۶-۳۵ برشکاری اطراف قطعه


الف) بریدن قوس‌های خارجی با قیچی گِردبُر


ب) آغاز بریدن قوس‌های داخلی با قیچی گِردبُر


پ) ادامه بریدن قوس‌های داخلی با قیچی گِردبُر

شکل ۶-۳۶

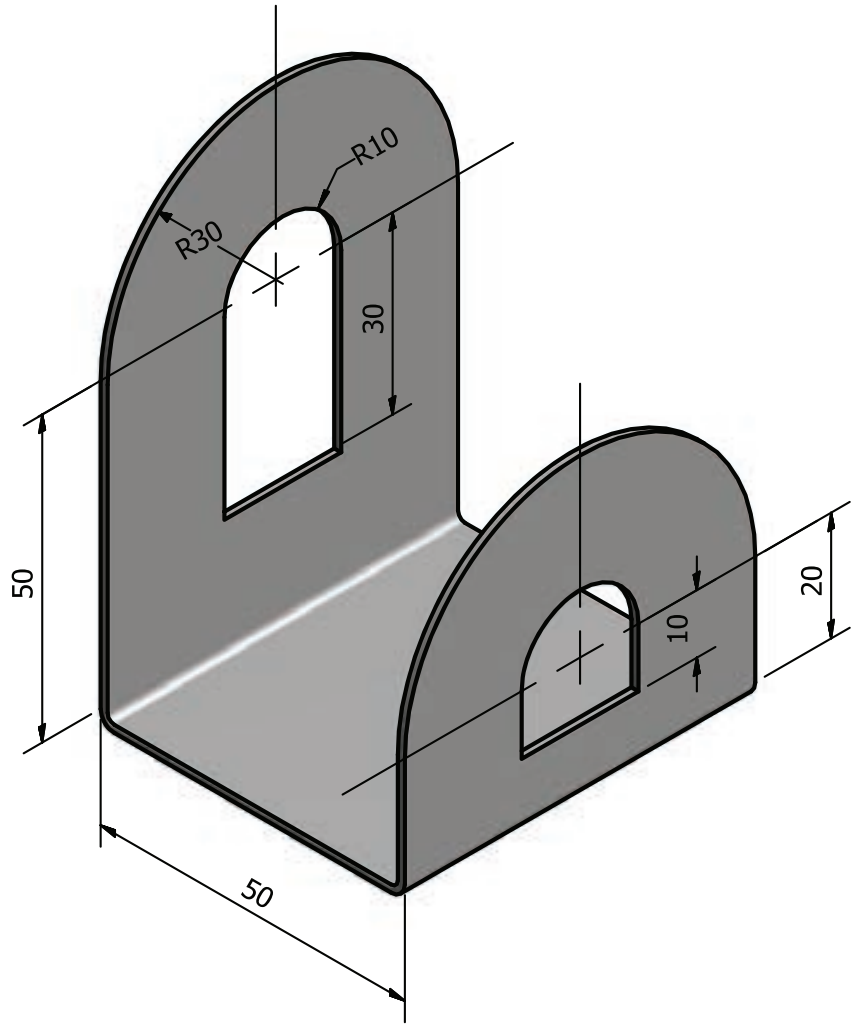
۸- برشـــکاری دایره‌هاراز دایره داخلی به ترتیب شماره آغاز کنید وسپس به بریدن قوس‌های خارجی بپردازید در شکل (۶-۳۶) ترتیب برشکاری را مشاهده می‌کنید.

۹- هنگام برشـــکاری با قیچی باید بکوشـــید خط‌های برش به صورتی زیر تیغه‌ها ی قیچی قرار گیرند که نسبت به هم یک زاویه ۹۰ درجه بسازد (عمود بر هم باشند)

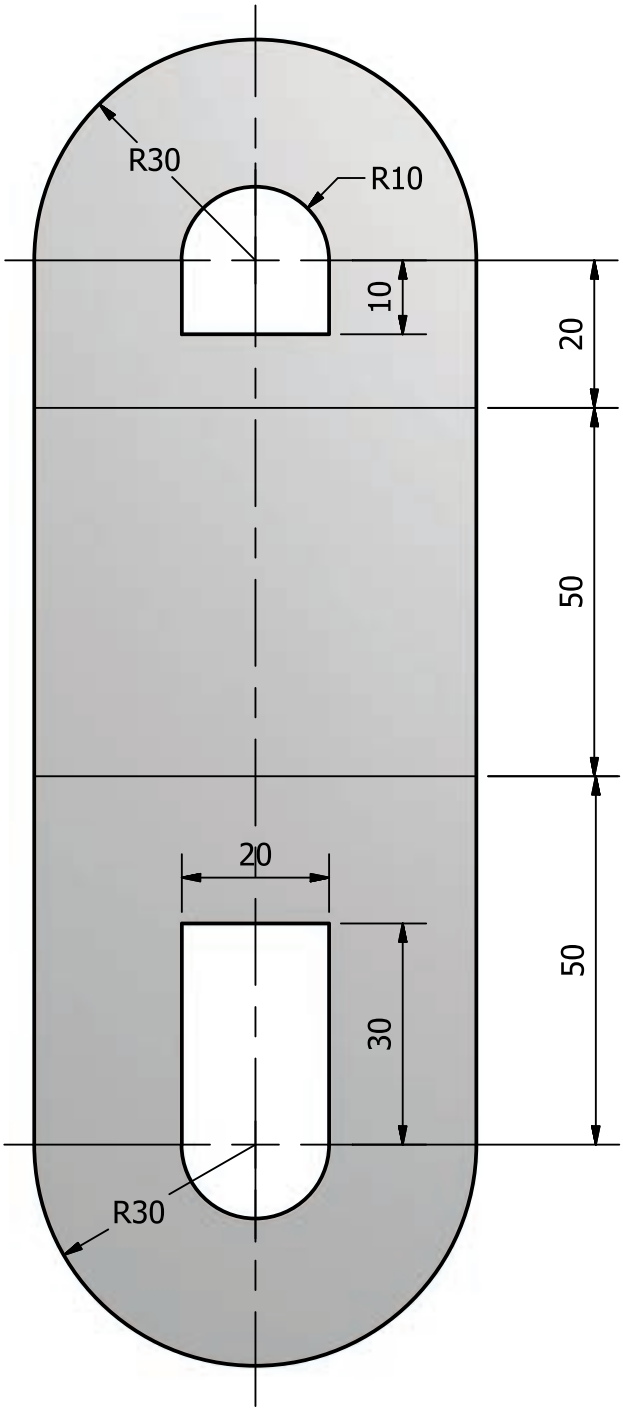
۱۰- ورق‌های بریده شـــده را پس از پیلیسه گیری صافکاری نموده و برای ارزش‌یابی به هنرآموز خود ارائه نمایید.

نقشه کار شماره ۲

نوع تمرین	بریدن به وسیله قلم	زمان آموزش	
		نظری	عملی
جنس وابعاد مواد اولیه	ورق آهن سیاه ۱/۵ یا ۱/۲×۶۰×۱۸۰	ـ	۸



شکل ۶-۳۷



شکل ۶-۳۸

فعالیت در کارگاه: هنرجویان عزیز با توجه به نقشه به سوالات زیر پاسخ دهید.

۱ - بـرای اجـرای کار چه ابزارهایی نیـاز دارید؟ از بین ابزارهای پیشـنهادی فکر می‌کنید کدام ابزارها برای این تمرین مناسب می‌باشد؟

۲- بـرای دور ریز کمتر اگر تعداد هنرجویان ۱۵ نفر باشـد و ابعاد ورق موجود در کارگاه ۳۰۰×۱۰۰۰ باشد چینش قطعات چگونه باشد؟

۳- جواب خود را با هم گروهی های خود ودیگر هم کلا سـی ها مقایسـه وبهترین جواب را به هنر آموز خود ارائه دهید.

۴- به نظر شما مراحل انجام کار چگونه باید باشد؟

۵- فکـر می‌کنید زمان پیشـنهادی برای اجرای این کار کافی اسـت در صورتی که جواب منفی می‌باشدزمان پیشنهادی شما چه مدت می‌باشد؟

ابزارهای پیشنهادی

۱-گونیای ۹۰ درجه

۲-خط‌کش فلزی ۳۰ سانتی‌متری

۳- خط‌کش فلزی ۵۰ سانتی‌متری

۴- نقاله فلزی

۵- سوزن خط‌کش

۶- سنبه نشان

۷- چکش فلزی

۸- چکش چوبی

۹- پرگار فلزی

۱۰- سوهان تخت ۲۰۰میلی‌متری

۱۱- سوهان نیمگرد ۱۵۰ میلی‌متری

۱۲- قیچی مستقیم بر

۱۳- قیچی گردبر

۱۵- قلم تخت

۱۶- قلم ناخنی

۱۷- قلم نیمگرد

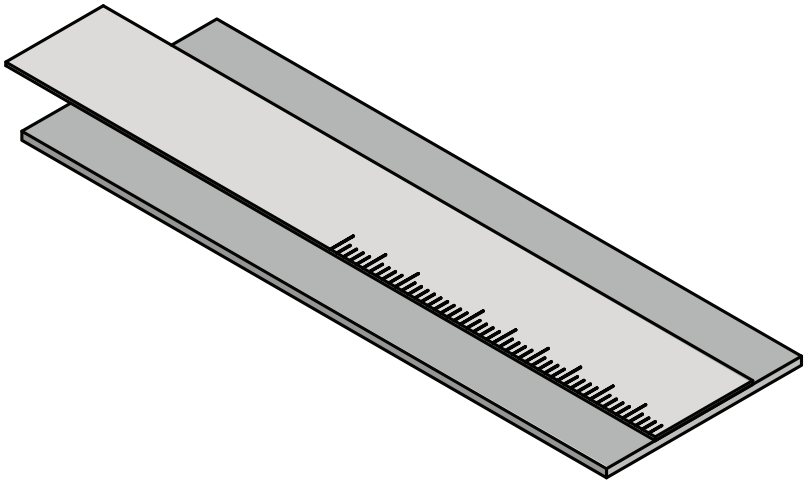
۱۸- قیچی اهرمی

۱۹ – عینک محافظ

۲۰ – قیچی نیبلر دستی

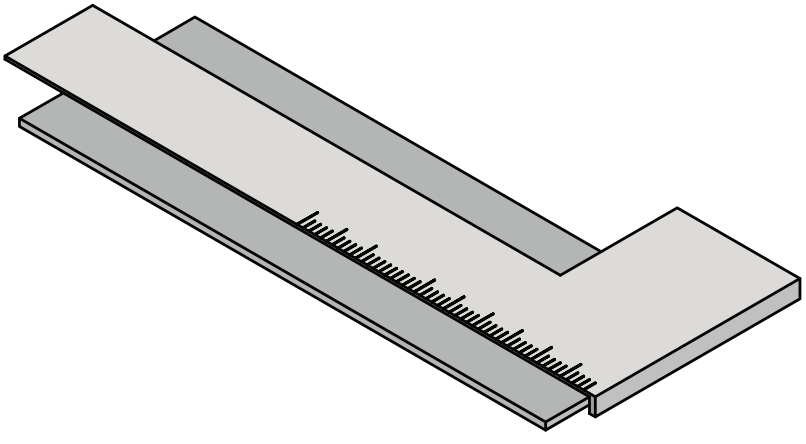
مراحل انجام کار

۱- ابعاد مواد اولیه را با خط‌کش فلزی کنترل کنید. (شکل ۶-۳۹)



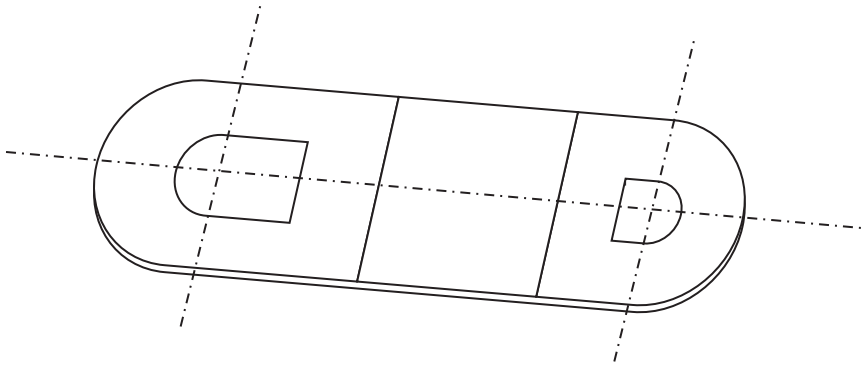
شکل ۶-۳۹

۲- با استفاده از گونیا ی لبه دار ۹۰درجه قطعه را کنترل وبررسی کنید. (شکل ۶-۴۰)



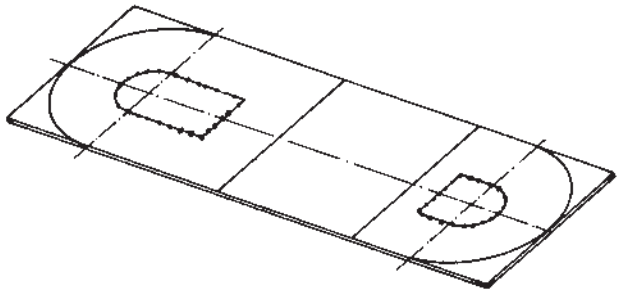
شکل ۶-۴۰

۳- قطعه را مطابق شکل (۶-۴۱) خط‌کشی کنید.



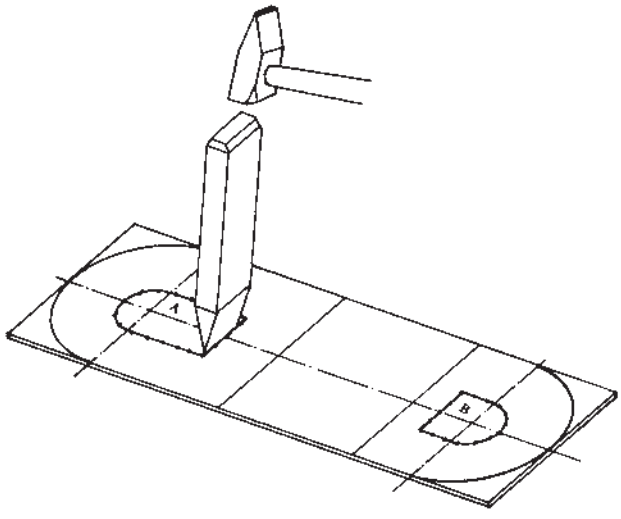
شکل ۶-۴۱

۴- خط‌های برش را با سنبه نشان علامت‌گذاری کنید. (شکل ۶-۴۲)



شکل ۶-۴۲

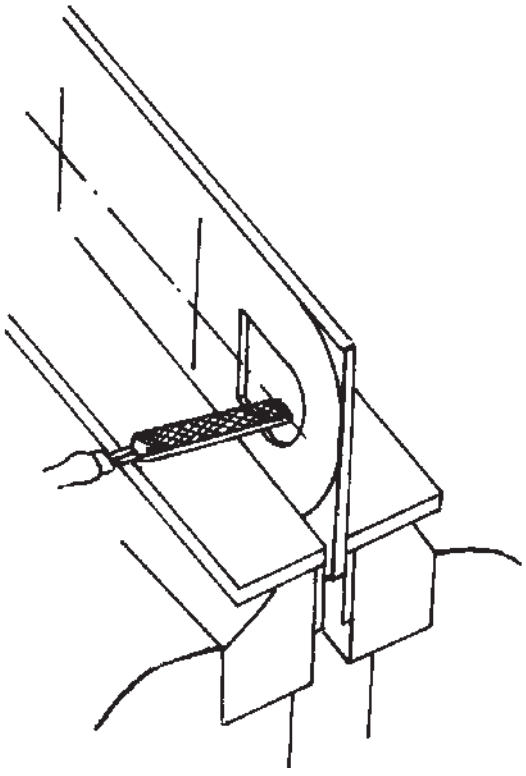
۵- خط‌های سنبه نشان زده قسمت‌های A و B را به وسیله قلم ببرید. (شکل ۶-۴۳)



شکل ۶-۴۳ برشکاری با قلم

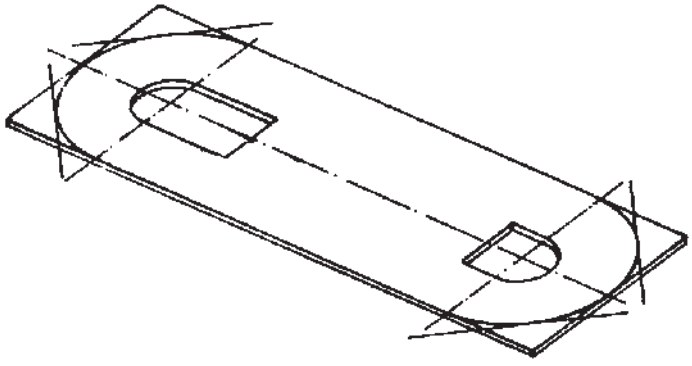
۶- خط‌های برشکاری شده قسمت‌های A و B را با دقت سوهان‌کاری کنید.

۷- خط‌های صاف را با سوهان تخت و خط‌های منحنی را با سوهان نیم‌گرد سوهان‌کاری کنید. (شکل ۶-۴۴)



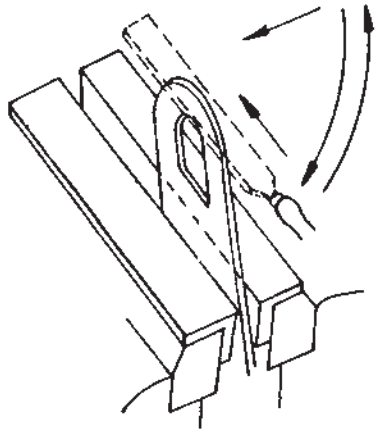
شکل ۶-۴۴ سوهان‌کاری خط‌های برشکاری شده

۸- قسمت‌های اضافی را با قیچی اهرمی ببرید. (شکل ۶-۴۵)



شکل ۶-۴۵ برشکاری قسمت‌های زاید با قیچی اهرمی

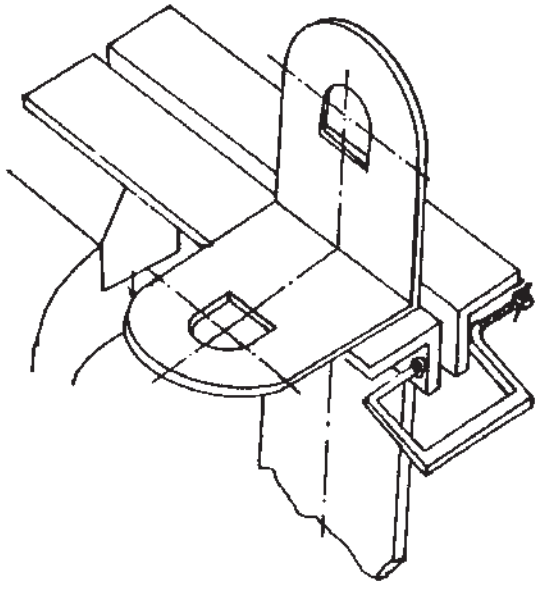
۹- زاویه‌های ایجاد شده را با سوهان تخت یا حرکت نوسانی سوهانکاری کنید. (شکل ۶-۴۶)



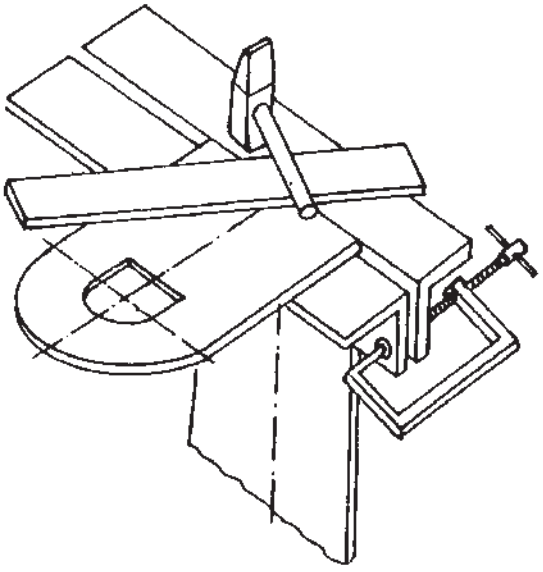
شکل ۶-۴۶ سوهان‌کاری قوس‌ها

۱۰- برای خمکاری قطعه کار از یک گیره ودو نبشی استفاده کنید. (شکل ۶-۴۷)

قطعــه را بین دو نبشــی (لب گیره) به گونه‌ای قرار دهیــد که خط خم مماس با خط لب گیره باشــد. گیره را محکم کنید و برای محکم کردن لبه نبشــی‌های کمکی شکل (۶-۴۸) از یک گیره دســتی استفاده کنید.با ضربه‌های چکش چوبی یک طرف قطعه را خمکاری کنید. سپس برای ایجاد یک زاویه کامل ونیز برای بر طرف کردن انحنای احتمالی که روی سطح کار به وجود آمده است.



شکل ۶-۴۷ استفاده از گیره دستی



شکل ۶-۴۸ استفاده از فلز کمکی به منظور همکاری کامل زاویه قطعه

با گذاشتن یک قطعه فلز کمکی روی خم وزدن ضربه هایی با چکش فلزی خمکاری را کامل کنید همین عملیات را برای طرف دیگر قطعه انجام دهید تا قطعه شــکل کامل خود را پیدا کند.

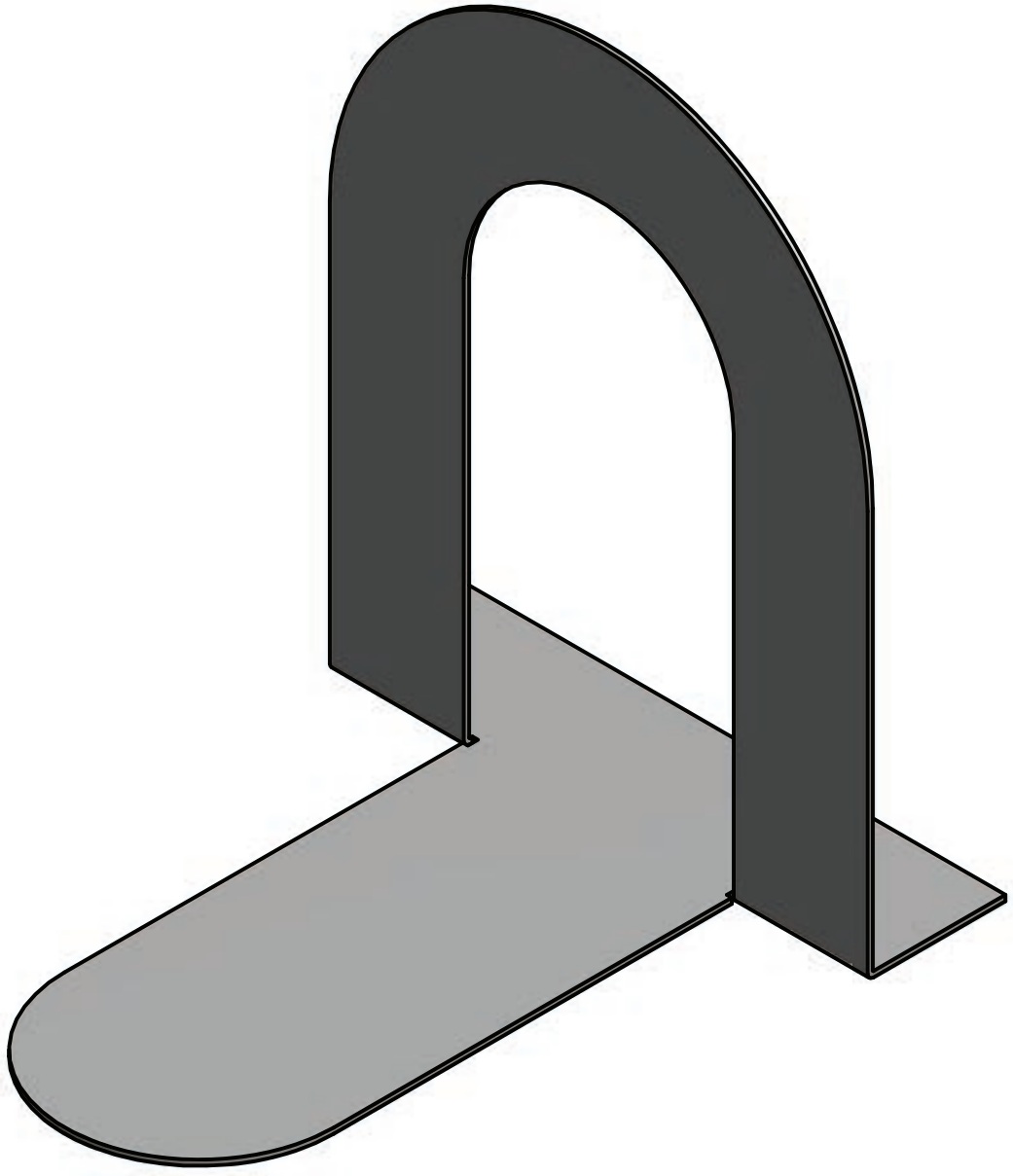
۱۱- با گونیا زاویه‌های خم شده را کنترل کنید، چنان‌چه پیچیدگی در قطعه کار وجود دارد آن را برطرف کنید وپس از پرداخت وکنترل نهایی برای ارزشیابی تحویل دهید.

۱۲- در حین مراحل اجرا آیا با مشکل برخورد داشتید.

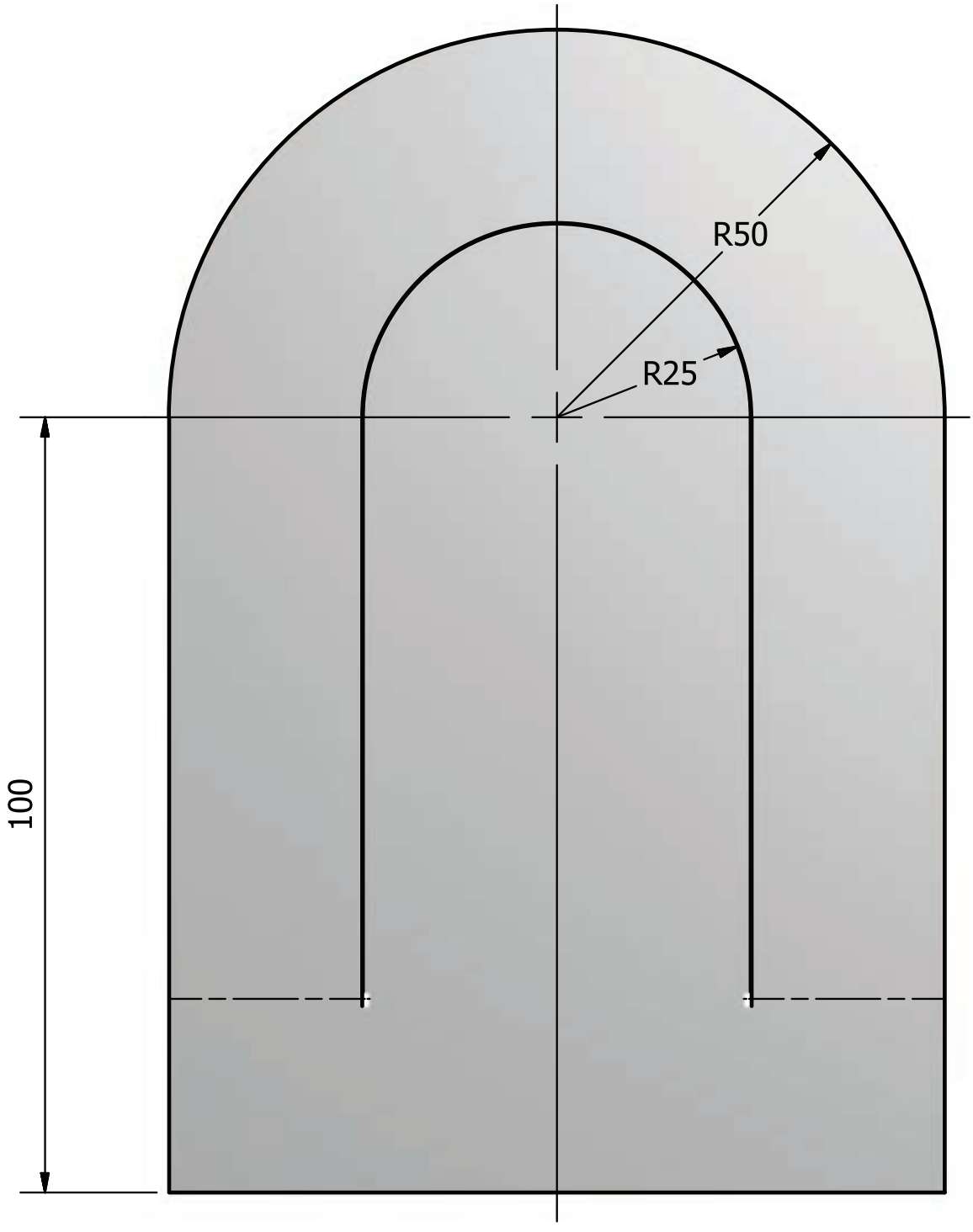
۱۳- برای رفع این مشکل چه پیشنهادی دارید.

نقشه کار شماره ۳ (شکل ۶-۴۹)

نوع تمرین	بریدن به وسیله قلم (غش گیر کتاب)	زمان آموزش	
		نظری	عملی
جنس وابعاد مواد اولیه	ورق آهن سیاه ۱×۱۰۰×۱۵۰	ـ	۱۰



شکل ۶-۴۹



شکل ۶-۵۰

فعالیت در کارگاه: هنرجویان عزیز با توجه به نقشه به سوالات زیر پاسخ دهید.

۱ - برای اجرای کار چه ابزارهایی نیاز دارید؟

۲- بـرای دور ریز کمتر اگر تعداد هنرجویان ۱۵ نفر باشـد و ابعاد ورق موجود در کارگاه ۳۰۰×۱۰۰۰ باشد چینش قطعات چگونه باشد؟

۳- جـواب خود را با هم گروهی های خود ودیگر همکلا سـیها مقایسـه وبهترین جواب را به هنر آموز خود نشان دهید.

۴- به نظر شما مراحل انجام کار چگونه باید باشد؟

۵- فکر می‌کنید زمان پیشـنهادی برای این اجرای این کار کافی است در صوتی‌که جواب منفی می‌باشد. زمان پیشنهادی شما چه مدت می‌باشد؟

۶- ابزارهای انتخابی خود را با هنرآموز خود در میان بگذارید.

۷- به گروه‌های سه نفره تقسیم ویک سر گروه برای خود انتخاب نمائید.

۸- مراحل انجام تمرین را در گروه خود مورد بررسی قرار دهید.

۹- جواب خود را با گروهای دیگر مقایسه نمائید.

۱۰- مراحل کار پیشنهادی را با هنرآموز خود مطرح نمائید.

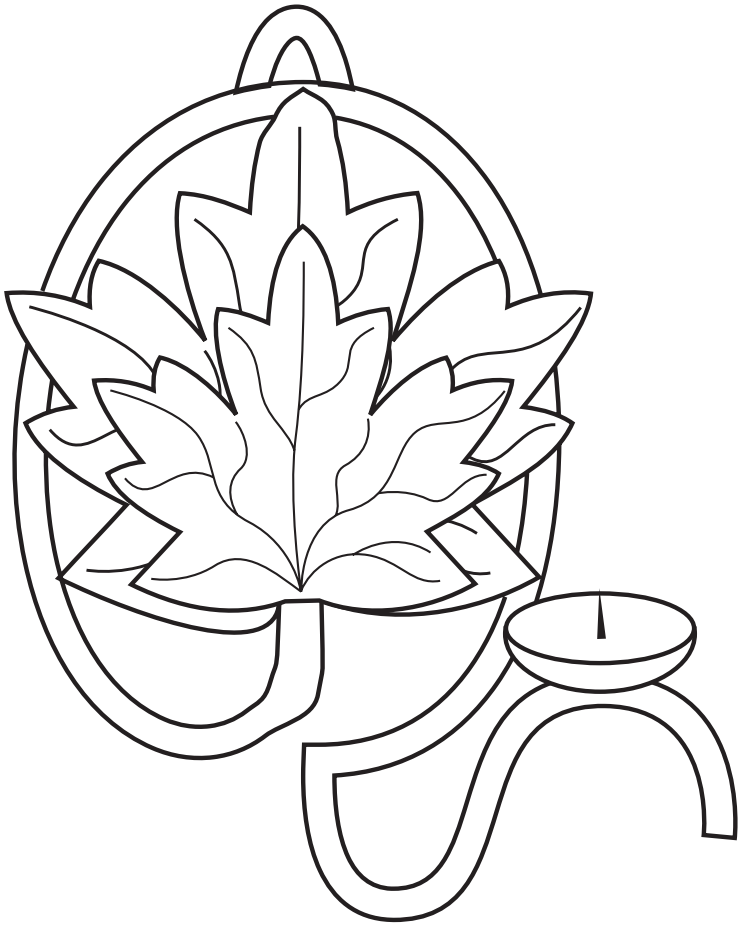
۱۱- با دقت تمام شروع به انجام مراحل کار نمائید.

۱۲- پس از اتمام کار مشکلات پیش آمده را در گروه خود وگروه‌های دیگر مطرح نمائید.

۱۳- چه پیشنهادی برای بر طرف کردن آنها در تمرین بعدی دارید؟

نقشه کار شماره ۴

نوع تمرین	بریدن به وسیله قیچی و قلم (شمعدانی)	زمان آموزش	
		نظری	عملی
جنس وابعاد مواد اولیه	۱ـ ورق آهن سیاه ۱×۷۰×۱۰۰ ۲ـ ورق آهن سیاه ۱×۵۰×۷۰ ۳ـ ورق آهن سیاه ۱/۵×۵۰×۵۰ ۴ـ مفتول فولادی به قطر ۶ و طول ۵۰۰	۲	۱۴



فعالیت در کارگاه: هنرجویان عزیز با توجه به نقشه به سوالات زیر پاسخ دهید.

۱ - بـرای اجرای کار چـه ابزارهایی نیاز داریـد؟ از بین ابزارهای پیشـنهادی فکر می‌کنید کدام ابزارها برای این تمرین مناسب می‌باشد؟

۲- بـرای دور ریز کمتر اگر تعداد هنرجویان ۱۵ نفر باشـد و ابعاد ورق موجود در کارگاه ۱×۱۰۰۰×۱۰۰۰ باشد چینش قطعات چگونه باشد؟

۳- جـواب خود را با هم گروهی های خود ودیگر همکلا سـیها مقایسـه وبهترین جواب را به هنر آموز خود نشان دهید.

۴- به نظر شما مراحل انجام کار چگونه باید باشد؟

۵- فکر می‌کنید زمان پیشـنهادی برای اجرای این کار کافی اسـت؟ در صورتی که جواب منفی می‌باشدزمان پیشنهادی شما چه مدت می‌باشد؟

ابزارهای پیشنهادی

۱-گونیای ۹۰ درجه

۲- خط‌کش فلزی (ستاره) ۳۰ سانتی‌متری

۳- خط‌کش فلزی (ستاره) ۵۰ سانتی‌متری

۴- نقاله متحرک

۵- سوزن خط‌کش

۶- سنبه نشان

۷- چکش فلزی

۸- چکش چوبی

۹- پرگار فلزی

۱۰- سوهان تخت ۲۰۰میلی‌متری

۱۱- سوهان نیمگرد ۱۵۰ میلی‌متری

۱۲- قیچی مستقیم بر

۱۳- قیچی گردبر

۱۵- قلم تخت

۱۶- قلم ناخنی

۱۷- قلم نیمگرد

۱۸- قیچی اهرمی

۱۹- عینک حفاظتی

۲۰- قیچی نیبلر دستی

۲۱- چکش کروی (قلوه‌ای)

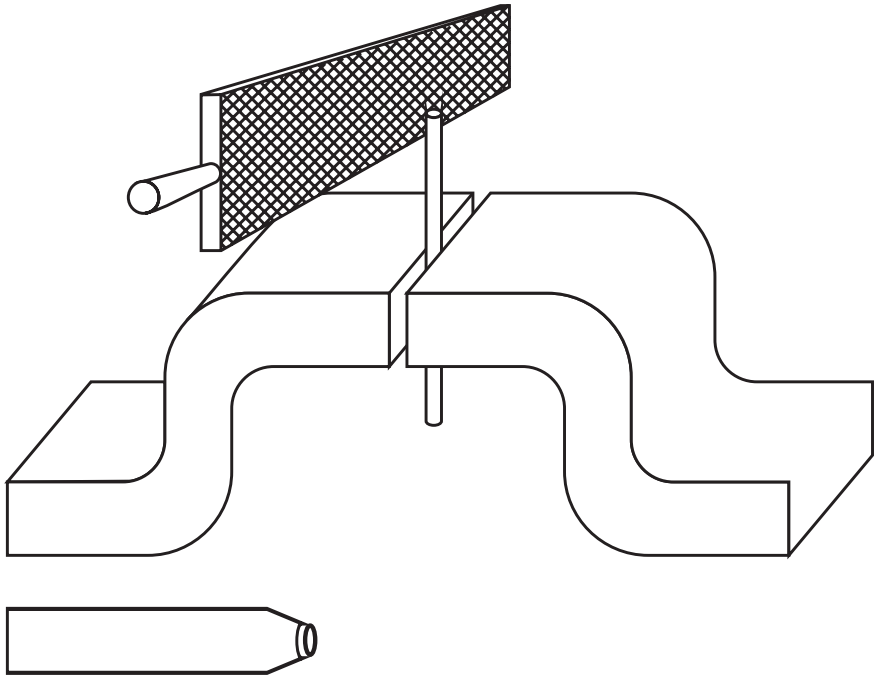
مراحل انجام کار:

۱- طول گسترده مفتول مورد نیاز برای ساخت فرم شمعدانی را محاسبه کنید. شکل (۶-۵۲)

شکل ۶-۵۲

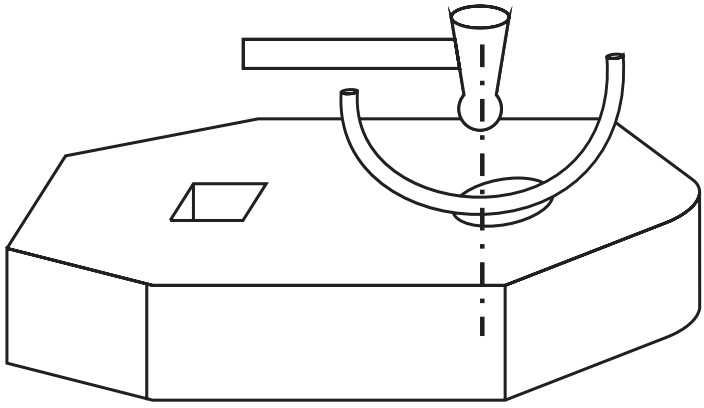
۲- با استفاده از قیچی اونیورسال مفتول مورد محاسبه را به اندازه قطع نمائید.

۳- دو طرف مفتول را مطابق شکل به گیره بسته و با استفاده از سوهان پخ زنی کنید. (شکل (۶-۵۳)



شکل ۶-۵۳

۴- با اســتفاده از چکش کروی (قلوه ای)وســندان نســبت به فرم دادن مفتول اقدام نمائید. برای این منظور با اعمال ضربات متوالی ویکنواخت وطی چند مرحله نســبت به گرد کردن مفتول اقدام کنید. (شکل ۶-۵۴)



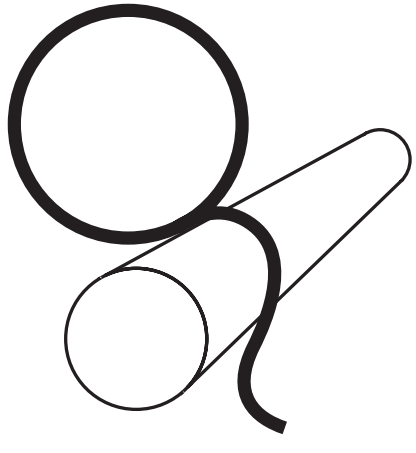
شکل ۶-۵۴

۵- برای کنترل ابعادی می‌توان دایره‌های با قطر ۱۰۰ روی میز کار کشیده ودر طول انجام کار به تناوب نسبت به کنترل آن اقدام نمود.

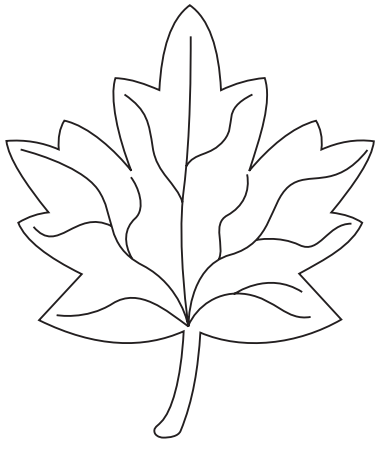
۶- برای شــکل دهی به قســمت انتهائی شــمعدان می‌توان از یک لوله ویا میله گرد استفاده نموده وقوس مورد نظر را ایجاد نمود. (شکل ۶-۵۵)

۷- فرم شمعدانی را با استفاده از چکش وسندان صافکاری نموده وتکمیل نمائید.

۸- برای درســت کردن برگ های شــمعدانی می‌توان دو عدد برگ درخت چنار با ابعاد مختلف را انتخاب وبه عنوان شابلن استفاده نموده وبر روی ورق فلزی رسم نموده وسپس با استفاده از قیچی دستی نسبت به برش آنها اقدام نمود. (شکل ۶-۵۶)

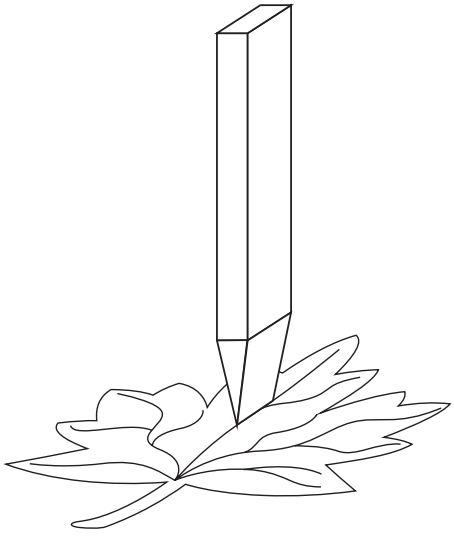


شکل ۶-۵۵



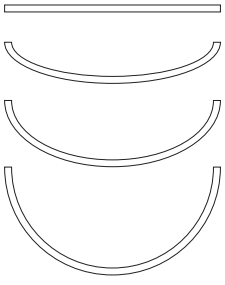
شکل ۶-۵۶

۹- برای ایجاد رگه های برگ روی ورق از قلم تخت اســتفاده کنید ومطابق شــکل (۶-۵۷) این رگه ها را روی ورق ایجاد نمائید.

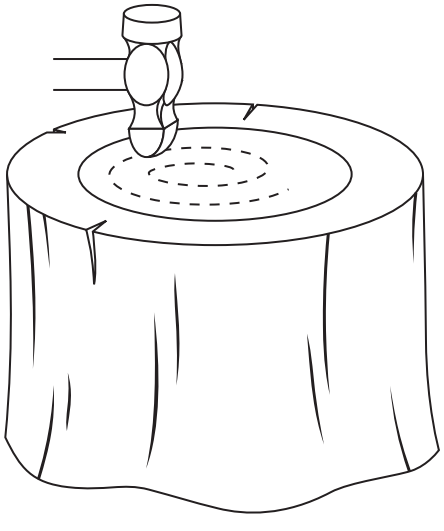


شکل ۶-۵۷

۱۰- برای درســت کردن جای شــمع می‌توان به وسیله کاس کاری آن را تهیه نمود مراحل انجام کار به قرار زیر می‌باشد.

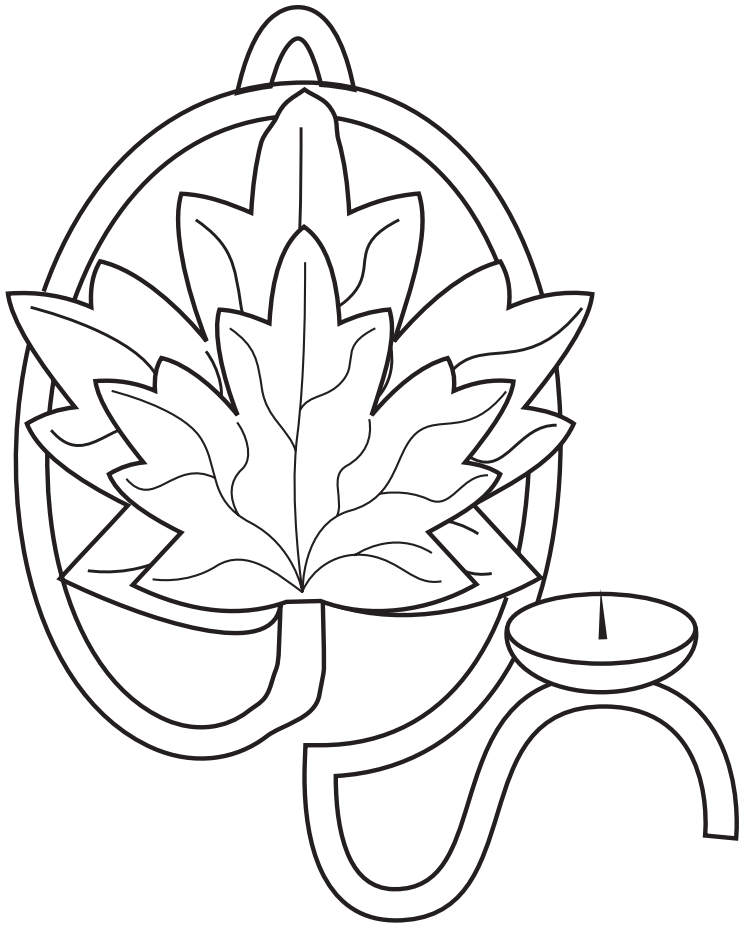


محدب ومقعر کردن (کاس کردن) با دســت عبارتســت از کاس کردن گرده ای از ورق فلزی بطریقی که ضربات چکش بطور منظم از لبه گرده ورق شــروع شده وبه مرکز آن ختم گردد. واین عمل تا آنجا ادامه یابد که قطعه تا حد مورد نظر کاس شــود. برای انجام این عمل از چکش ســر کروی (قلوه ای) ویا چکش صافکاری سرگرد وســندان چدنی چکش خوار یا چوبی که فرم مورد نظر در آن تعبیه شده باشداستفاده می‌شود. شکل (شــکل ۶-۵۸) مراحل انجام کاس کاری را نشان می‌دهند.



شکل ۶-۵۸

۱۱- پس از تکمیل قطعات آنها را با اســتفاده از فرآیند اکســی گاز و روش لحیم کاری به یکدیگر مونتاژ کنید وسپس با انجام مراحل تکمیلی آن را برای ارزشیابی ارائه نمایید.



فصل هفتم

روش‌های خم‌کاری ورق‌های فلزی

هدف‌های رفتاری

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- اصول خمکاری ورق‌های فلزی راشرح دهد.

۲- روش‌های خمکاری ورق‌های فلزی را توضیح دهد.

۳- خمکاری ورق‌های فلزی را با روش‌های مختلف انجام دهد.

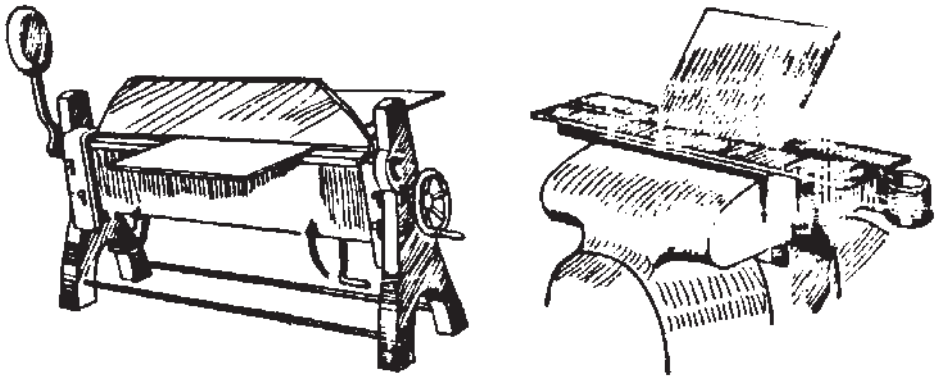
۷

۷- تمرین‌های خمکاری

روش‌های خمکاری ورق‌های فلزی

خمکاری ورق‌های فلزی

خمکاری ورق‌های فلزی را با ابزارهای دستی مانند گیره، چکش و... یا به وسیله ماشین انجام می‌دهند. (شکل ۷-۱)



الف) خمکاری با استفاده از گیره و ابزار دستی ب) خمکاری با استفاده از دستگاه خمکن

شکل ۷-۱ روش‌های خمکاری

قبل از خمکاری عواملی از قبیل شعاع خمش زاویه وجهت خمکاری را باید تعیین کرد.

شعاع خم با توجه به مقدار قوس مورد نظر در محل خمکاری انتخاب می شود. یعنی شعاع خمش مهمترین مساله در خمکاری است. اگر میزان خمکاری از حداقل شعاع خمش از حداقل مجاز کمتر باشد فلز در محل خم ترک خورده ومی شکند.

خمکاری را در محور می‌دهند تا ایجاد شعاع خمش کوچک مقدور باشدواز ترک خوردن جسم جلوگیری شود. در جدول‌های (۷-۱ و ۷-۲ و ۷-۳) حداقل شعاع خمش برای فلزات مختلف آورده شده است.

جدول ۷-۱ کوچک‌ترین شعاع خمش برای فولاد با سختی متفاوت

ضخامت ورق به میلی متر	استحکام به میلی‌متر			ضخامت ورق به میلی متر	استحکام به میلی‌متر		
	تا ۴۰	۴۰ تا ۵۰	۵۰ تا ۶۵		تا ۴۰	۴۰ تا ۵۰	۵۰ تا ۶۵
۱	۱	۱/۵	۱/۶	۸	۱۲	۱۶	۱۶
۱/۵	۱/۶	۲	۲/۵	۱۰	۱۶	۲۰	۲۰
۲/۵	۲/۵	۳	۴	۱۲	۲۰	۲۵	۲۵
۳	۳	۴	۵	۱۴	۲۵	۲۸	۳۲
۴	۵	۵	۶	۱۶	۲۸	۳۲	۳۶
۵	۶	۸	۸	۱۸	۳۶	۴۰	۴۵
۶	۸	۱۰	۱۰	۲۰	۴۰	۴۵	۵۰
۷	۱۰	۱۲	۱۲				

جدول ۷-۲ شعاع خمش برای فلزات مختلف با ضخامت ۱ میلی‌متر به بالا

جنس فلز	ضخامت ورق به mm										
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۰
فولاد نرم	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	se
فولاد ضد زنگ	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰	۱۲/۵	۱۵	۱۷/۵	۲۰	۲۲/۵	۲۵	
فولاد نیم سخت	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰	۱۲/۵	۱۵	۱۷/۵	۲۰	۲۲/۵	۲۵	
آلومینیوم حرارت دیده	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	
آلومینیوم حرارت ندیده	۱	۳	۵	۷	۱۰	۱۳	۱۶	۲۰	۲۵	۳۰	
$Ay_۲$	۱/۵	۳	۴/۵	۶	۷/۵	۹	۱۰/۵	۱۲	۱۳/۵	۱۵	
$Ay_۵$	۲	۳/۵	۵	۶/۵	۸	۹/۵	۱۱	۱۲/۵	۱۴	۱۶	
$Ay_۴$ حرارت دیده	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	۱۸	۲۱	۲۴	۲۷	۳۰	
$Ay_۴$ حرارت ندیده	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	
مس حرارت دیده	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	
مس حرارت ندیده	۳/۵	۵	۷/۵	۱۰	۱۲/۵	۱۵	۱۷/۵	۲۰	۲۲/۵	۲۵	
روی	۱	۳	۵	۷	۱۰	۱۳	۱۶	۲۰	۲۵	۳۰	

جدول ۷-۳ حداقل شعاع خمش به میلی‌متر برای ورق‌های فلزی نازک

جنس ورق					ضخامت به میلی‌متر
برنج	مس	آلومینیوم	دور آلومین	فولاد ۲۰	
۰/۲	۰/۲	–	–	–	۰/۲
۰/۴	۰/۳	۰/۵	۱/۰	۰/۵	۰/۳
۰/۵	۰/۴	۰/۵	۱/۵	۰/۵	۰/۴
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۱/۵	۰/۶	۰/۵
۰/۶	۰/۶	۰/۶	۱/۸	۰/۸	۰/۶
۰/۸	۰/۸	۱/۰	۲/۴	۱	۰/۸
۱	۱	۱	۳	۱/۲	۱
۱/۲	۱/۰	۱/۲	۳/۶	۱/۵	۱/۲
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۴/۵	۱/۸	۱/۵
۲/۰	۱/۵	۲/۰	۶/۵	۲/۵	۲
۲/۵	۲	۲/۵	۹	۳/۵	۲/۵
۳/۵	۲/۵	۳	۱۱	۵/۵	۳
۴/۵	۳/۵	۴	۱۶	۹	۴
۵/۵	۴	۵/۵	۱۹/۵	۱۳	۵
۶/۵	۵	۶/۵	۲۲	۱۵/۵	۶

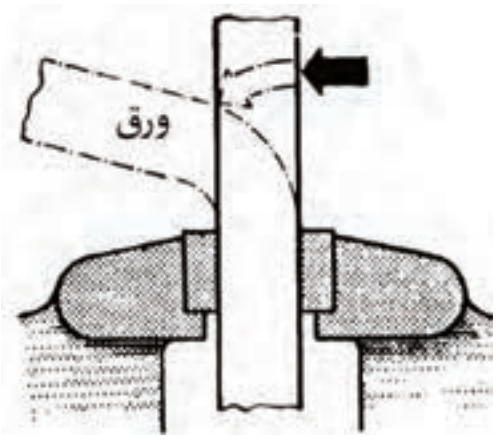
۷-۱ خمکاری با ابزار دستی:

خمکاری ورق‌های نازک فلزی را می‌توان با اســتفاده از ابزار دستی انجام داد. برای استفاده از این روش خمکاری به نکته‌های زیر باید توجه کرد.

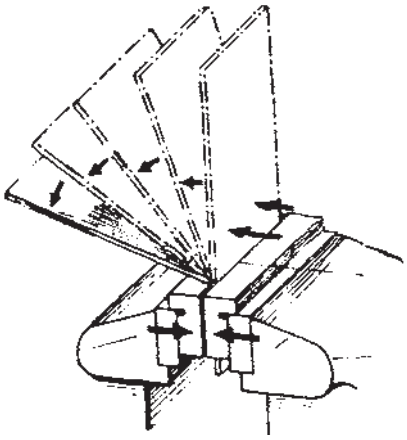
الف) خط محل خم تعیین وترسیم شود.

ب) قطعه با استفاده از لب گیره به گیره محکم شود

پ) با نیروی دست ورق روی گیره خم شود. نیروی مصرف شده باید به قدری باشد که بتواند حالت ارتجاعی فلز را خنثی کند وتغییر شکل پایدار به آن بدهد. (شکل ۷-۲)



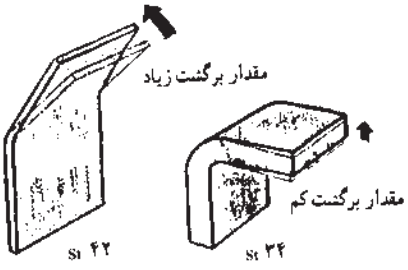
(الف)



(ب)

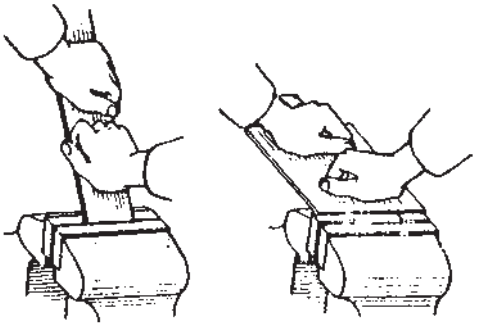
شکل ۷-۲

خمکاری باید مقداری بیشتر از زاویه مورد نظر اجرا شود زیرا جسم حالت ارتجاعی دارد وفلز پس از خمکاری مقداری به حالت اول برمی گردد. مقدار برگشت زاویه خم به جنس کار بستگی دارد هر چه جنس کار سخت تر وضخامت قطعه وزاویه خمش کمتر باشد مقدار برگشت بیشتر خواهد بود بنابراین باید مقدار برگشت را با توجه به عوامل ذکر شده در نظر داشت. (شکل ۷-۳)

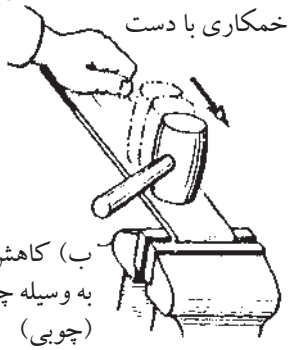


شکل ۷-۳ برگشت قطعه خمکاری شده

بعد از خمکاری با وسایل دستی خط خم را با قالب تنه یا چکش غیر فلزی می کوبیم تا مقدار شعاع خم کاهش یابد. (شکل ۷-۴)



الف) خمکاری با دست

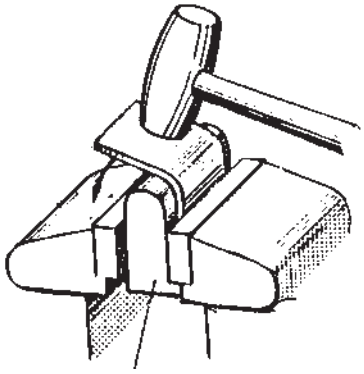


ب) کاهش شعاع خمش به وسیله چکش غیر فلزی (چوبی)

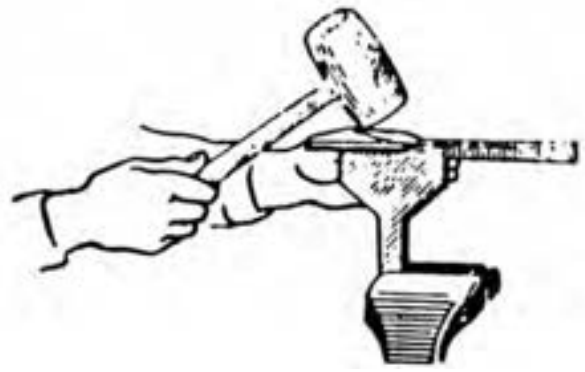
شکل ۷-۴

برای خمکاری با شعاع خمش زیاد بطور معمول از قالب خمکاری استفاده می شود. در شکل (۷-۵) نمونه ای از قالب خم را برای شعاع خمش زیاد مشاهده می کنید.

قالب ها با قوس‌های مختلف برای شـعاعهای خمش متفـاوت بکار می روند. برای شـکل دادن ورق با چکش چوبی یا لاسـتیکی به قطعه ضربه های لازم وارد می شود. برای خمکاری لبه ورق های غیر آهنی مانند آلومینیوم می‌توان با فشـار دادن میله گرد وحرکت دادن ولغزاندن آن روی آن خمکاری نمود. شکل (۷-۶)وبا چکش غیر فلزی لبه خم شده را صاف کرد.



شکل ۷-۵



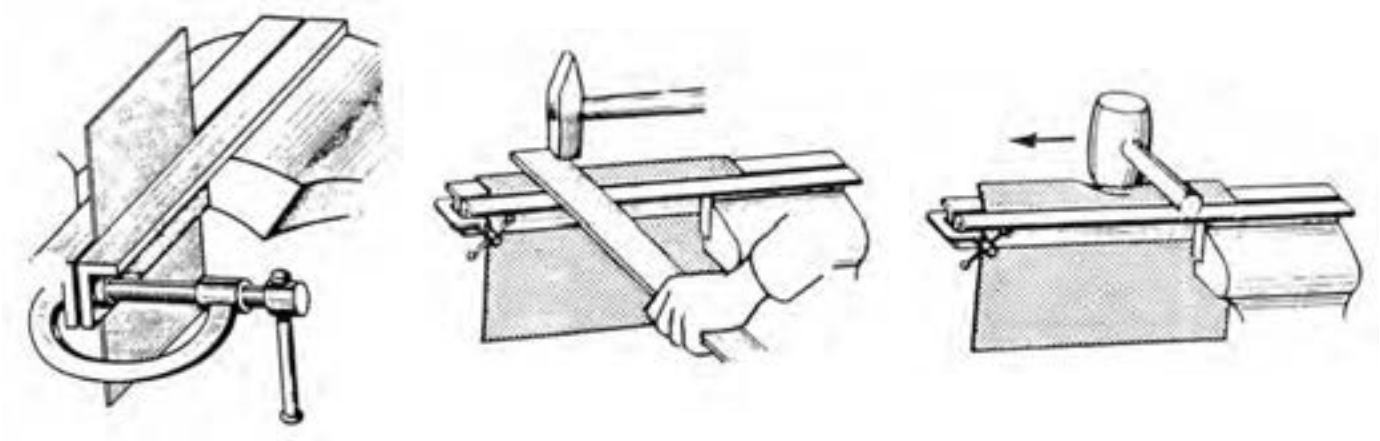
(ب) شکل ۷-۶ (الف)

خمکاری ورق‌های نازک به شـکلهای مختلف با اسـتفاده از قالب های مخصوص امکان پذیر می باشد. (۷-۷)

شکل ۷-۷

خمـکاری با طول زیاد به وسـیله ابزار دسـتی بطور معمول با اسـتفاده از نبش های کمکی صورت می گیرد . با این روش یک سر نبشی کمکی به گیره موازی بسته شده سـر دیگر آن با بسـت یا گیره مخصوص محکم می شود. ورق مورد خمکاری نیز بین

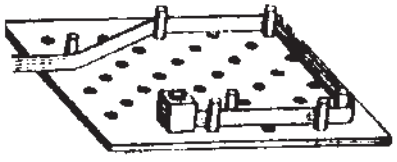
نبشـی ها ثابت می گردد. سـپس با ضربه های چکش –خمکاری قطعه انجام می گردد ضربه ممکن است بطور مستقیم به قطعه وارد شود یا برای جلوگیری از اثر چکش روی قطعه با اسـتفاده از قطعه چوبی که به عنوان واسـطه بین ضربه های چکش وقطعه قرار می گیرد صورت پذیرد در شـکل (۷-۸) روش خمکاری ورق‌های طویل را بااستفاده از ابزار دستی مشاهده می کنید.



(الف) (ب) (پ)

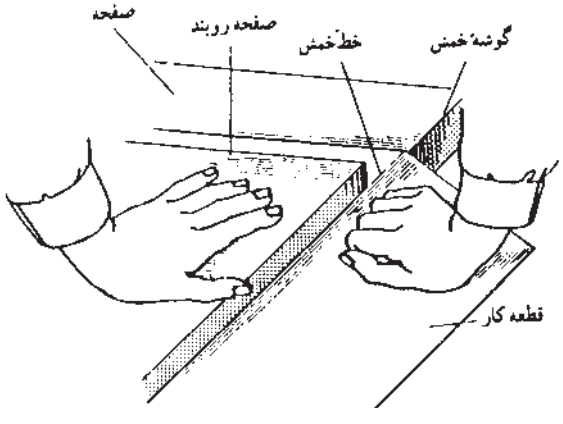
شکل ۷-۸

برای خمـکاری ورق‌های باریک تحت زوایای مختلف به ویژه در کارهای سـری وتولیـد انبوه می‌توان از قالب خمکاری اسـتفاده نمود.شـکل (۷-۹) قالب ذکر شـده متناسـب با شکل قطعه تهیه می شود روی قالب تعدادی سوراخ ایجاد می شود وبا قرار دادن میله درون آنها مسیر خمکاری مشخص می گردد.



شکل ۷-۹

خمـکاری ورقهای نازک بـا طول زیاد از میز هـای صافی ویک صفحـه کمکی صورت می گیـرد . در این روش نیـروی خمکاری توسـط دست اعمال می شـود شـکل (۷-۱۰) برای خمکاری با این روش ورق را روی صفحـه به گونه ای قـرار می دهیم که خط محل خم روی لبه صفحه قرار می گیرد سـپس قطعه کمکی دیگری مانند تخته یا صفحه فلزی مسـطحی را روی ورق قـرار می دهیم وبا کف دسـت آن را روی ورق محکم کرده با دست دیگر کم کم در جهت مطلـوب ورق را خم می کنیـم این عمل را دراصطـلاح (خمکاری گوشه) می نامند.



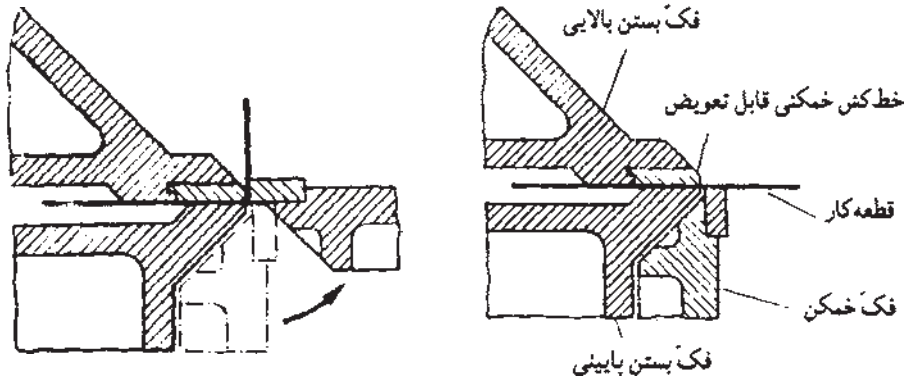
شکل ۷-۱۰

خمکاری ورق‌های نازک را تحت زاویه ۹۰ درجه با اســتفاده از ابزار دستی طی دو مرحلــه انجام می‌دهند در مرحله اول قطعه را ۴۰ تا ۵۰ درجه خم نموده ودر مرحله بعد زاویه را کامل می کنند.

۷-۱-۲ خم کاری

خمکاری با ماشین خمکن

دســتگاه خمکن از دو فک بالایی وپایینی وفک خم کننده تشــکیل شده است که می‌توانــد تحت زاویه های مختلف حرکت کند . این دســتگاه به شــکل های متفاوت وابعاد مختلف ساخته شده اســت . مکانیزم کار این دستگاهها نیز با یکدیگر فرق دارد ولــی بطور کلی فک پایینی محل قرار گرفتن ورق اســت وفک بالائی عمل نگهداری وثابت کردن ورق را انجام می دهد. فک خم کننده که قبل از خمکاری در قسمت زیر ورق قرار دارد می‌تواند با نیروی اعمال شــده به آن به طرف بال حرکت کرده وتحت زاویه دلخواه ورق را خم کند. (شکل ۷-۱۱)

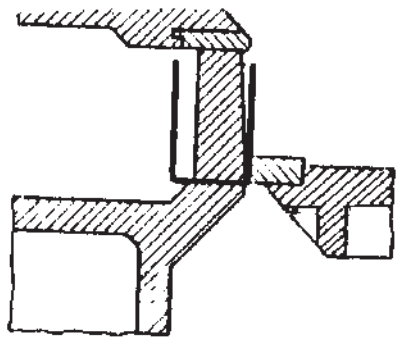


(ب) (الف)

شکل ۷-۱۱

با دســتگاه خمکن (متناسب با طول دســتگاه ۰/۵ تا ۳ متر) می‌توان ورق‌های طویل را خمکاری کرد .ضخامت مورد خمکاری نیز به قدرت ومکانیزم کار دستگاه بستگی دارد. دســتگاه های خمکن دستی بطور معمول تا ضخامت ۱/۵ میلی متر وخمکن های برقی تا ۳ میلی متر را خمکاری می کنند.

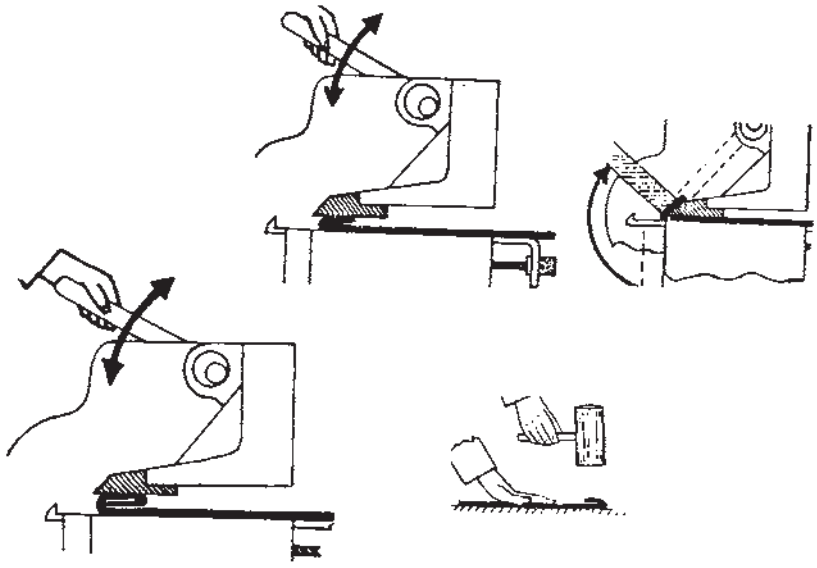
در خمکاری ورق‌های فلزی با اســتفاده از دســتگاه خمکن بــا توجه نوع خمکاری مراحل مختلفی راباید طی کــرد . برای خم کردن ورق‌ها در حالت معمولی ابتدا ورق را بین دو فک ماشین قرار می دهیم وخط محل خم را با لبه جلو فک بالای دستگاه به گونه‌ای تنظیم می کنیم که بر روی هم منطبق باشــند ســپس فک بالا را پایین آورده و بر روی ســطح ورق قرار می دهیم دوباره خط خم را کنترل نموده تا بطور کامل برلبه جلوی قالب منطبق باشــد. دوباره فک بالا را کنترل می کنیم تا ورق کاملاً محکم ثابت شــده باشــد.اکنون صفحه گردان را حرکت می دهیم تا ورق را روی قالب بالایی خم کند. این عمل را آنقدر ادامه می دهیم تا قطعه تحت زاویه مورد نظر خم شود.



شکل ۷-۱۲

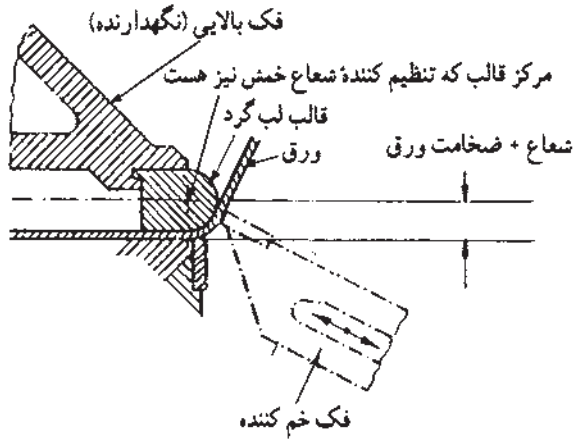
خم اول قطعاتی که لازم اســت به شــکل ناودانی باشــند به وسیله دستگاه خمکن به ســادگی صورت می گیرد اما برای خم دوم به قالب مخصوص متناسب با ارتفاع قطعه نیاز می باشد که بطور معمول از چوب یا از قالب های فلزی تهیه می شوند. ثابت کردن قالب در محل خم می بایســت بطور دقیق انجام شــده و بطور کامل روی ورق محکم شود تا خمکاری بطور دقیق در محل تعیین شده صورت پذیرد. (شکل ۱۲-۷)

بــا دســتگاه خمکن می‌توان لبــه ورق را تــا زد و روی هم خم کرد بــرای این کار ابتدا محل خم را تعیین می کنیم وپس از خم کردن لبه ورق در حد تعیین شــده – ورقی هم ضخامت ورق مورد خمکاری بین محل تاشــده قرار داده ومجدداً محل خم شــده را زیر دستگاه می گذاریم . فک بالایی دستگاه را روی آن محکم کرده وســپس برای روی هم قرار گرفتن کامل لبه ورق لازم است لبه را بــه گونه ای بین فک‌هــای خمکن تحت فشار قرار داده که لبه روی ورق پرس شود. ایــن عمل برای تــازدن دوبل نیــز قابل اجرا می باشد. (شکل ۱۳-۷)



شکل ۷-۱۳

میزان شـعاع خمش را می‌توان با دسـتگاه خمکن تنظیم کـرد . در حالت عادی لبه فک خمکننده باید مقابل لبه فک پایینی (میز دسـتگاه) دسـتگاه باشد. فک خم کننده می‌تواند به وسـیله پیچ‌های تنظیم به طرف بالا وپایین حرکت کند. هر چه این فک از فک ثابت دسـتگاه پایین تر باشد به همان نسبت شـعاع خمش بزرگتر می شود. از این روش می‌توان برای ایجاد قوس در محل خم اسـتفاده کرد . گاهی این عمل که (گرد خمکنی نام دارد) با استفاده از قالب لب گرد نیز انجام می گیرد. در شکل (۱۴-۷) گرد خم کردن ورق با استفاده از قالب را مشاهده می کنید.

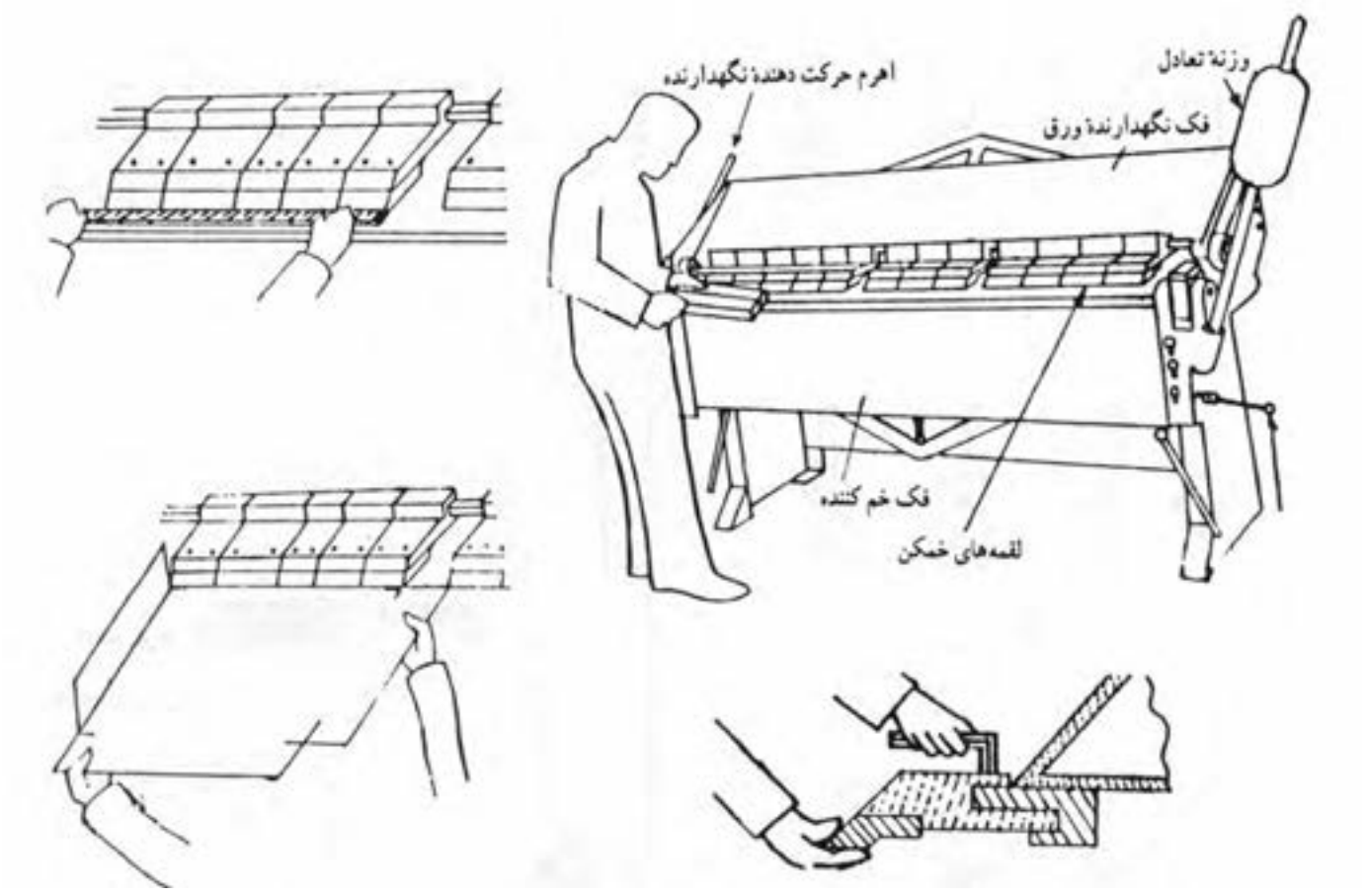


شکل ۷-۱۴

استفاده از خمکن‌های لقمه‌ای

در خمکـن هـای معمولی قالب خم یک پارچه اسـت و خمـکاری در طول ورق صورت می گیرد. خمکاری قسـمتی از ورق به ویژه در وسـط آن با دسـتگاه های معمولی مقدور نیست به همین منظور خمکن های لقمه ای ساخته شده اند. قالب خم این دستگاه ها از تعدادی لقمه (تیغه) با ابعاد مختلف تهیه شده است . این ماشین برای کلیه کارهای خمکاری مناسـب بوده ومی‌توان برای شـکل دادن ورق به ابعاد مورد نیاز وفرمهای گوناگون از آنها اسـتفاده کرد. تیغه های خم کن به وسـیله یک پیـچ وضامن نگهدارنده روی دسـتگاه نصب می گردند ودر مواقع غیر ضروری جدا می شـوند. برای خمکاری در طول کم می‌توان تیغه مناسـب را انتخاب کرد وروی دستگاه بست . باید دقت شود هنگام مو نتاژ تیغه های فرم دهنده لقمه بدرستی وبطور مطمئن در شیاری که به این منظور در ماشـین تعبیه شده است قرار گیرند وپس از نصب هر تیغه پیچ آن محکم بسته شود.

برای طولهای زیاد می‌توان چند تیغه که طول مجموع آنها معادل طول خمکاری است انتخاب نموده وآنها را روی دستگاه بست در شکل (۱۵-۷) دستگاه خمکن لقمه ای وشیوه بستن تیغه های آن را می بینید.



شکل ۷-۱۵

۷-٤ نکات عملی پرچکاری

روش پرچکاری چکشی

پرچکاری چکشی در حالت سرد و گرم به منظورهای مختلف مانند اتصال و آب‌بندی وغیره انجام می شـود. سر میخ پرچ‌ها معمولا مطابق سر اصلی آن شکل داده می شود.

برای انجام پرچکاری مراحل زیر صورت می‌گیرد:

انتخاب میخ پرچ از نظر جنس

تعیین قطر وطول میخ پرچ

تعیین قطر مته برای سوراخکاری قطعه ها

انتخاب وآماده سازی ابزار مورد نیاز

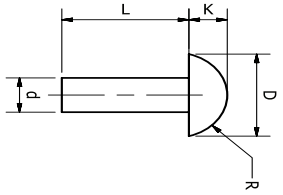
عملیات پرچکاری

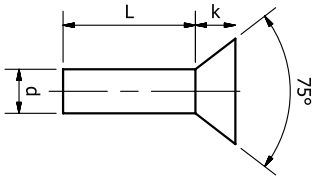
بررسی وکنترل کیفیت پرچ

۷-٤-۱ انتخاب میخ پرچ

میخ پرچ متناسـب با ویژگی‌های قطعات مورد اتصال انتخاب می‌شود. عوامل مورد توجه در انتخاب میخ پرچ عبارتند از: جنس وشـکل پرچ در جدول‌های (۷-۴ تا ۷-۷) نمونه‌هایی از پرچ‌ها را با ویژگی‌های مربوطه مشاهده می کنید.

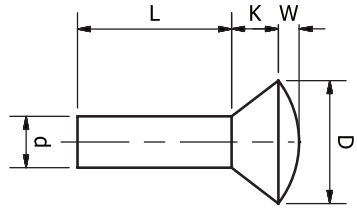
جدول ۷-۴ ویژگی‌های پرچ‌های تا قطر ۱۰ میلی‌متر





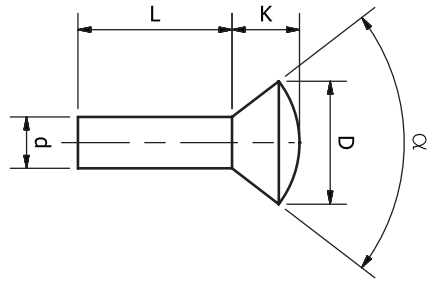
قطر میخ پرچ (d)	۱	۱/۴	۱/۷	۲	۲/۶	۳	۳/۵	۴	۵	۶	۷	۸	۹
D	۱/۸	۲/۵	۳	۳/۵	۴/۵	۵/۲	۶/۲	۷	۸/۸	۱۰/۵	۱۲/۲	۱۴	۱۵/۸
K	۰/۶	۰/۸	۱	۱/۲	۱/۶	۱/۸	۲/۱	۲/۴	۳	۳/۶	۴/۲	۴/۸	۵/۴
$K_۲$	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۱	۱/۳	۱/۵	۱/۸	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۴/۵
R	۱	۱/۴	۱/۶	۱/۲	۲/۴	۲/۸	۳/۴	۳/۸	۴/۶	۵/۷	۶/۶	۷/۵	۸/۵

جدول ۷-۵ ویژگی‌های پرچ‌های تا قطر ۱۰ میلی‌متر



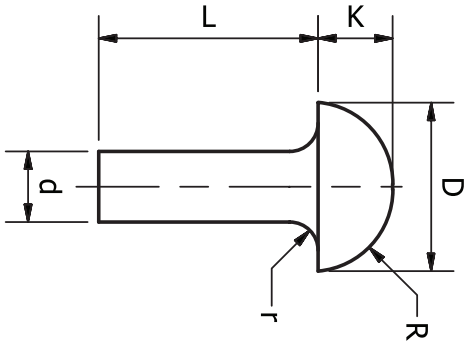
قطر میخ پرچ (d)	۱/۷	۲	۲/۶	۳	۳/۵	۴	۵	۶	۷	۸
D_2	۳/۴	۴	۵/۲	۶	۷	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶
R_2	۲/۹	۳/۳	۴/۳	۵	۶	۶/۵	۸/۲	۱۰	۱۱/۶	۱۳/۱
W	۰/۶	۰/۷	۰/۹	۱	۱/۲	۱/۳	۱/۷	۲	۲/۴	۲/۷
K_3	۰/۹	۱	۱/۳	۱/۵	۱/۸	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۴
D_3	۳/۸	۴/۵	۵/۸	۶/۸	۷/۸	۹	۱۱/۲	۱۳/۵	۱۵/۸	۱۸
R_3	۳/۳	۳/۶	۴/۷	۵/۴	۶/۱	۷/۱	۸/۸	۱۰/۷	۱۲/۵	۱۴/۲

جدول ۷-۶ ویژگی‌های پرچ‌ها از قطر ۱۰ تا ۳۶ میلی‌متر



قطر میخ پرچ (d)	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۴	۲۷	۳۰	۳۳	۳۶
زاویه سر پرچ α	۷۵°					۶۰°				۴۵°		
قطر سر پرچ D	۱۴/۵	۱۸	۲۱/۵	۲۶	۳۰	۳۱/۵	۳۴/۵	۳۸	۴۲	۴۲/۵	۴۶/۵	۵۱
ارتفاع سر پرچ K	۳	۴	۵	۶/۵	۸	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳/۵	۱۵	۱۶/۵	۱۸
قطر سوراخ پرچ d	۱۱	۱۳	۱۵	۱۷	۱۵	۲۱	۲۳	۲۵	۲۸	۳۱	۳۴	۳۷

جدول ۷-۷ ویژگی پرچ‌های سر نیم‌کروی از قطر ۱۰ تا ۳۶ میلی‌متر



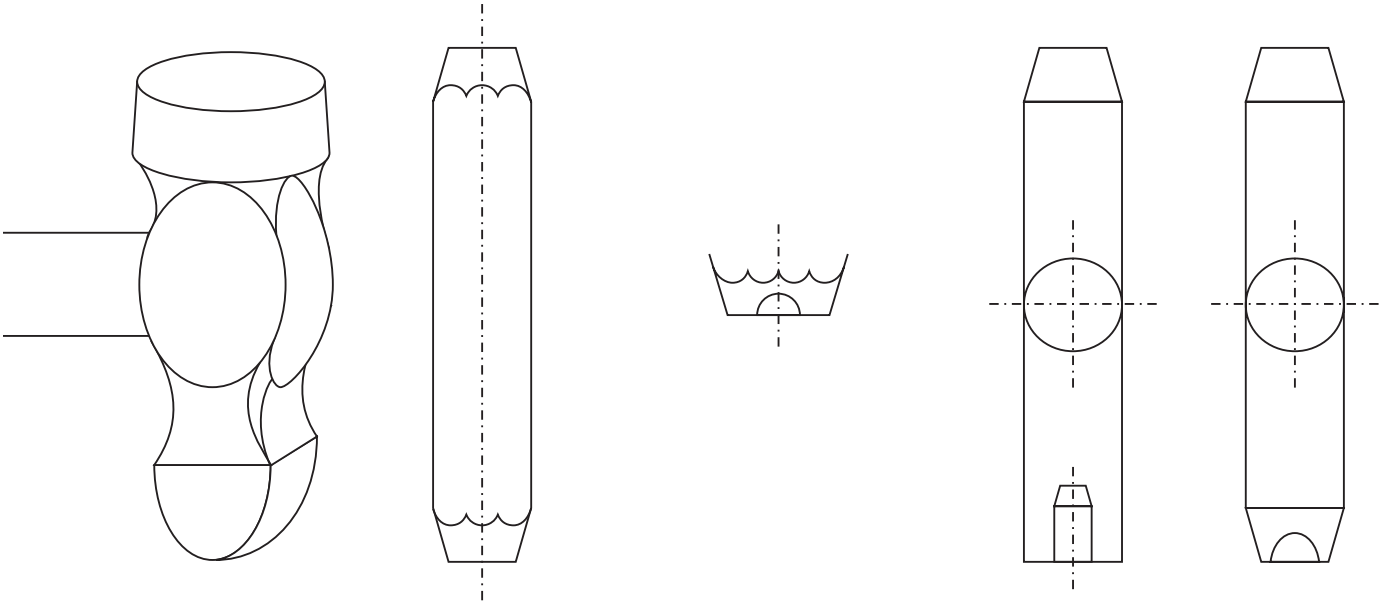
قطر میخ پرچ (d)	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۴	۲۷	۳۰	۳۳	۳۶
D	۱۸	۲۲	۲۵	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰	۴۳	۴۸	۵۳	۵۸	۶۴
K	۷	۹	۱۰	۱۱/۵	۱۳	۱۴	۱۶	۱۷	۱۵	۲۱	۲۳	۲۵
R	۹/۵	۱۱	۱۳	۱۴/۵	۱۶/۵	۱۸/۵	۲۰/۵	۲۲	۲۴/۵	۲۷	۳۰	۳۳
r	۱	۱/۶	۱/۶	۲	۲	۲	۲	۲/۵	۲/۵	۳	۳	۴
–	$M_{۱۰}$	$M_{۱۲}$	–	$M_{۱۶}$	–	$M_{۲۰}$	–	$M_{۲۴}$	$M_{۲۷}$	$M_{۳۰}$	$M_{۳۳}$	$M_{۳۶}$
$d_۱$ قطر سوراخ پرچ	۱۱	۱۳	۱۵	۱۷	۱۹	۲۱	۲۳	۲۵	۲۸	۳۱	۳۴	۳۷

بـرای تعیین قطر میخ پرچ، طول آن وهمچنین قطر مته برای سـوراخکاری علاوه بر اسـتفاده از جدول‌های بالا می‌توان از روابطی که در فصل ۵ آورده شده است استفاده نمود.

انتخاب وآماده سازی ابزار پرچکاری

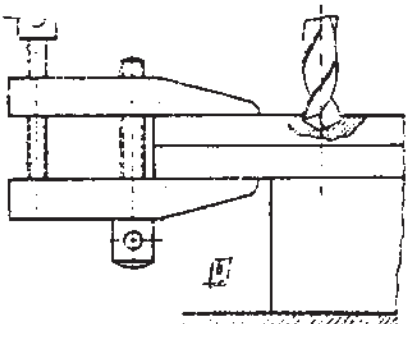
پرچکاری به یکی از روش‌های سـرد ویا گرم با اسـتفاده از ابزار دسـتی یا ماشینی صورت می گیرد . اجرای پرچکاری با هر یک از روش‌های ذکر شـده مسـتلزم تهیه ابزار مناسـب مربوط به آن است. در پرچکاری با ابزار دسـتی وسایلی از قبیل سندان، پرچکش، قالب زیر وروی پرچ وچکش مورد نیاز است.

این ابزار باید دارای مشـــخصات مناسبی باشـــد. به طور مثال سر چکش‌هایی که در پرچکاری از آنها اســـتفاده می شـــود. باید صاف وبی عیب باشد تا از اثر گذاشتن روی ســـر پرچ جلوگیری شود یا قالب‌های پرچ باید از فولادهای آلیاژی تهیه شوند.تا در اثر ضربه‌ها وتنش‌های وارده زود فرســـوده نشوند. در شکل (۱۶-۷) نمونه از این ابزارها را مشاهده می کنید.



شکل ۱۶-۷

عملیات پرچکاری



شکل ۱۷-۷

برای انجام پرچکاری ابتدا قطعات با مته انتخاب شده سوراخ شوند . این عمل پس از نصب مته بر روی دستگاه وثابت کردن قطعه کار صورت می گیرد . در شکل (۱۷-۷) روش محکم کردن قطعات را هنگام سوراخکاری مشاهده می کنید.

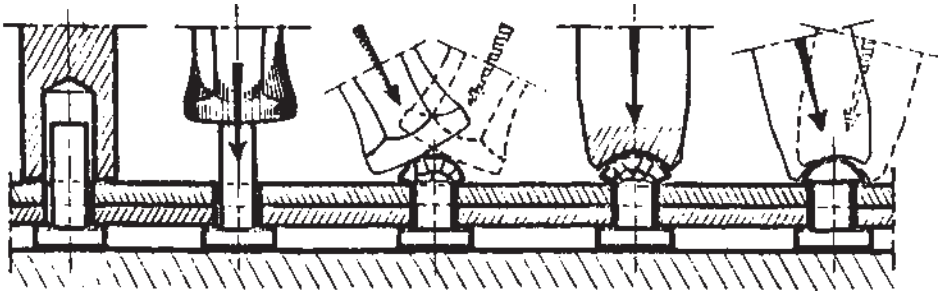
نیروی لازم پرچکاری توسط ضربه های چکش یا به وسیله دستگاه تامین می شود.

شیوه کار در پرچکاری دستی متناسب با نوع پرچکاری تغییر می کند و شامل مراحل زیر است :

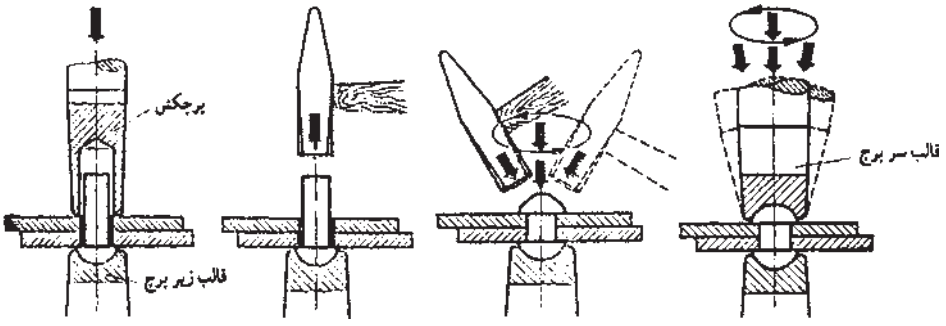
مرحله اول ـ جازدن : در این مرحله پرچ در ســـوراخ ایجاد شـــده بوسیله مته در جای خود قرار می گیرد.

مرحله دوم ـ کشـیدن پرچ اسـت: در این مرحله پرچ جازده شده بوسیله پرچ کش، کشـیده می شـود تا فاصله بین قطعات از بین برود . این عمل باید دقیق صورت گیرد. در غیـر این صورت کیفیت پرچکاری به علت وجود فاصله میان قطعات با مشـکلاتی روبرو خواهد شد.

مرحله سـوم ـ فرم دادن : پس از جازدن و کشیدن پرچ با ضربه های چکش سر پرچ کوبیده می شود و با قالب فرم شکل نهایی را به خود می گیرد . در شکل‌های (۱۸-۷ و ۱۹-۷) روش پرچکاری سر تخت وسر نیمکروی را با ابزار دستی می بینید.



شکل ۱۸-۷



شکل ۱۹-۷

۷-۴-۴ نکته‌های ایمنی در پرچکاری

۱- در انتخاب ابزار دقت کنید که ابزارهای پرچکاری از هر قطر سالم باشند وموجب عیب‌های اتصال نشوند.

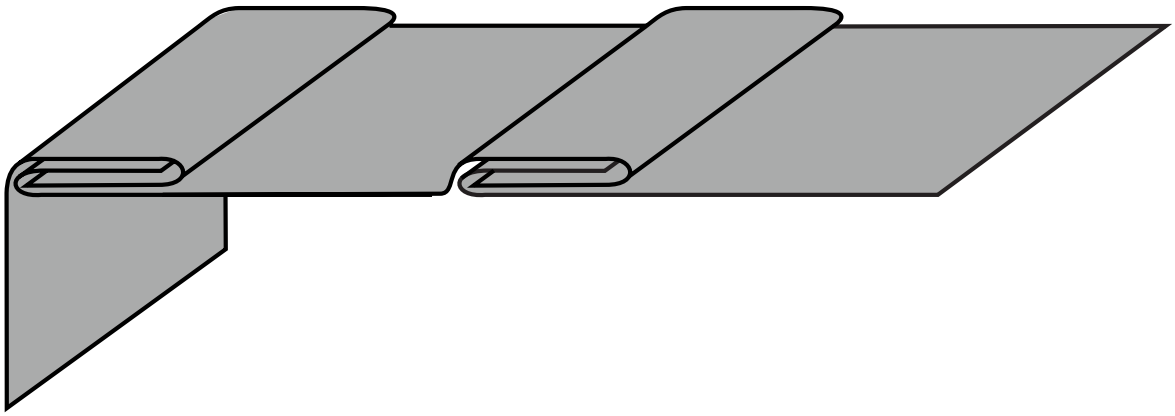
۲- هنگام سوراخکاری قطعات مورد اتصال را بخوبی محکم کنید تا علاوه برتنظیم دقیق سوراخ از پرتاب وبرخورد قطعه به افراد وایجاد جراحت‌هاجلوگیری شود.

۳- هنـگام زدن ضربه های چکـش قالب را محکم نگه دارید تـا به اطراف پرتاب نشود

کار عملی

نقشه شماره ۱

نوع تمرین	اجرای فرنگی پیچ ساده و گوشه	زمان آموزش	
		نظری	عملی
جنس و ابعاد مواد اولیه	ورق آهن سیاه روغنی با ابعاد ۱) ۱۵۰×۶۷×۰/۵ ۲) ۱۵۰×۷۴×۰/۵ ۳) ۱۵۰×۸۱×۰/۵	۰/۵	۵/۵



فعالیت در کارگاه

۱- به گروه‌های سه نفره تقسیم واز میان خود یک سرگروه انتخاب نمائید.

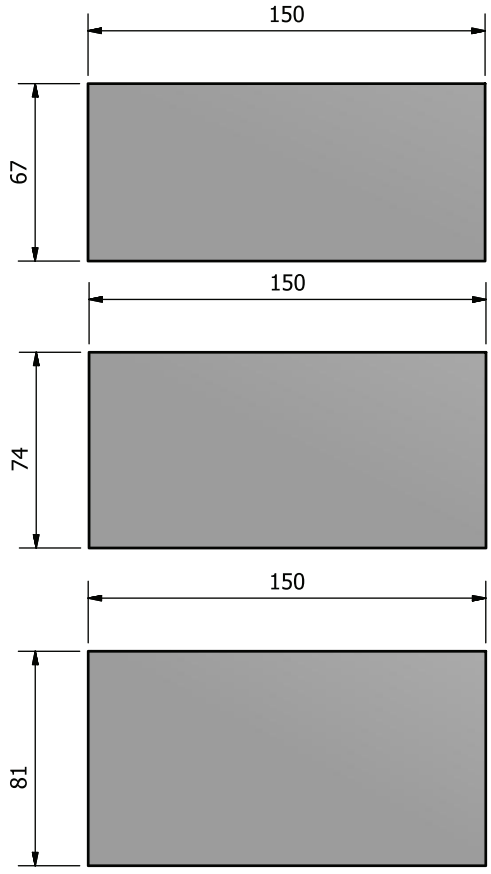
۲- بـا تبادل افکار وآموختـه های قبلی خود ابعاد قطعات الف/ب/وپ را محاسـبه نمائید.

۳- در هنگام محاسـبه ابعاد قطعات در صورت نیاز به اندازه عرض قالب فرنگی پیچ اندازه موجود در انبار کارگاه را در نظر بگیرید.

۴- برای ساخت نقشه کار مورد نظر به چه ابزاری نیاز دارید. آنها را لیست کنید.

مراحل اجرا کار

۱- ابعاد قطعات الف، ب و پ را مطابق نقشه برشکاری نمائید. (شکل ۷-۲۰)



(شکل ۷-۲۰)

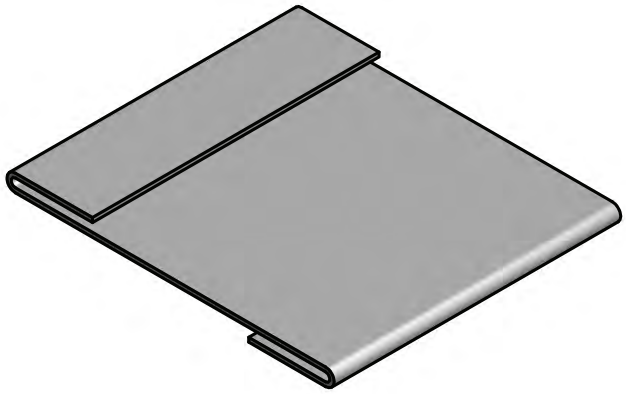
۲- قطعات را با گونیا کنترل نمائید . (شکل ۷-۲۱)

(شکل ۷-۲۱)

۳- قطعه الف را مطابق شکل (۲۲-۷) با استفاده از قالب تنه وسندان خمکاری نمائید.

(شکل ۷-۲۲)

۴-قطعه ب را مطابق شکل (۷-۲۳) وبا استفاده ازقالب تنه وسندان خمکاری نمائید.

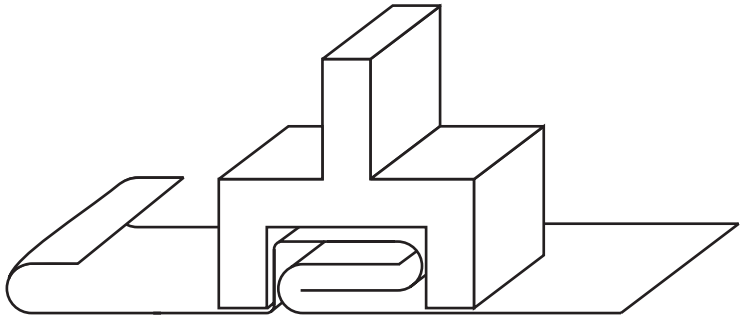


شکل (۷-۲۳)

۴- قطعــه پ را مطابق شــکل (۷-۲۴) وبا اســتفاده از قالب تنه وســندان خمکاری نمائید.

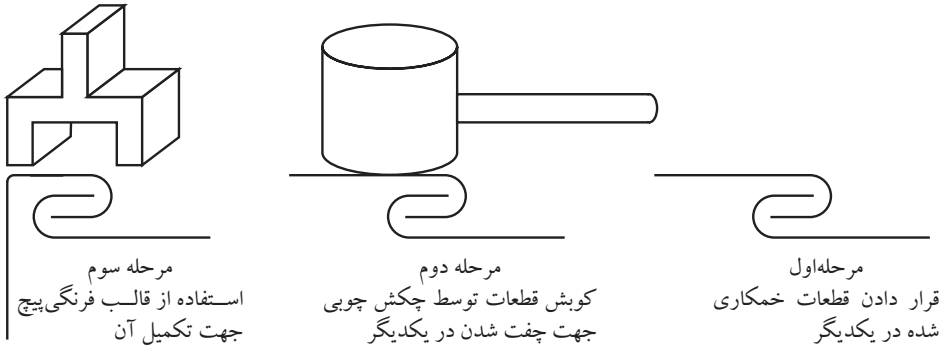
شکل (۷-۲۴)

۵-قطعه الف وب را مطابق شــکل (۷-۲۵) مونتاژ نمائیدوســپس با اســتفاده از قالب فرنگی پیچ آن را کامل نمائید.



شکل ۷-۲۵

۶-قطعه تکمیل شده در مرحله قبل را با قطعه ج مونتاژ نمائید. مراحل انجام فرنگی‌پیچ گوشه در شکل (۷-۲۶) آورده شده است.



شکل ۷-۲۶ مراحل اجرای فرنگی‌پیچ گوشه با استفاده از چکش چوبی و گیره

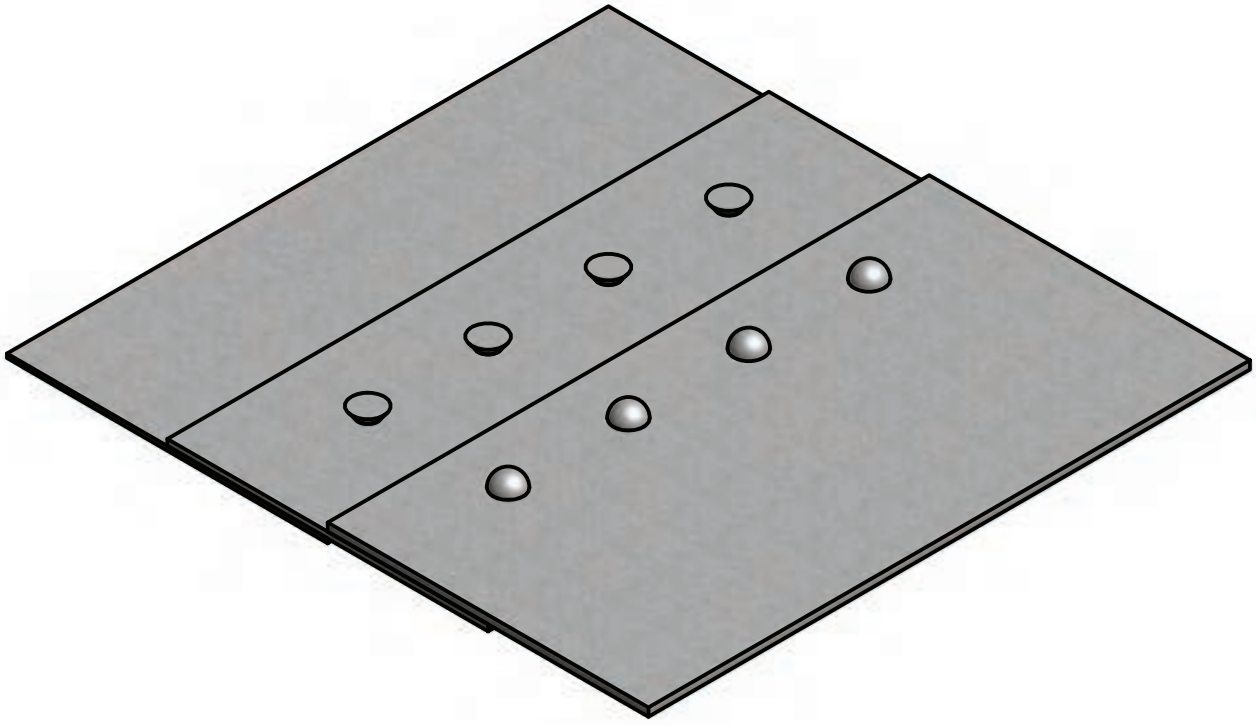
۷- پس از تکمیل و کنترل نهایی آن را برای ارزشیابی به هنر آموزخود ارائه نمائید.

فعالیت: در حین انجام کار با چه مشکلاتی روبرو بودید؟ جهت برطرف نمودن آن چه راهکاری را پیشنهاد می کنید؟

آیا می‌توان با دستگاه چرخ ورقکاری تمرین فوق را انجام داد؟

نقشه کار شماره ۲

نوع تمرین	اجرای تمرین پرچ‌کاری	زمان آموزش	
		نظری	عملی
جنس و ابعاد مواد اولیه	ورق آهن سیاه روغنی با ابعاد ۱) ۱×۸۰×۱۵۰ ۲) ۱/۲ یا ۱/۵×۸۰×۱۵۰ ۳) ۲×۸۰×۱۵۰	۰/۵	۷/۵



فعالیت

با توجه نقشه کار فعالیت های زیر را انجام دهید.

۱- به گروههای ۳نفره تقسیم شده ویک سرگروه از بین خود انتخاب نمائید.

۲- با توجه به نقشه کار چه نوع میخ پرچی می‌توان بکار برد.

۳- محاسبات مربوط به پرچکاری نظیر. طول پرچ، قطرپرچ، میزان روی هم قرار گرفتن قطعات، قطر مته مورد نیاز جهت سوراخکاری، تعداد میخ پرچ و فاصله میخ پرچ ها از لبه قطعه کار را انجام دهید.

۴- ابزارهای موردنیاز خود را لیست نمائید.

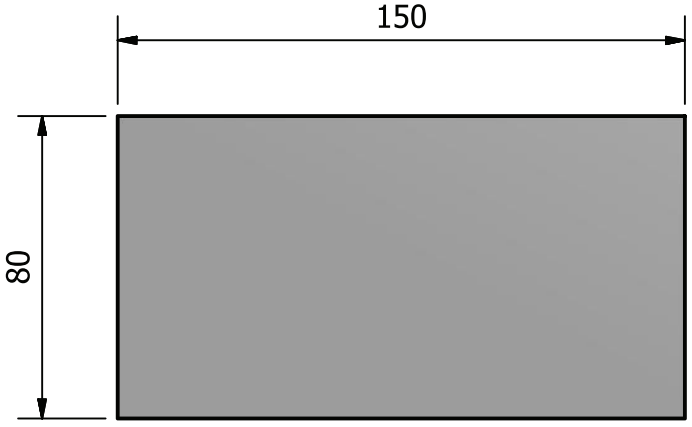
۵- محاسبات خود را با گروههای دیگر کلاس مقایسه کنید.

۶- مراحل پیشنهادی شما برای اجرای کار چگونه است.

۷- محاسبات ومراحل اجرای کار خود را با هنرآموزخود در میان بگذارید.

مراحل اجرای کار

۱-سه قطعه مطابق با جدول نقشه کار شماره ۲ آماده نمایید.

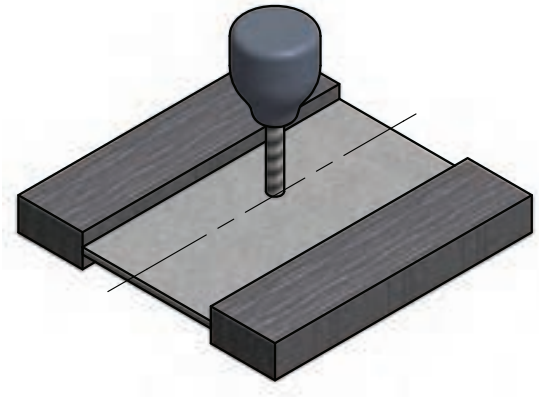


شکل ۷-۲۷

۲-قطعات را با خط کش وگونیا کنترل نمائید.

شکل ۷-۲۸

۳-با توجه به تعداد پرچ مورد نیاز قطعات را به گیره بسته ونسبت به سوراخکاری قطعات اقدام نمایید. (شکل ۷-۲۹)

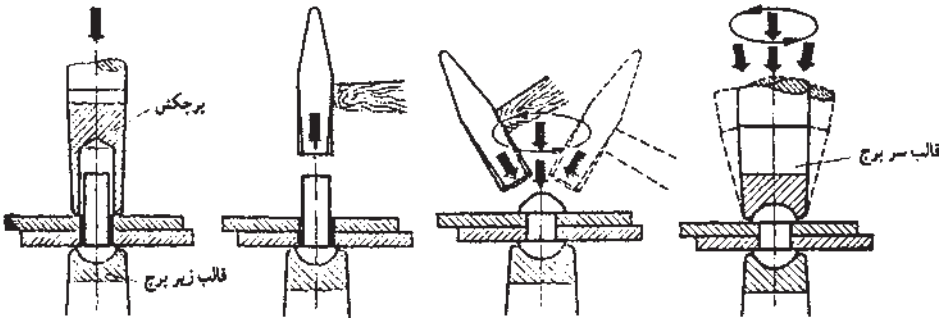


شکل ۷-۲۹

۴- با توجه به نقشه کار طول میخ پرچ ها را با سوهان کمان اره اندازه نمایید.

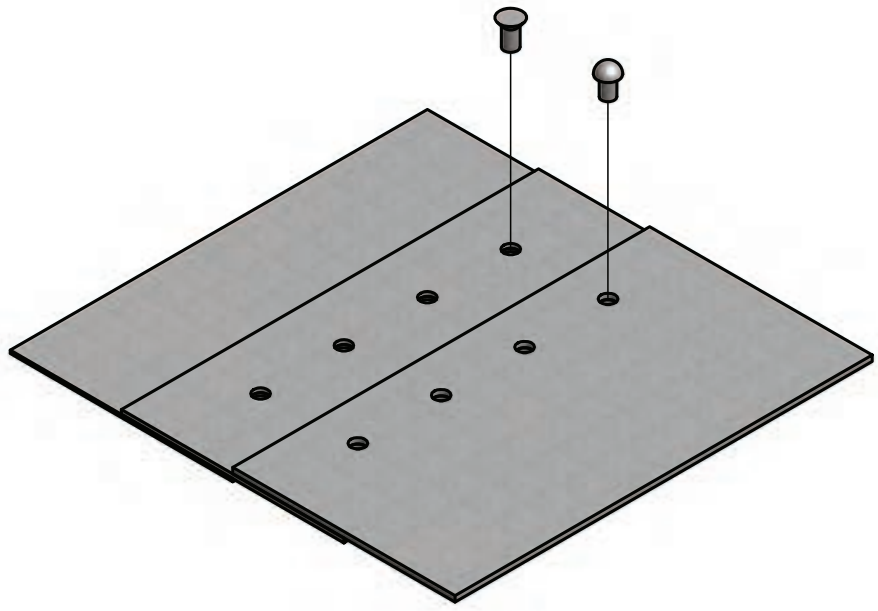
۵- با استفاده از پیچ ومهره هم قطر با سوراخها وبستن آنها در جای پرچها نسبت به کنترل هم راستا بودن سوراخ اقدام نمائید.پس از مطمئن شدن از صحیح بودن آنها نسبت به مونتاژ قطعه الف وب اقدام نمائید.

۶- مراحل پرچکاری را مطابق آموخته های خودانجام دهید. ۱- جازدن ۲-کشیدن ۳- فرم دادن (شکل ۷-۳۰)



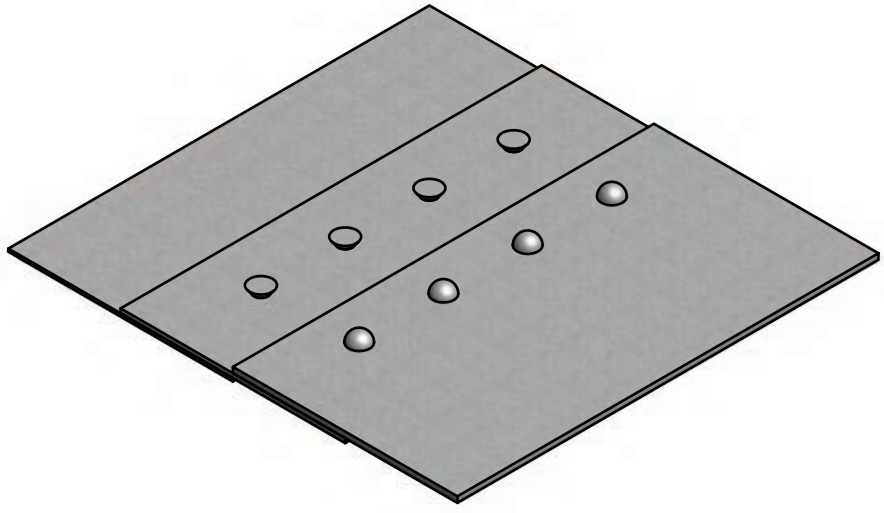
شکل ۷-۳۰

۷- حال قطعه مونتاژ شــده در مرحله ۶ را به قطعــه پ مانند مرحله قبل مونتاژنمائید. (شکل ۷-۳۱)



شکل ۷-۳۱

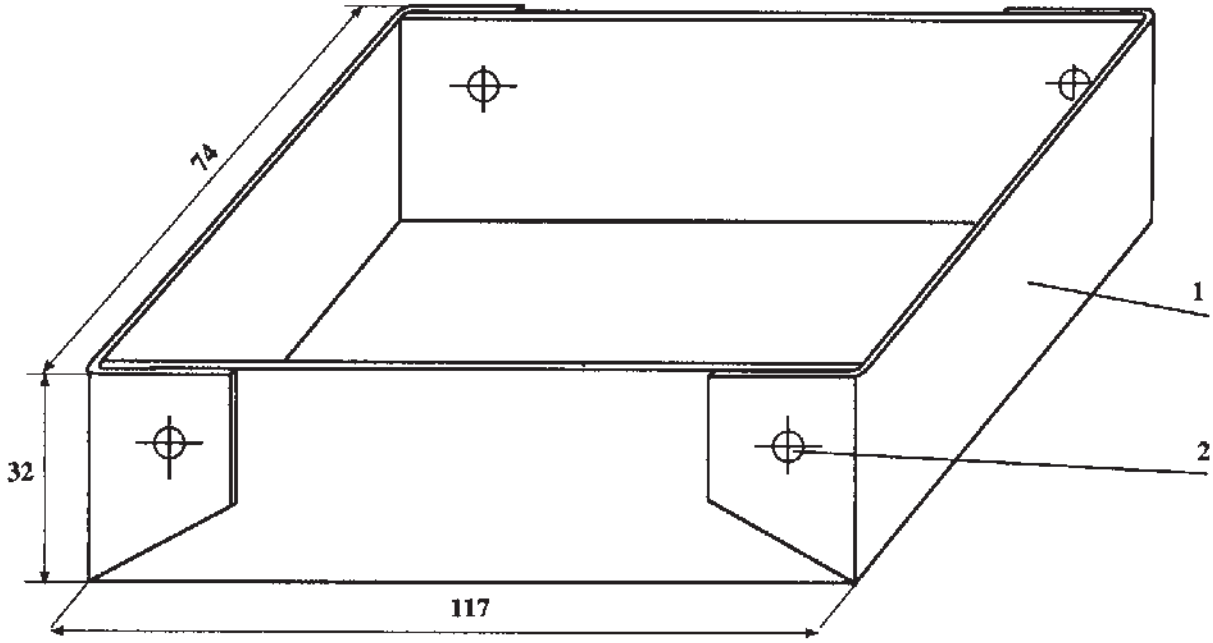
۸- پــس از اتمام کار وکنترل نهائی آن را جهت ارزشــیابی به هنــر آموزخود ارائه دهید. (شکل ۷-۳۲)

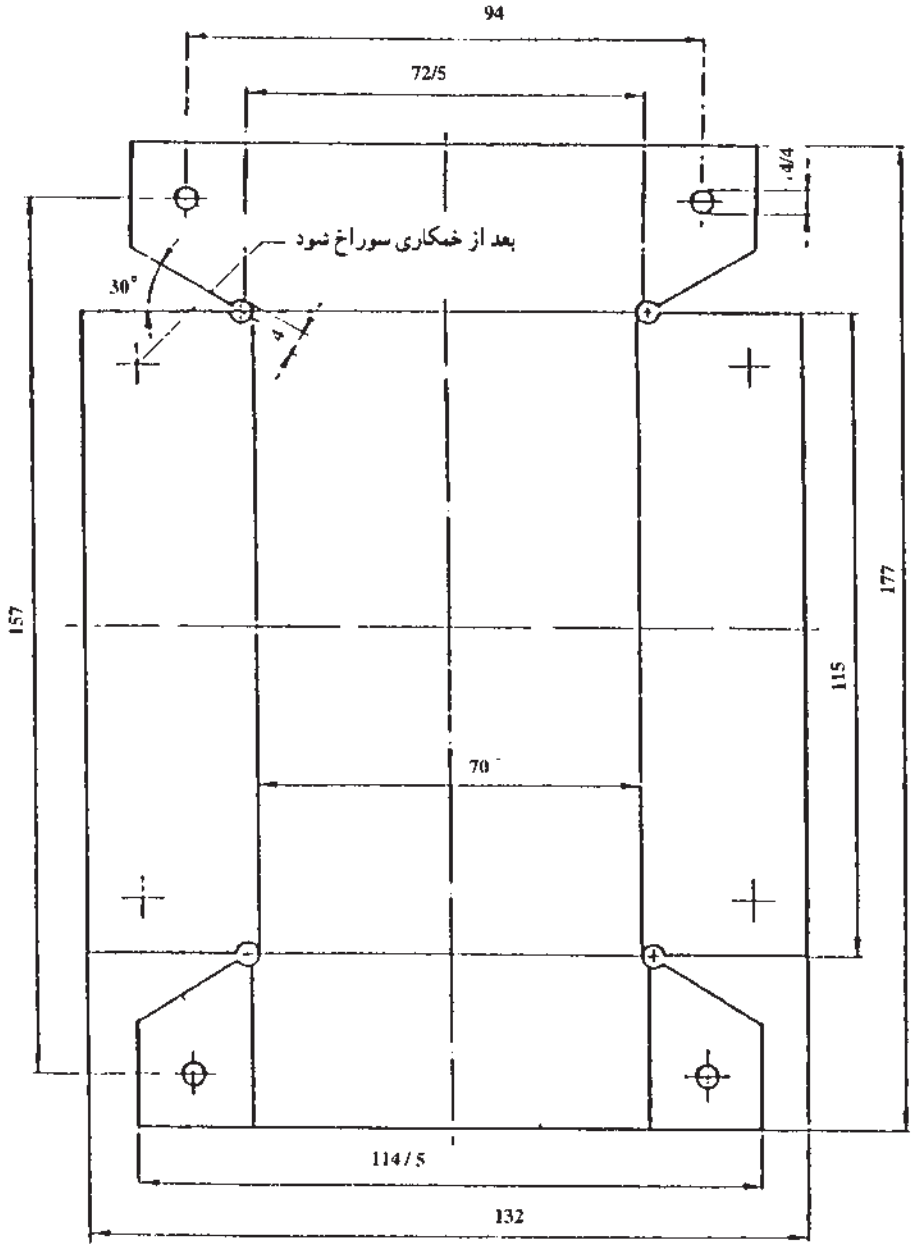


شکل ۷-۳۲

نقشه کار شماره ۳

نوع تمرین	اجرای تمرین خمکاری و پرچ کاری	زمان آموزش	
جنس و ابعاد مواد اولیه	ورق آهن گالوانیزه با ابعاد ۱۷۷×۱۳۲×۰/۵	نظری	عملی
			۷




94
72/5
4/4
بعد از خمکاری سوراخ شود
30°
157
177
115
70
114/5
132

فعالیت

با توجه به شکل ونقشه کار

۱- به گروههای ۳ نفره تقسیم شوید.ویک سر گروه برای خود انتخاب نمائید.

۲- با توجه به نقشه کار مراحل انجام آن را با هم گروهی های خود طراحی نمائید.

۳- مراحل انجام کار را برای اجرای دستی وهمچنین با خمکن بنویسید.

۴- کار خود را با گروه‌های دیگر مقایسه نموده وبهترین آن را انتخاب نمائید.

۵- دستور کار انتخابی را به هنرآموز خود ارائه نموده وپس از تائید ایشان آن را برای اجرا آماده کنید.

۶- ابزار موردنیاز خودرا لیست نمائید.

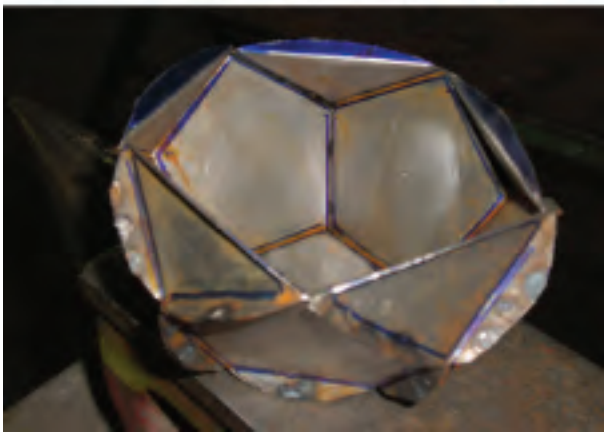
۷- پس از اجرای کار مشکلات به وجود آمده در حین اجرا را با هم گروهی های خود وگروه های دیگر در میان گذاشته و دلایل بوجود آمدن آنها را مورد بررسی قرار دهید.

۸- راهکار خود برای برطرف نمودن مشکلات را ارائه نمائید.

۹- پس از اجرای کار آن را برای ارزشیابی به هنر آموزخود ارائه نمائید.

نقشه کار شماره ۴

نوع تمرین	اجرای تمرین خمکاری و ساخت قندان	زمان آموزش	
		نظری	عملی
جنس و ابعاد مواد اولیه	ورق استنلس استیل یا ورق روغنی به ابعاد ۱) ۶×۷۰×۷۰×۰/۵ ۲) ۱۴۰×۱۴۰×۰/۵	۰/۵	۶



فعالیت

۱- برای خود یک هم گروهی انتخاب نمائید.

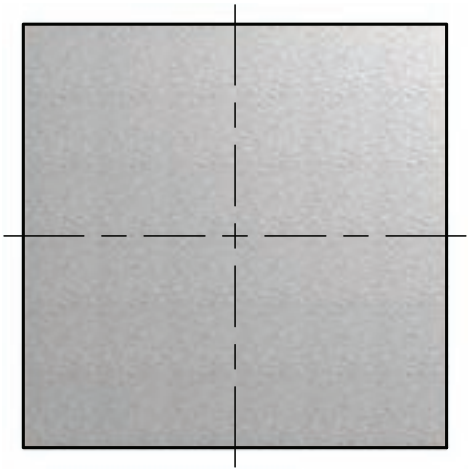
۲- بر روی کاغذ وبا استفاده از پرگار یک پنج ضلعی منظم ترسیم نمائید.

۳- برای ترسیم پنج ضلعی بر روی ورق های استنلس استیل چگونه باید عمل کرد.

۴- ابزارهای مورد نیاز خودرا لیست کنید.

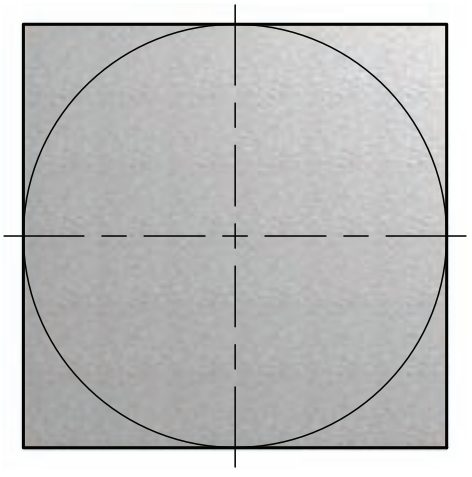
مراحل اجرای کار

۱–ورق‌های اســتنلس استیل را به ابعاد ۷۰×۷۰ برشکاری نموده وبا کشیدن قطر های آنها مرکز آنها را مشخص کنیدوسنبه نشان بزنید. (شکل ۷–۳۳)



شکل ۷-۳۳

۲–دایره ای به قطر ۷۰ســانتی متر رســم کنید وآن را به پنج قســمت مساوی تقسیم نمائید.برای این منظور مطابق مراحل زیر عمل می کنیم . (شکل ۷–۳۴)

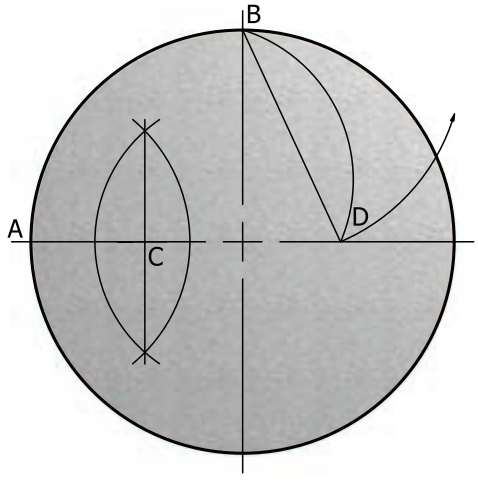


شکل ۷-۳۴

۱) دهانه پرگار را اندازه شـعاع دایره بازکرده وبه مرکز O دایره ای رسـم می کنیم عمود منصف AO را رسم می کنیم تانقطه C بدست آید.

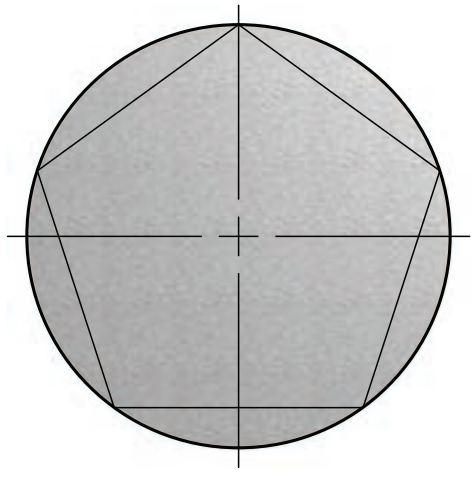
۳) دهانه پرگار را به اندازهBC باز کرده وقوس زده تا نقطه D بدست آید.

۴) اندازه پاره خط DB یک قسمت از پنج قسمت دایره خواهد بود. (شکل ۷-۳۵)



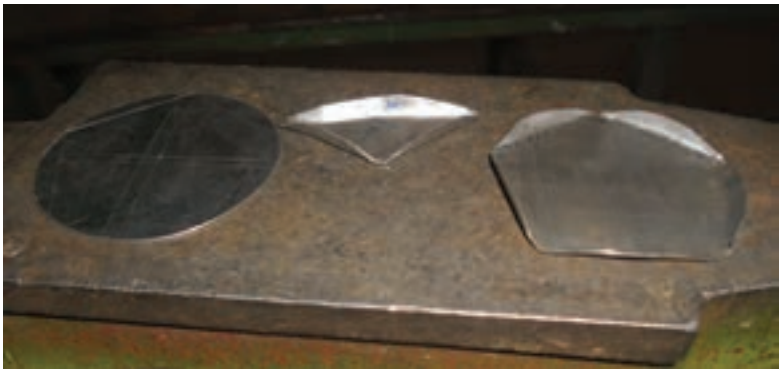
شکل ۷-۳۵

۳- پنج ضلعی قطعات را ترسیم کرده وسپس با قیچی دستی دایره ها را برش می‌دهیم وبا سوهان پیلیسه آنها را رفع نمائید. (شکل ۷-۳۶)



شکل ۷-۳۶

۴- از خط خم شـــروع به خمکاری پنج ضلعی ها کنید. وهر شـــش قطعه را تکمیل کنید. (شکل ۷-۴۰)



شکل ۷-۴۰

۵- قطعـــات تکمیـــل شـــده را به وســـیله نقطه جـــوش به یکدیگـــر مونتـــاژ نمائید. (شکل ۷-۴۱)

شکل ۷-۴۱

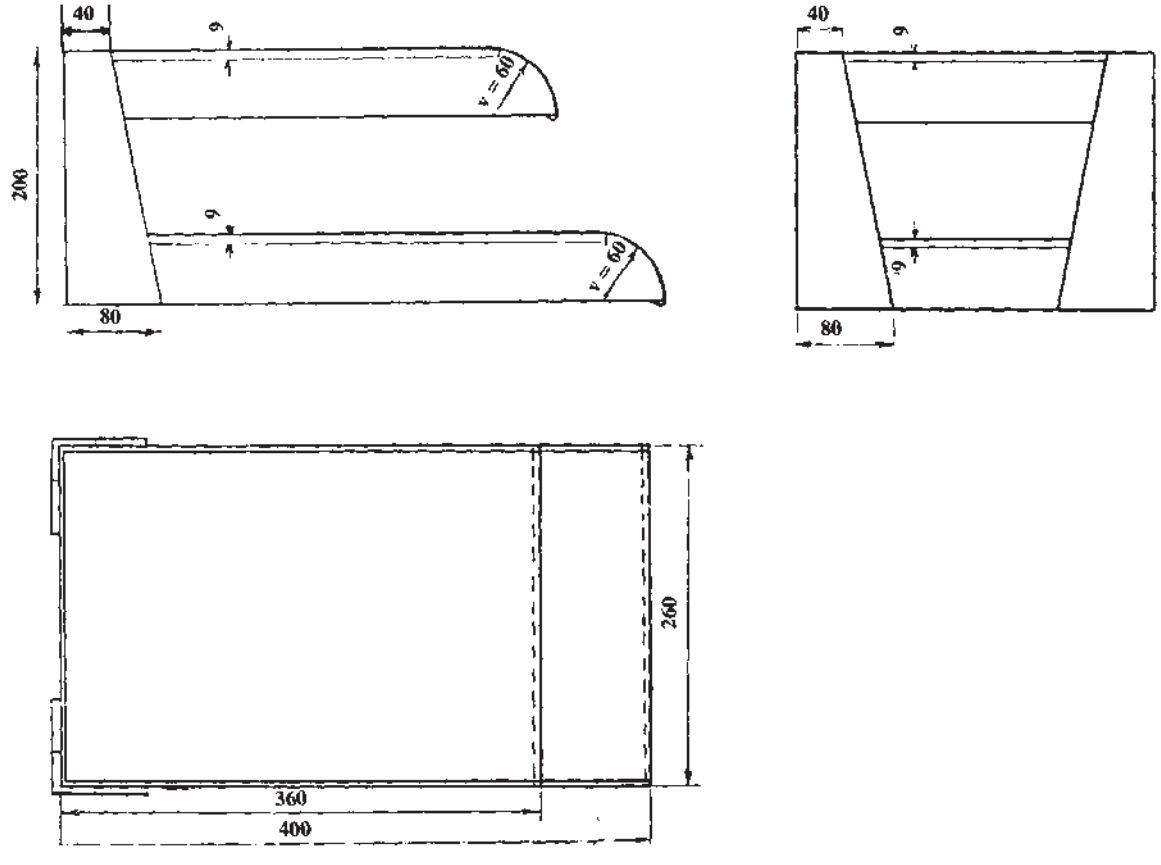
۶- پـــس از تکمیل بدنه درب قندان راتکمیل نمائید. وســـپس دســـته درب را مطابق شکل بسازید. (شکل ۷-۴۲)

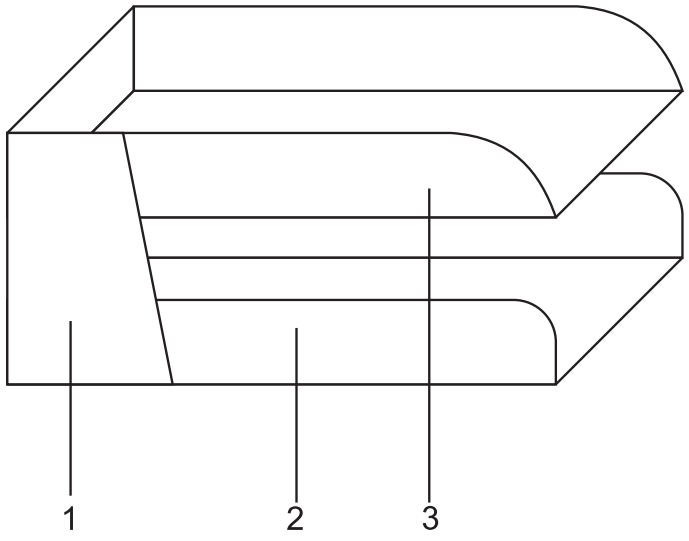
۷-پـس از تکمیـل قطعـه آن را جهت ارزشـیابی با هنرآمـوز خود ارائـه نمائید.
(شکل ۷-۴۳)

شکل ۷-۴۳

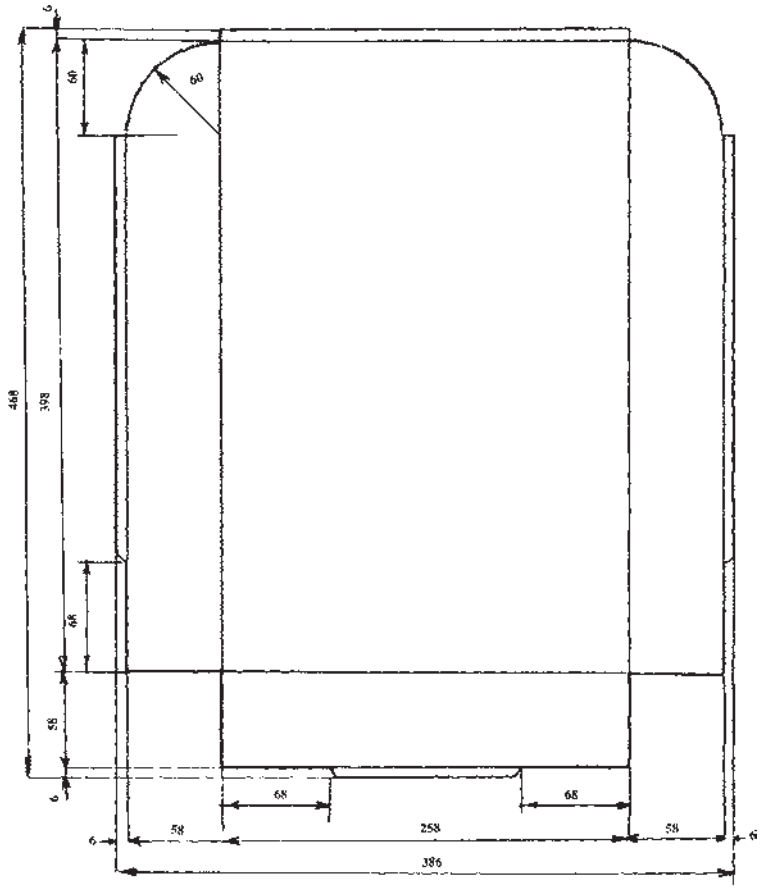
نقشه کار شماره ۵

نوع تمرین	اجرای تمرین خمکاری ساخت جا کاغذی	زمان آموزش	
جنس و ابعاد مواد اولیه	ورق آهن سیاه با ابعاد ۱) ۲×۲۱۰×۱۸۰×۲ ۲) ۱×۴۱۰×۴۸۰ ۳) ۱×۴۱۰×۳۸۰	نظری	عملی
			۱۶

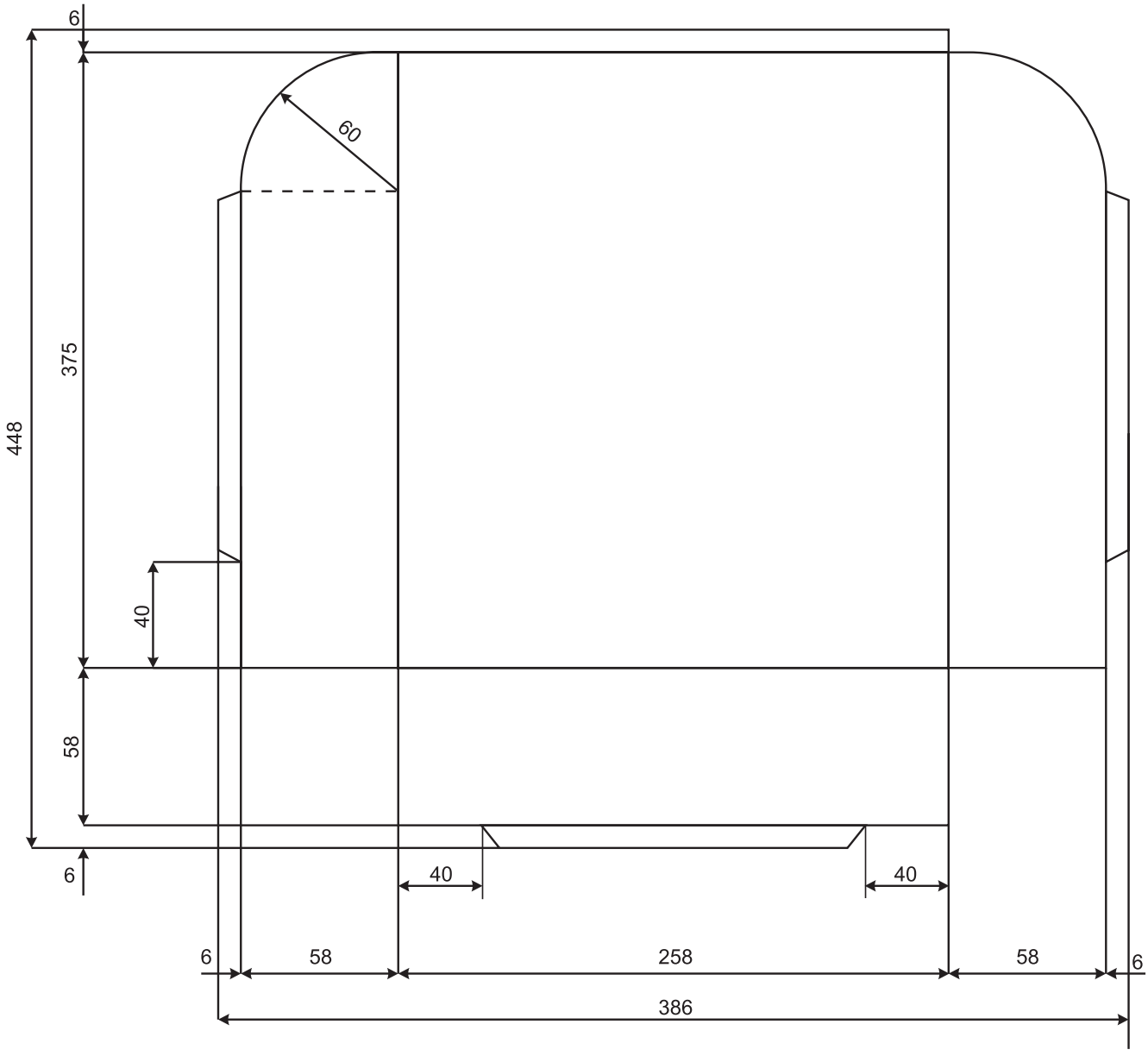




جنس و ابعاد ورق اولیه	قطعه شماره ۲	ورق آهن سیاه ۱×۴۰۰×۴۸۰



جنس و ابعاد ورق اولیه	قطعه شماره ۳	ورق آهن سیاه ۱×۴۰۰×۴۵۵



ابزارها وماشین‌های مورد نیاز

۱- خط کش فلزی مدرج

۲- سوزن خط کش

۳- سنبه نشان

۴- پرگار فلزی

۵- سوهان تخت

۶- چکش فلزی

۷- چکش چوبی

۸- قیچی اهرمی

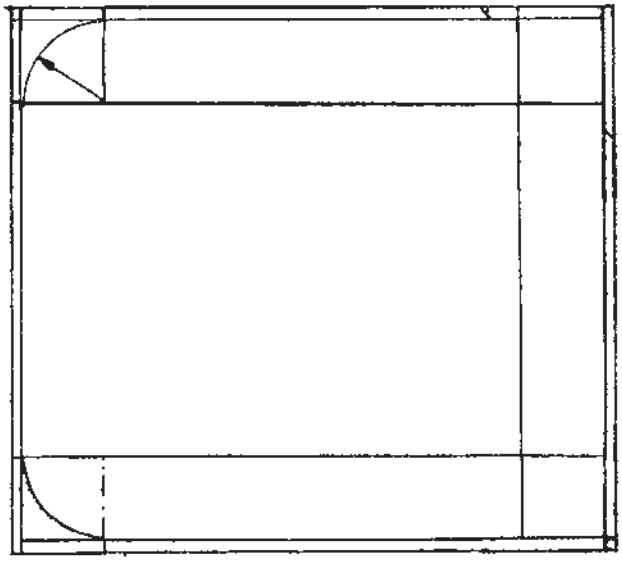
۹- قیچی گردبر دستی

۱۰- ماشین خمکن یک متری

مراحل انجام کار

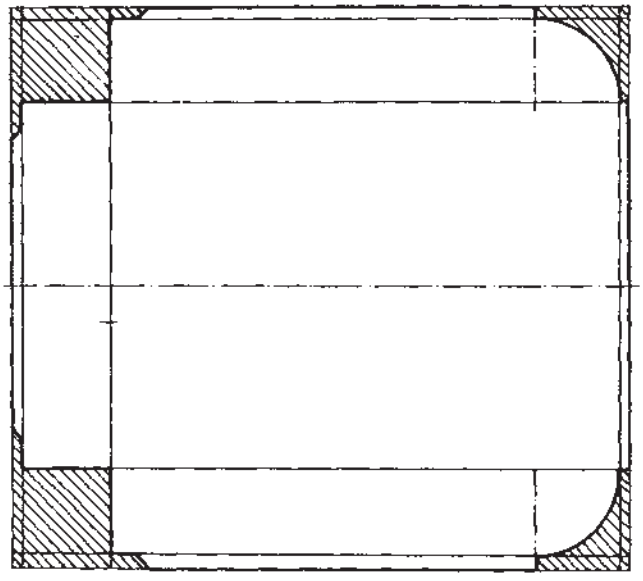
۱- ابعاد قطعات ۲و۳ (طبقه های جا کاغذی) را با خط کش فلزی ۵۰ سانتی متری وکلیس کنترل کنید.

۲- گسترش طبقه های جا کاغذی را مطابق شکل (۷-۴۴) روی ورق‌های مربوطه رسم کنید.



شکل ۷-۴۴

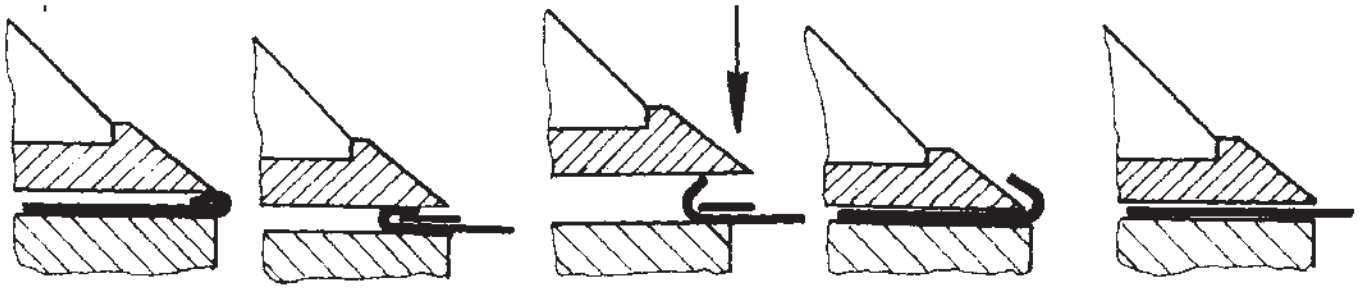
۳- قسمت‌های اضافی را که با خط های هاشور روی گسترش طبقه جا کاغذی مشخص شده است با قیچی اهرمی ببرید. شکل (۷-۴۵)



شکل ۷-۴۵

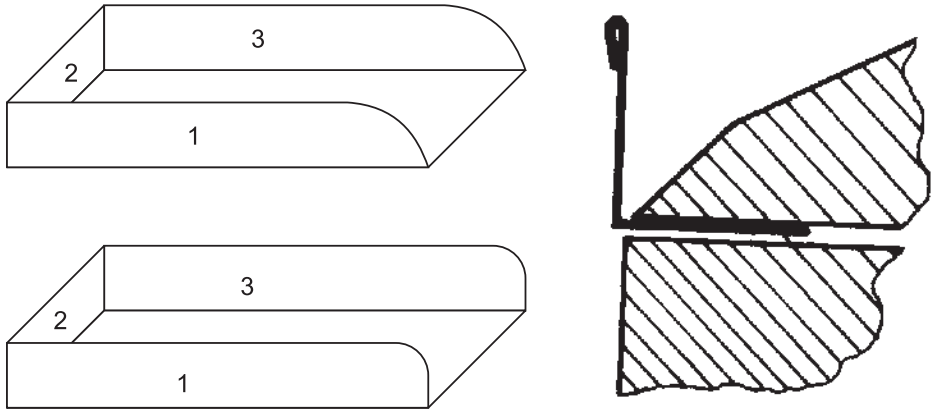
۴- لبه‌های خط‌های بریده شده را درصورت نیاز پلیسه گیری وصافکاری کنید.

۵- لبه‌های طبقه ها را مطابق شکل (۷-۴۶) مرحله به مرحله خمکاری کرده روی بدنه قطعه پرس کنید.



شکل ۷-۴۶

۶- به ترتیب شـماره ای که روی گسترش قطعات مشخص شده است دیوارهای هر دو قطعه را مطابق شکل (۷-۴۷) خمکاری کنید.

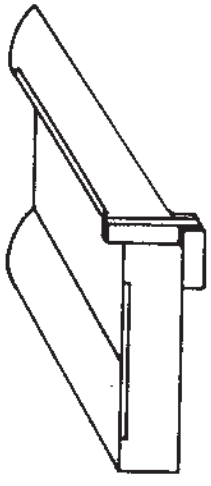


شکل ۷-۴۷

۷- دیـواره هـا را پـس از خمـکاری به وسـیله گونیـای ۹۰ درجه کنتـرل کنید. (شکل ۷-۴۸)

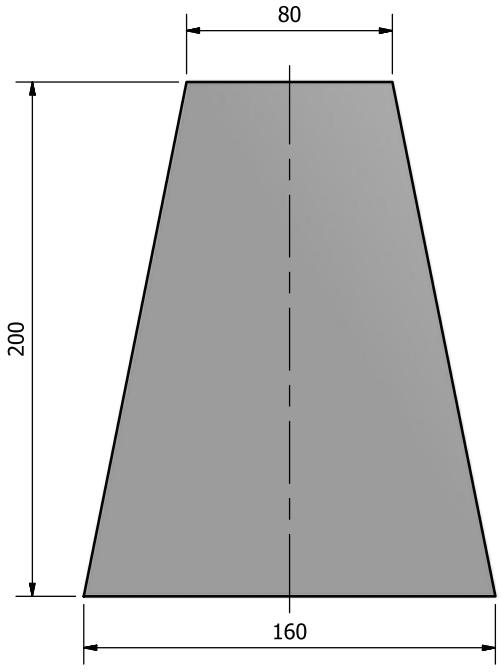
یاد آوری

گونیایی دیوارها هنگام مونتاژ اهمیت زیادی دارد.



شکل ۷-۴۸

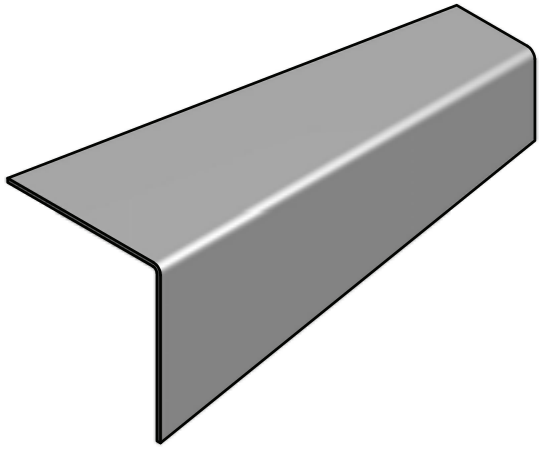
۸-گسترش پایه ها را مطابق شکل (۷-۴۹) روی ورق آهن سیاه به ضخامت ۲ میلی متر طبق اندازه‌های داده شده ترسیم کنید.



شکل ۷-۴۹

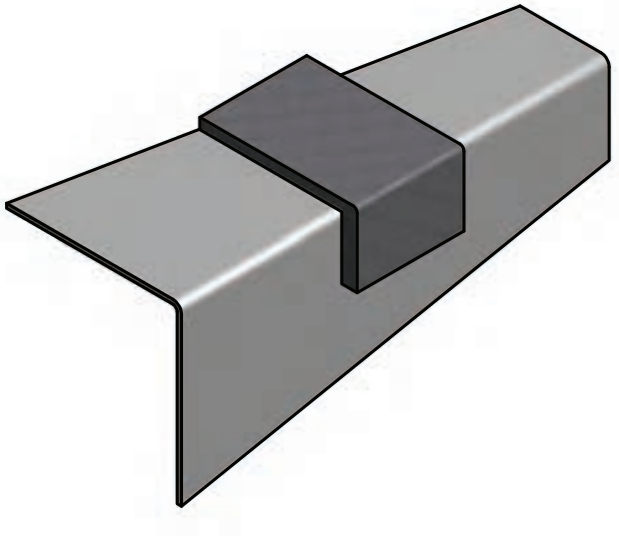
۹- قسمت‌های اضافی را با قیچی اهرمی یا در صورت امکان با گیوتین ببرید.

۱۰- پایه‌ها را به وسیله ماشین خمکن تحت زاویه ۹۰ درجه بطور دقیق خمکاری کنید. (شکل ۷-۵۰)



شکل ۷-۵۰

۱۱- پایه‌ها



شکل ۷-۵۱

یاد آوری

گونیای بـودن پایه هنـگام مونتـاژ از اهمیت زیادی برخـوردار اسـت بنابراین باید در خمـکاری آنها دقت نمود.

۱۲- یکی از پایه ها را با گیره دسـتی یا انبر قفلی به قطعه شـماره ۲ (طبقه بزرگ جا کاغذی) به گونه ای که به طور کامل تراز و گونیا باشد محکم کنید.

۱۳- دسـتگاه نقطه جوش را آماده کنیـد. الکترودهای آن را کنترل نموده وچنانچه نیاز به سـوهانکاری یا تنظیم دارند در این مورد اقدام نمائید. آمپر دسـتگاه نقطه جوش را تنظیم نمائید. در حالی که قطعه‌ها را با گیره‌ی دسـتی به پایه محکم کرده‌اید با دقت فقط یک نقطه جوش در وسط هر پایه بزنید برای اطمینان یافتن از تراز بودن و گونیایی آن‌را کنترل کنید و در صورت درست بودن چهار نقطه‌ی جوش دیگر در اطراف نقطه جوش اولی بزنید.

۱۴- پس از اتصال پایه ها به قطعه شماره ۲ قطعه شماره ۳ را به وسیله نقطه جوش به ابتدای پایه ها متصل کنید. بطوری که به طور کامل با قطعه شماره ۲ موازی باشد.برای

داشــتن دقت عمل در موقع اتصال قطعه شــماره ۳ که هم موازی با قطعه شماره ۲ باشد وهم در راستای پلیه ها قرار گیرد می‌توان از یک شابلن استفاده نمود.

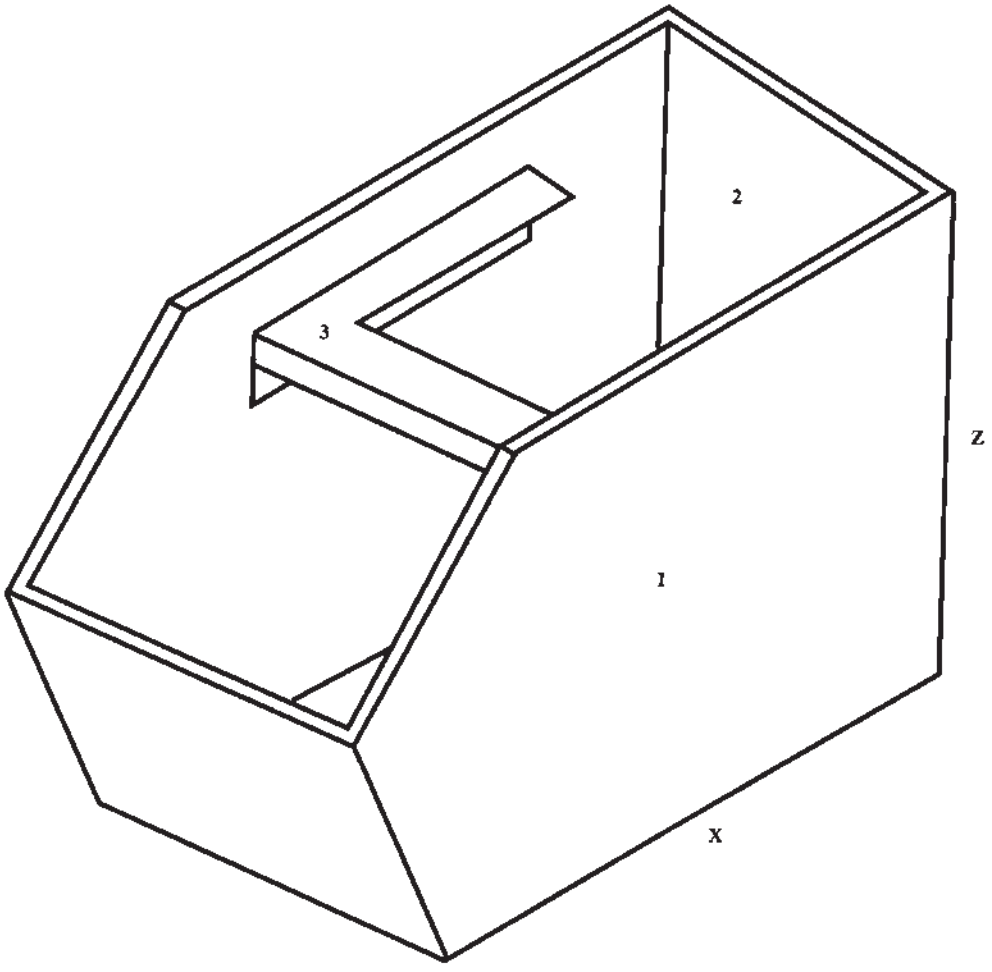
۱۵- در صورت نیاز محل های نقطه جوش شده را صافکاری کنید.

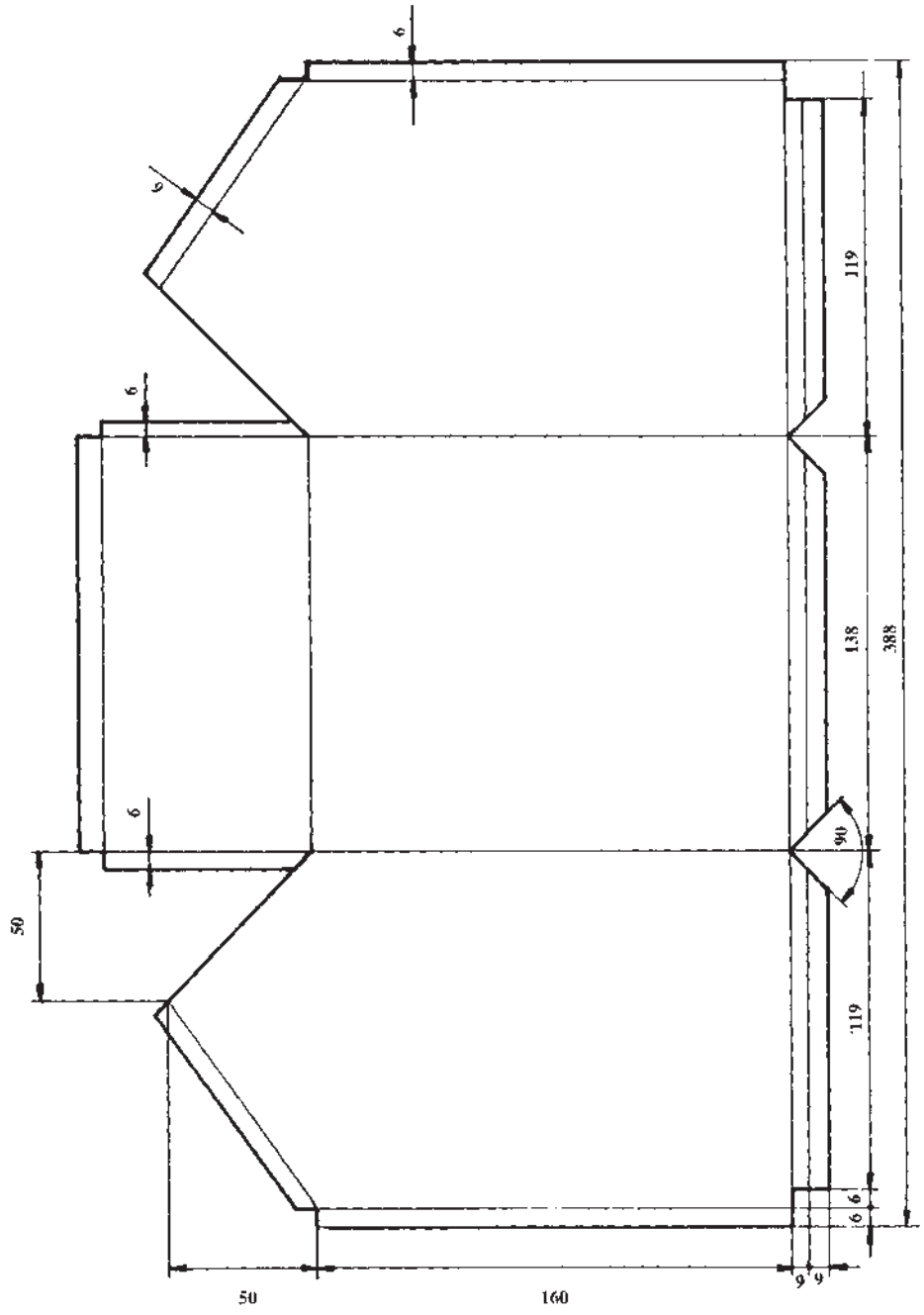
۱۶- چنانچه پلیســه یا ناهمواری روی لبه ها یا ســطح کار وجود دارد آن را برطرف نمائید.

۱۷- قطعه کار را بازرسی وکنترل نهائی نموده وبرای ارزشیابی تحویل نمائید.

نقشه کارشماره ۶

نوع تمرین	اجرای تمرین خمکاری، فرنگی پیچ	زمان آموزش	
جنس و ابعاد مواد اولیه	ورق آهن سیاه با ابعاد	نظری	عملی
		۲	۲۲




6
6
6
6
119
138
388
90
50
119
6
6
9
9
50
160

فعالیت

۱- به گروههای سه نفره تقسیم ویک سر گروه برای خود انتخاب نمائید.

۲- با توجه به نقشه کار ابعاد قطعات ۱-۲و۳ را بدست آورید.

۳- کار خود رابا گروههای دیگر مقایسه نموده وجواب را جهت اجرا با هنرآموز خود هماهنگ نمائید.

۴- ابزارهای مورد نیاز خود را لیست نمائید.

۵- دستگاه های مورد نیاز جهت ساخت این نقشه کار را لیست کنید.

۶- در صورتیکه در کارگاه هنرستان خود خمکن لقمه ای ندارید برای خمکاری کار چه پیشنهادی را دارید.

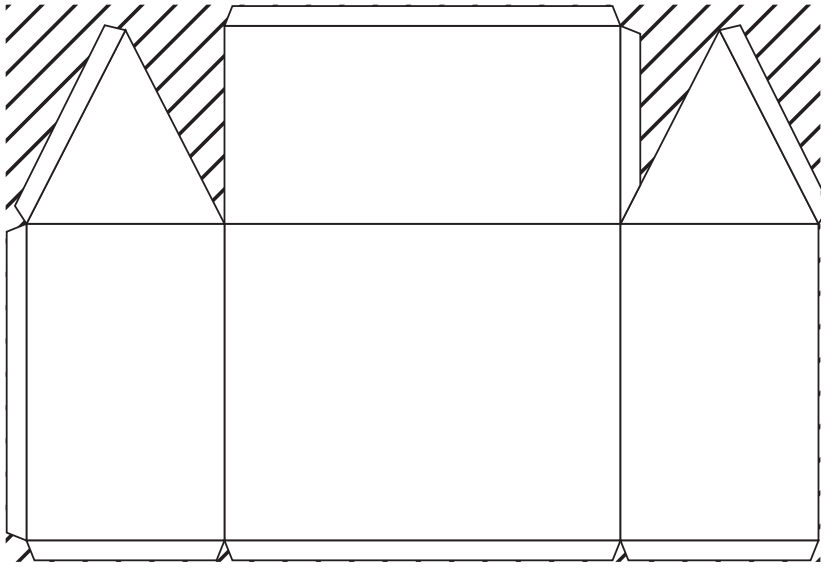
۷- مراحل انجام کار پیشنهادی خودرا ارائه نمائید.

مراحل انجام کار

۱- ابتدا ابعاد قطعه را کنترل کنید.

۲-گسترش بدنه جعبه را برروی ورق مورد نظر مطابق نقشه‌ی کار رسم کنید.

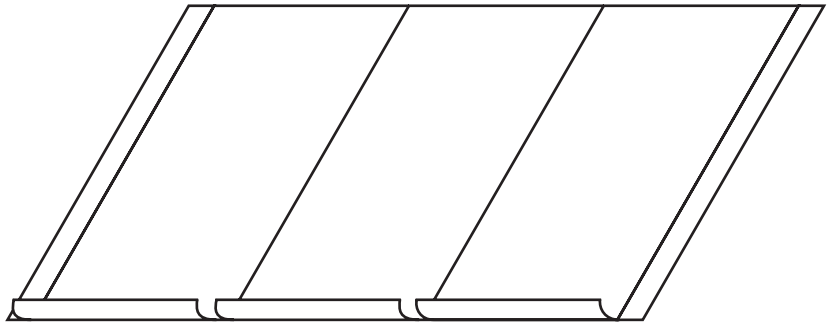
۳- قسمت‌های اضافی را که در شکل (۷-۵۲) با خطهای هاشور مشخص شده‌اند به وسیله قیچی اهرمی رومیزی یا قیچی دستی ببرید.



شکل ۷-۵۲

۴-خمکاری لبه‌ها:

الف) ابتدالبه شماره ۱راجهت فرنگی پیچ پشت جعبه مطابق (شکل ۷-۵۳) خمکاری کنید.

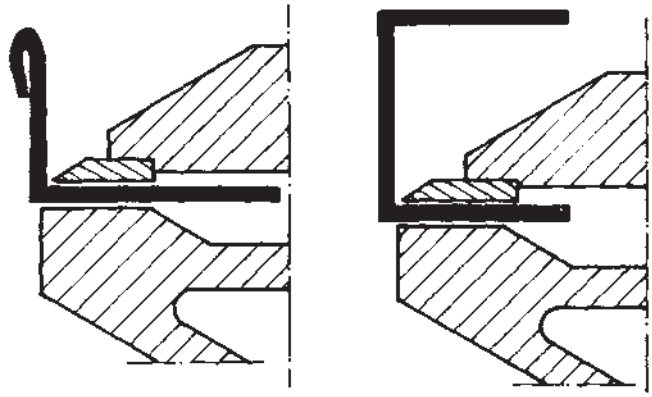


شکل ۷-۵۳

ب) خط‌های لبه‌ها را پشـــت قطعه کار منتقل کرده از لبه شماره ۲تا۶ را با استفاده از ماشین خمکن لبه برگردان کنید.

۵- خمکاری سطوح جانبی جعبه:

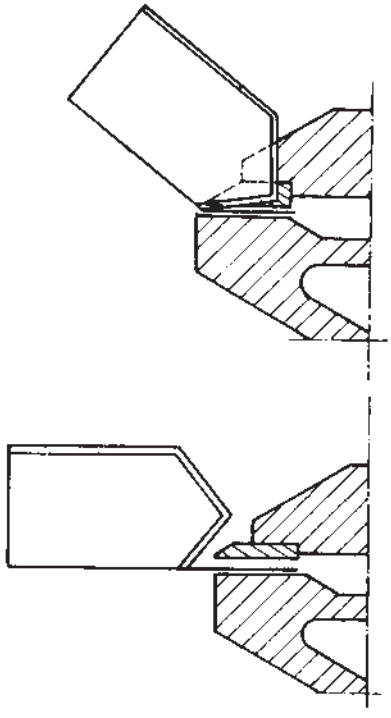
ســـطح جانبی الف و ب را که در شـــکل (۷-۵۴) مشـــخص شـــده اند ۹۰ درجه خم کنید.



(ب) (الف)

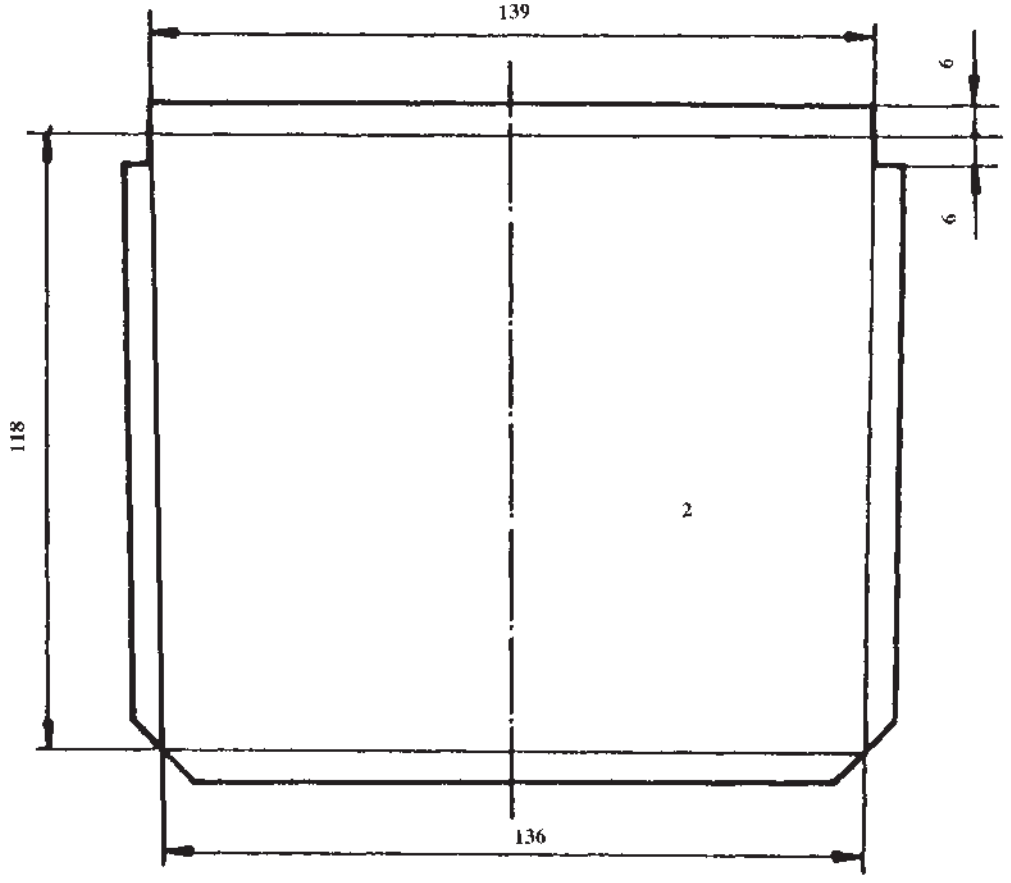
شکل ۷-۵۴

سطح ب را با استفاده از ماشین های خمکن لقمه ای یا با استفاده از یک قالب دست ســـاز که ارتفاع آن کمی از ارتفاع جعبه بیشـــتر است خمکاری کنید.توجه داشته باشید که لبه های ۷و۸ همزمان با قسمتهای الف وب خم می شوند. (شکل ۷-۵۵)



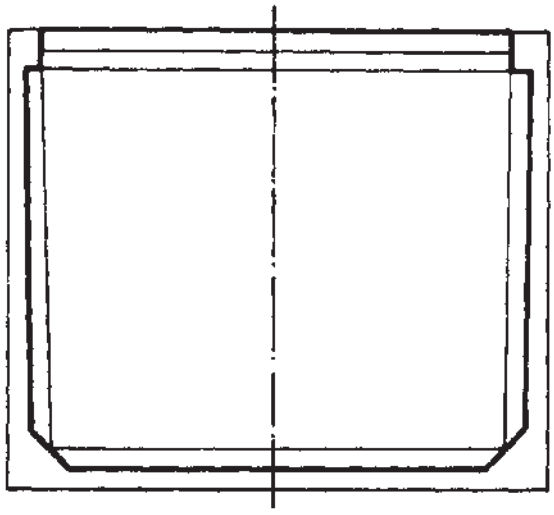
شکل ۷-۵۵

جنس و ابعاد ورق اولیه	قطعه شماره ۲	ورق آهن سیاه ۱×۱۳۰×۱۵۱



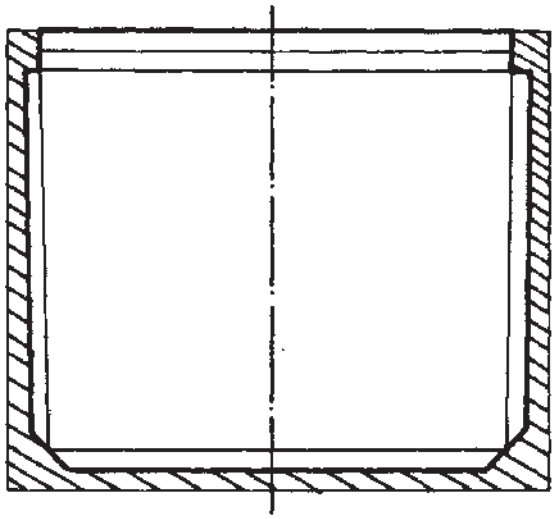
مراحل انجام کار برای قطعه شماره ۲

۱- گسترش قطعه شماره ۲ را بر روی روق آهن سیاه به ضخامت یک میلی‌متر طبق اندازه‌های داده شده رسم کنید. (شکل ۷-۵۶)



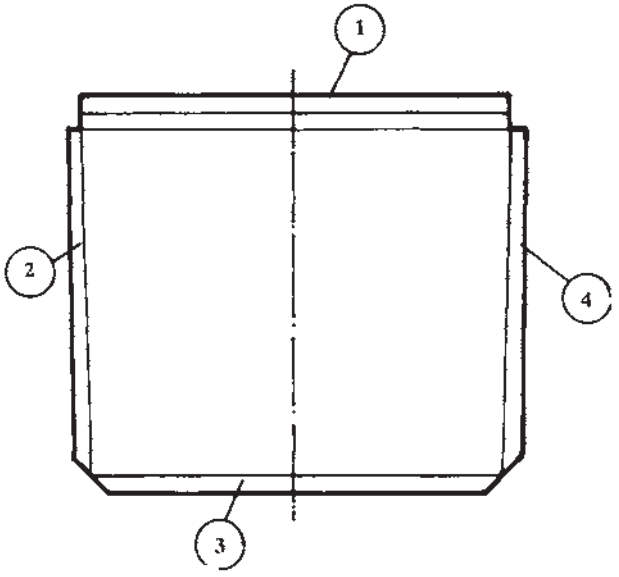
شکل ۷-۵۶

۲- قسمت‌های اضافی قطعه را که با خط‌های هاشور در شکل (۷-۵۷) مشخص شده است، با قیچی دستی یا اهرمی رومیزی با قیچی گیوتین مناسب ببرید.



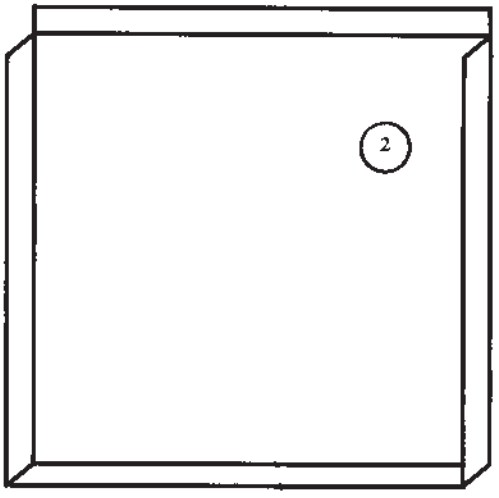
شکل ۷-۵۷

۳- خط‌های بریده شده و همچنین گوشه‌ها را در صورت نیاز صافکاری و پلیسه گیری کنید. (شکل ۷-۵۸)



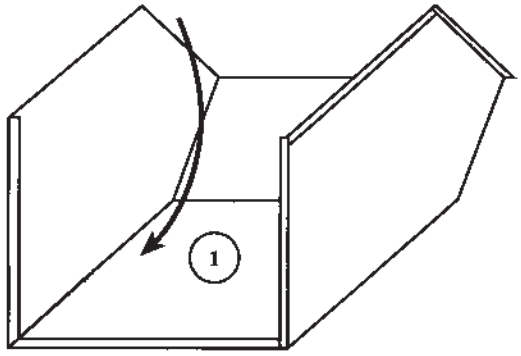
شکل ۷-۵۸

۴- لبه شماره یک را که در شکل (۷-۵۹) نشان داده شده است، تا بزنید. لبه‌های شماره ۲، ۳، و ۴ را در همان جهت ۹۰ درجه خمکاری کنید.



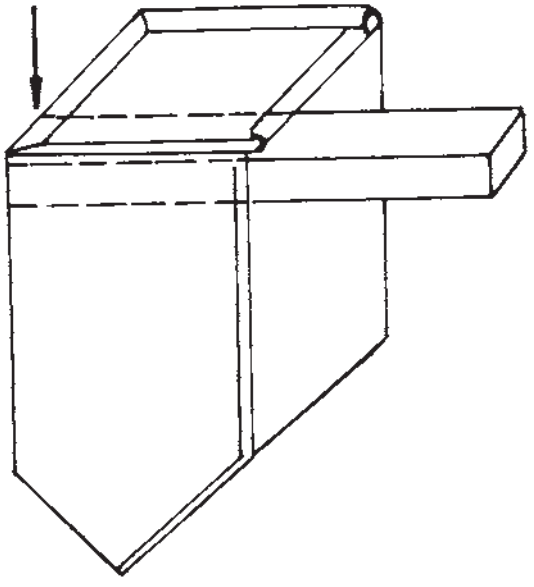
شکل ۷-۵۹

۵- لبه‌های برگردانده شــده قطعه شماره (۲) پشــت جعبه را در لبه‌های تا شده جعبه قطعه شــماره‌ی (۱) مطابق شــکل (۷-۶۰) منطبق کنید و جعبه را برای کوبیدن و ایجاد فرنگی‌پیچ دوبل به روی سندان (شمش) منتقل کنید.

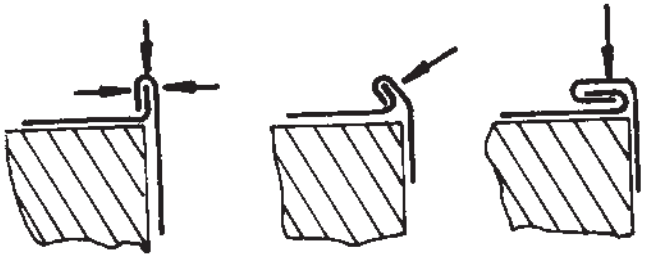


شکل ۷-۶۰

۶- اکنون، مطابق شــکل (۷-۶۱) لبه‌ها را با چکش چوبی بکوبید. توجه داشته باشید برگرداندن لبه‌ها باید مرحله به مرحله انجام پذیرد (شــکل ۷-۶۲)، در غیر این‌صورت، ناهمواری و ناصافی سطوح اطراف حتمی است.



شکل ۷-۶۱

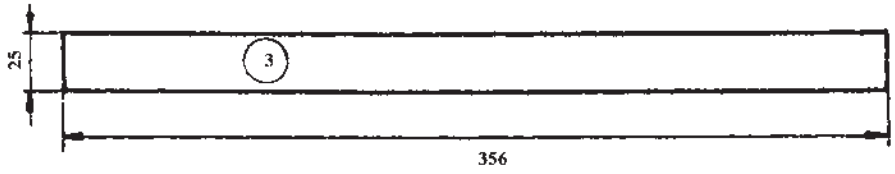


شکل ۷-۶۲

جنس و ابعاد ورق اولیه	قطعه شماره ۳	ورق آهن سیاه ۱×۲۵×۳۵۶

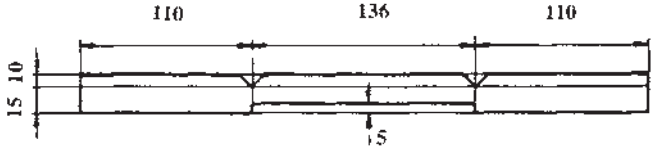
مراحل انجام کار برای ساخت قطعه شماره ۳

۱- ابعاد قطعه را از نظر اندازه و گونیایی کنترل کنید. (شکل ۷-۶۳)



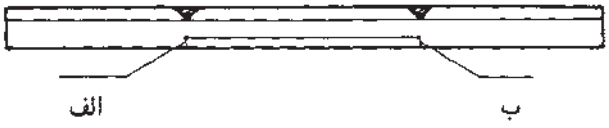
شکل ۷-۶۳

۲- گسترش قطعه شماره (۳) را طبق اندازه‌های داده شده روی ورق آهن به ابعاد ۱×۲۵×۳۵۶ رسم کنید. (شکل ۷-۶۴)



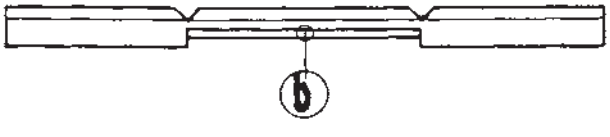
شکل ۷-۶۴

۳- قسمت‌های اضافی را که با خط‌های هاشور مشخص شده است، ببرید و نیز خط‌های (الف) و (ب) را به وسیله قیچی دستی برش بزنید. (شکل ۷-۶۵)



شکل ۷-۶۵

۴- پس از برش خط‌های (الف) و (ب) و بریدن قسمت‌های اضافی، مربع مستطیل ۵×۱۳۶ میلی‌متر را با بستن قطعه بین لبه‌های گیره موازی خم کنید (شکل ۷-۶۶) و با زدن ضربه‌های چکش مناسب برگردانید.

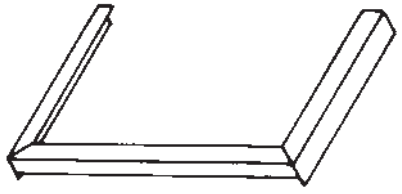


شکل ۷-۶۶

۵- مربع مستطیل ۱۰×۱۳۶ میلی‌متر را با ماشین خمکن مناسب خمکاری کنید. (شکل ۷-۶۷)

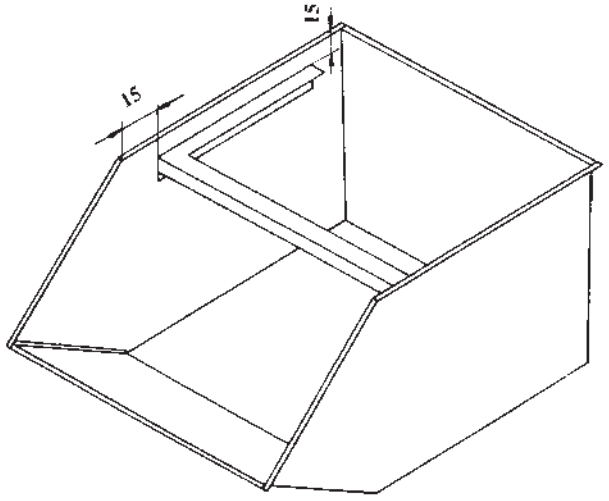
شکل ۷-۶۷

۶- قطعه را از قسمت‌های فاق‌بری شده تحت زاویه ۹۰ درجه خم کنید. (شکل ۷-۶۸)



شکل ۷-۶۸

۷- قطعه خم شده را درون جعبه انبار طبق اندازه داده شده در شکل (۷-۶۹) قرار دهید و به وسیله گیره دستی یا انبر قفلی ثابت کنید.



شکل ۷-۶۹

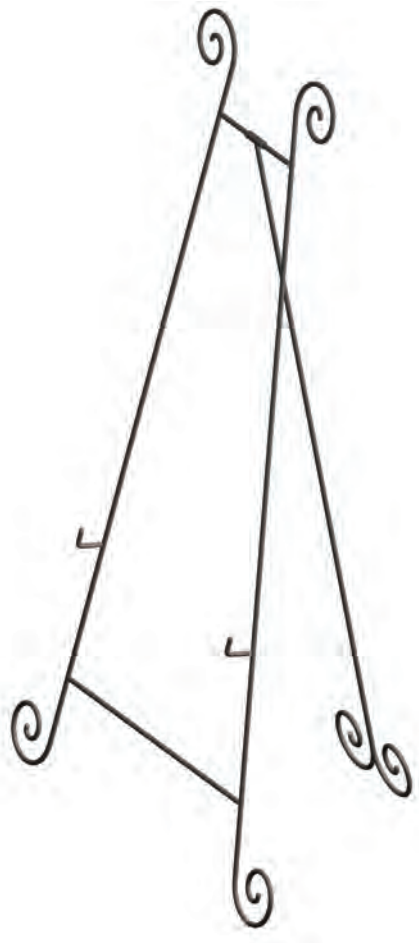
۸- دستگاه نقطه جوش را تنظیم کنید، الکترودهای دستگاه را در صورت لزوم سوهانکاری کرده سپس قطعه شماره (۳) را به بدنه قطعه شماره (۱) نقطه جوش کنید.

۹- نقاط جوش شده را در صورت نیاز صافکاری کنید.

۱۰- جعبه ساخته شده را پرداخته نهایی کنید و برای ارزشیابی تحویل دهید.

پیوست‌ها

کار فرفوژه



نام قطعه کار: محل قرار تابلو نقاشی

برای ساخت قطعه کار لازم است مراحل زیر انجام شود:

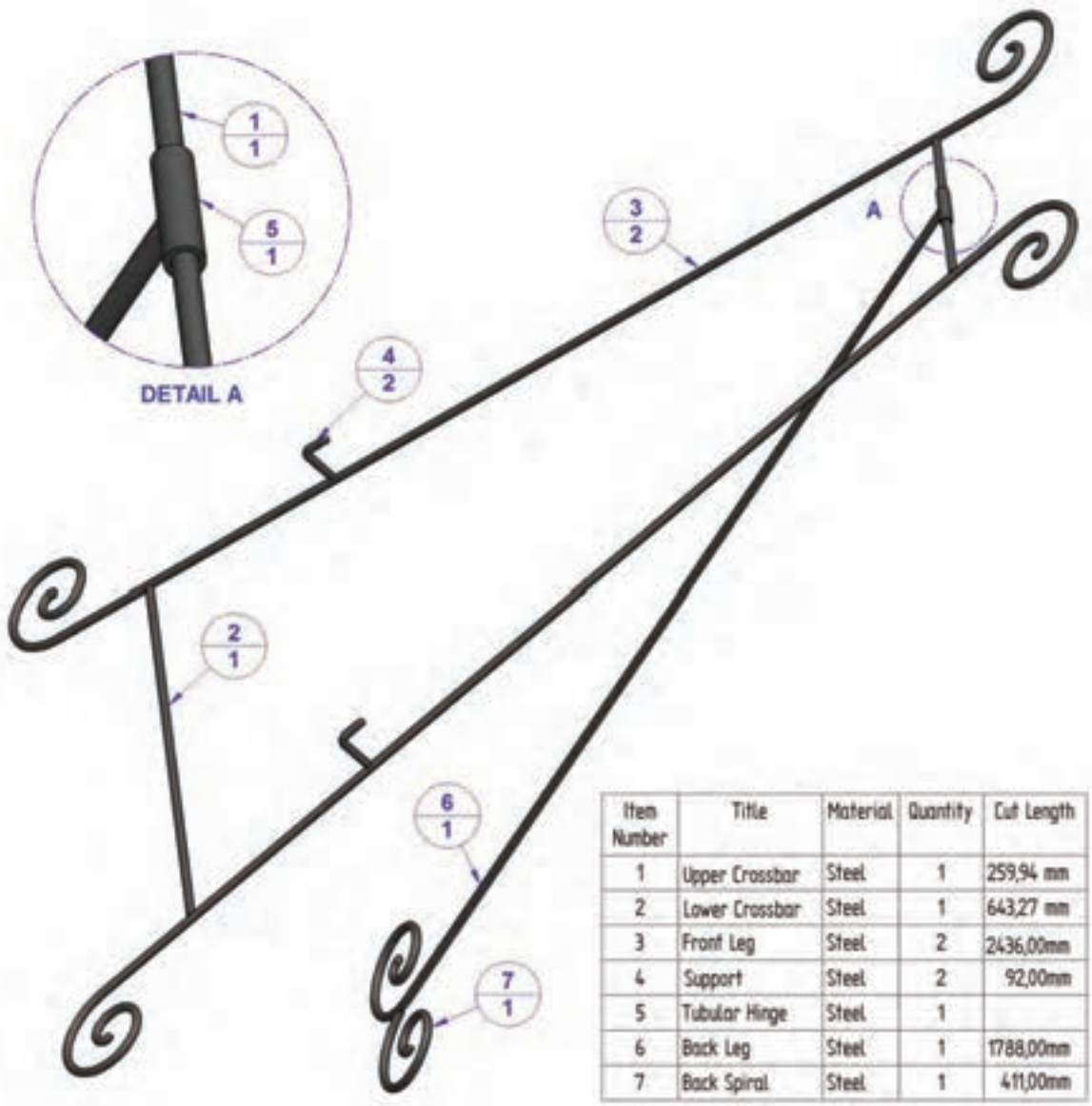
۱- مطابق نقشه کاروبراساس جدول اقدام به برش قطعات نمایید.

۲- با بکارگیری فرآیند اکسی استیلن وبا استفاده از سندان وچکش اقدام به فرم دهی قطعات نمایید.

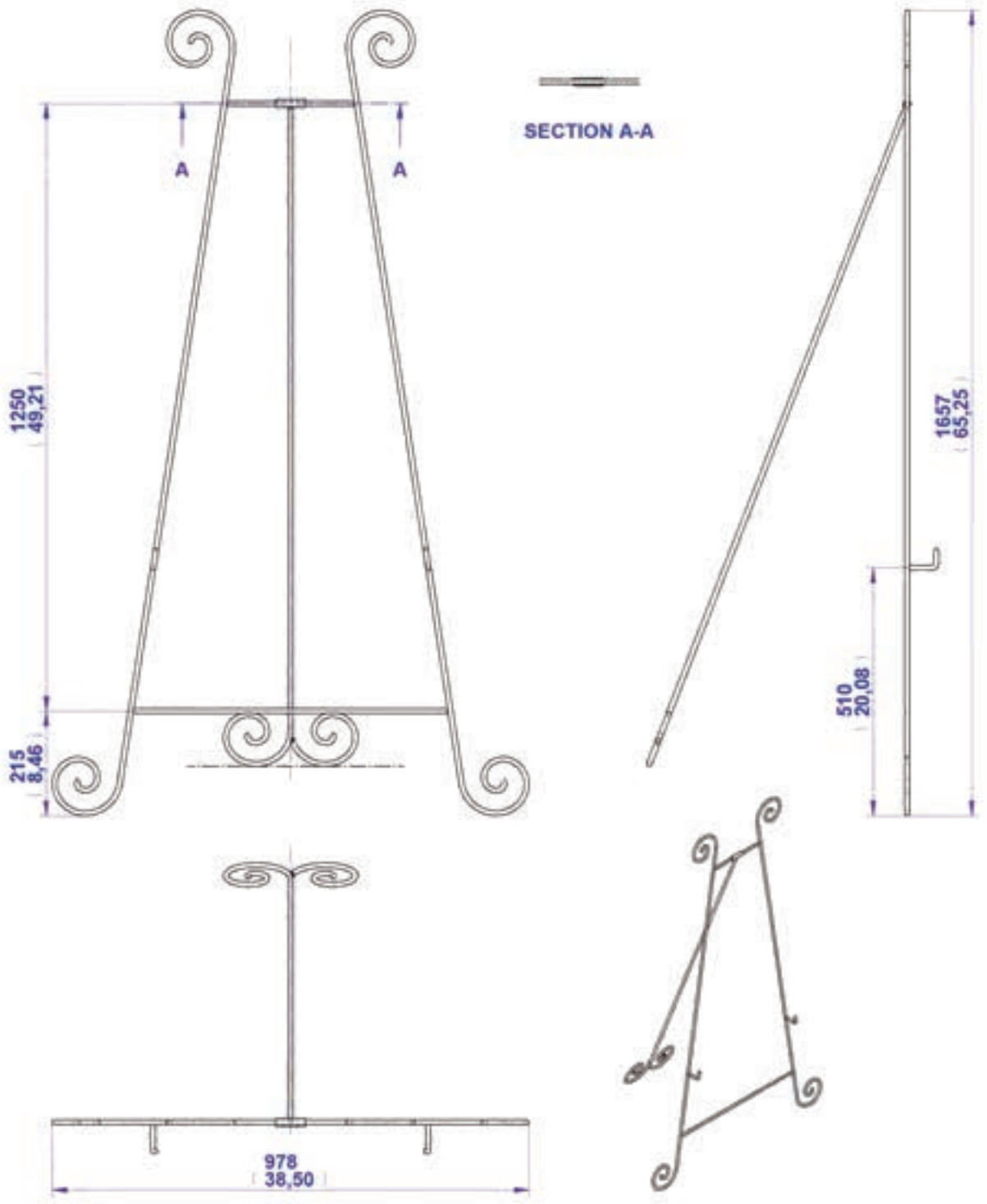
۳- پس از تکمیل قطعات آنها را به یکدیگر مونتاژ نمایید.

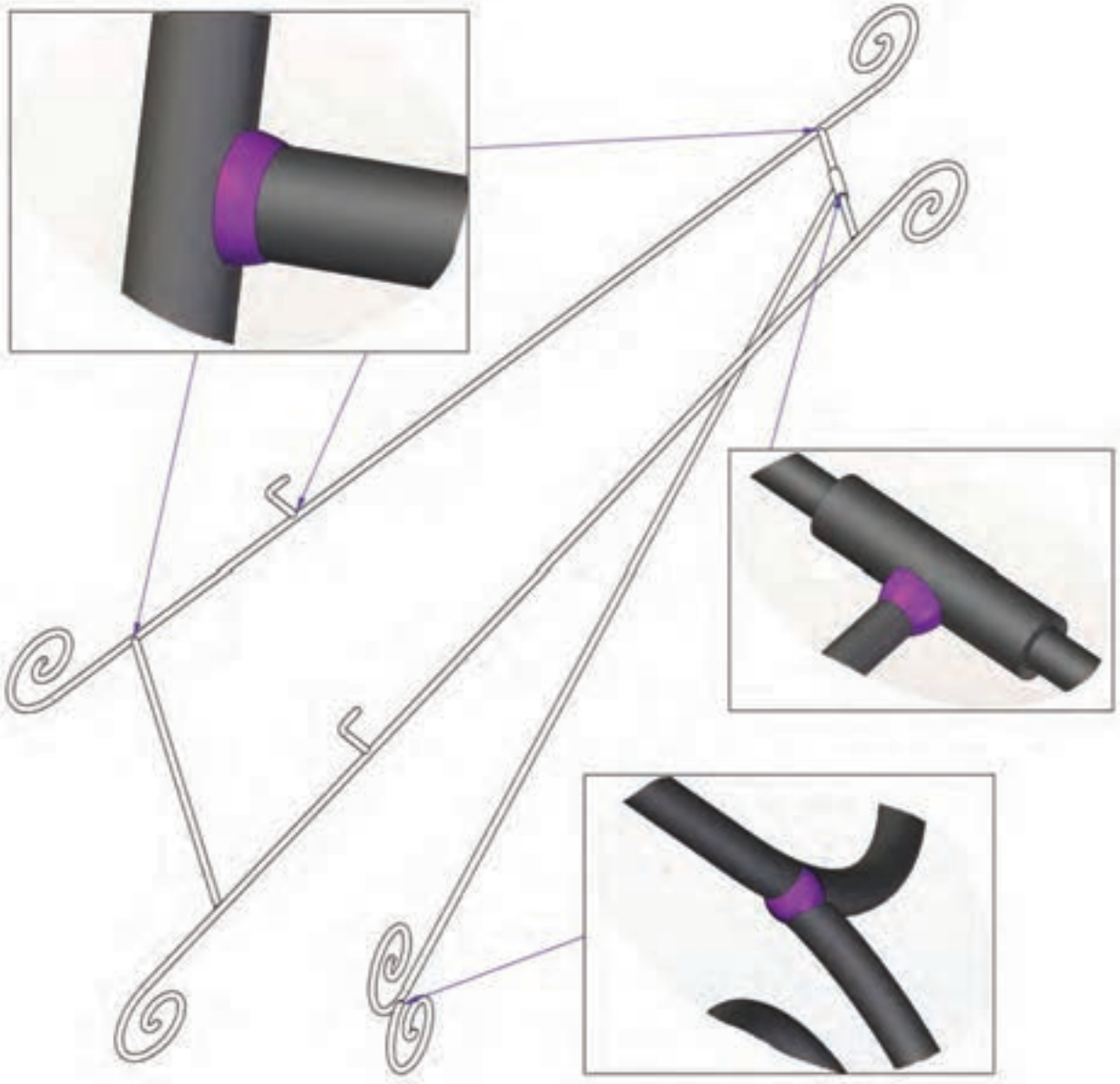
۴- محل های جوشکاری شده را با استفاده از سوهان خشن صاف کنید.

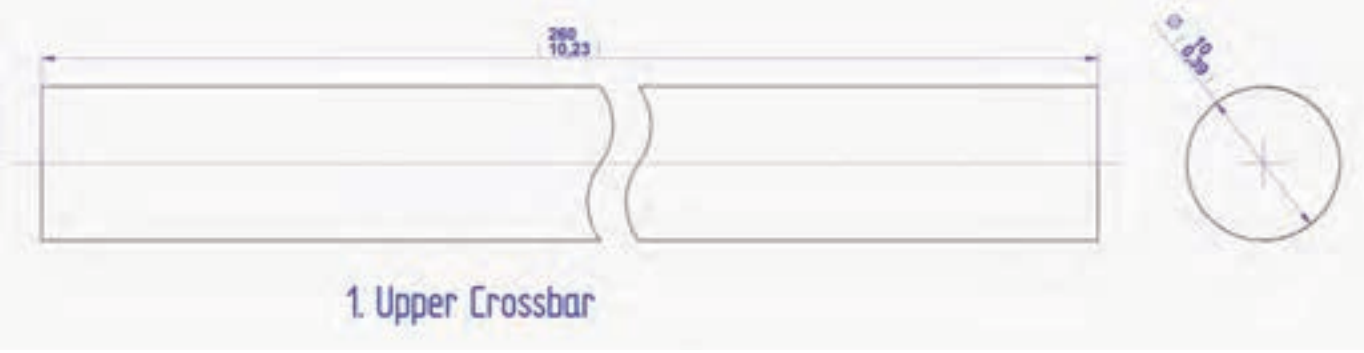
۵- مراحل تکمیلی را انجام دهید.



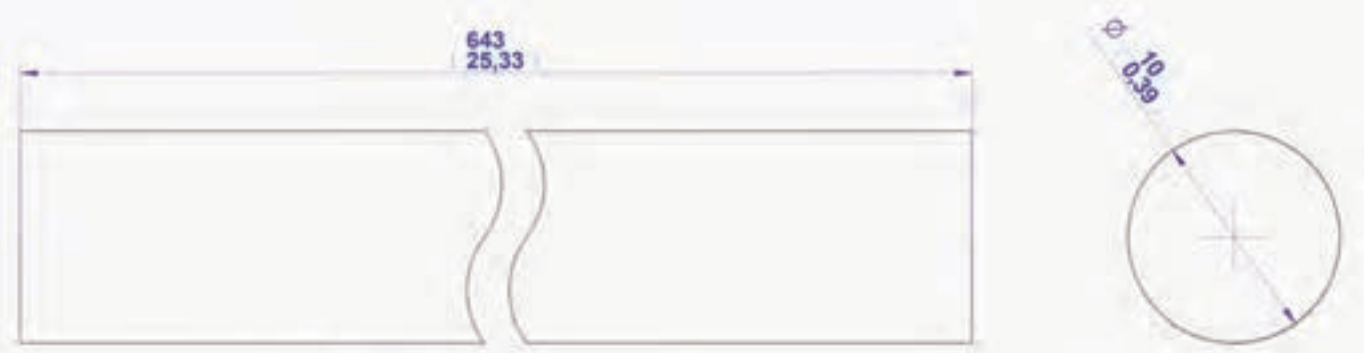
Item Number	Title	Material	Quantity	Cut Length
1	Upper Crossbar	Steel	1	259,94 mm
2	Lower Crossbar	Steel	1	643,27 mm
3	Front Leg	Steel	2	2436,00mm
4	Support	Steel	2	92,00mm
5	Tubular Hinge	Steel	1	
6	Back Leg	Steel	1	1788,00mm
7	Back Spiral	Steel	1	411,00mm


A
A
1250
49,21
215
8,46
978
38,50
SECTION A-A
1657
65,25
510
20,08

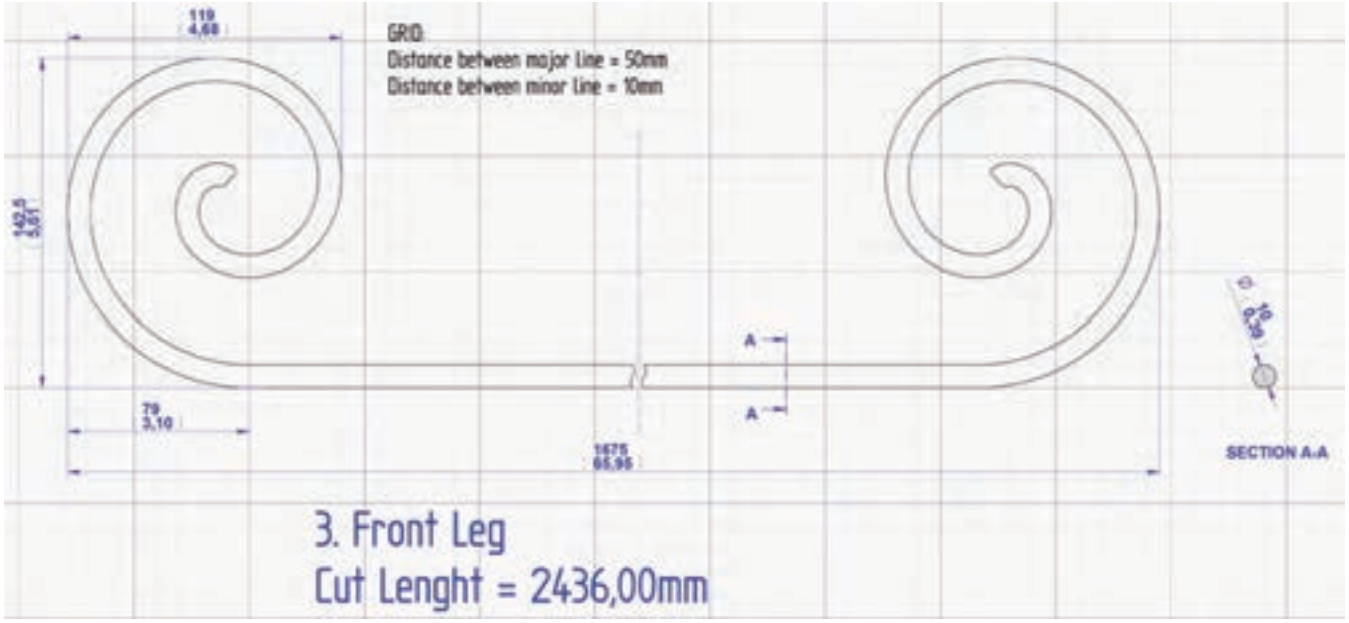


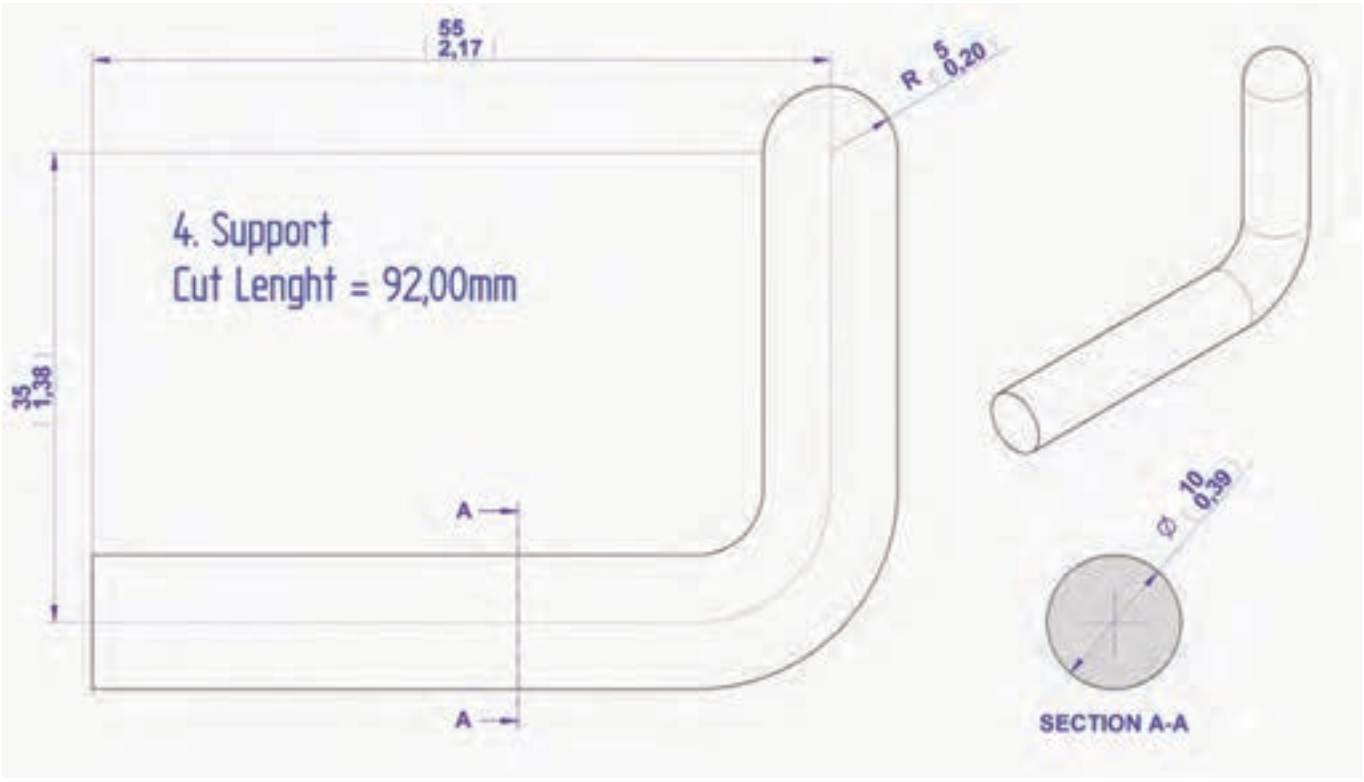


1. Upper Crossbar

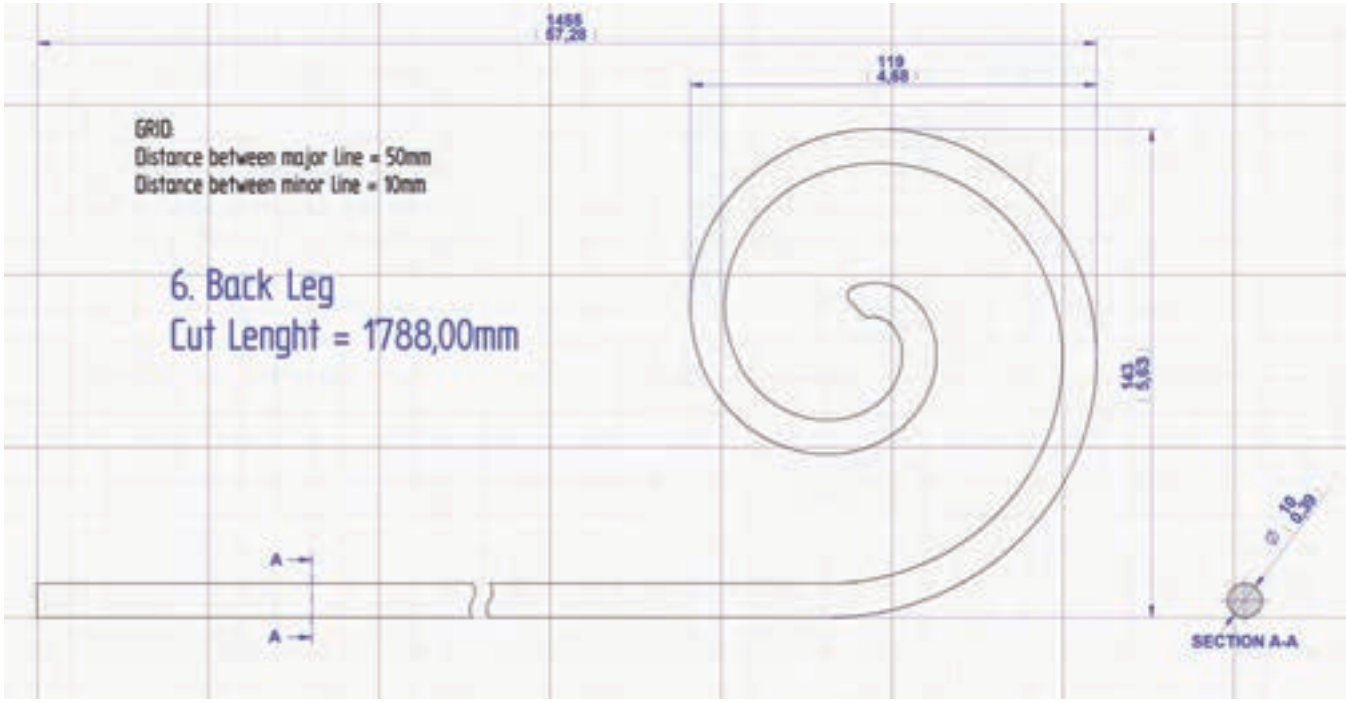


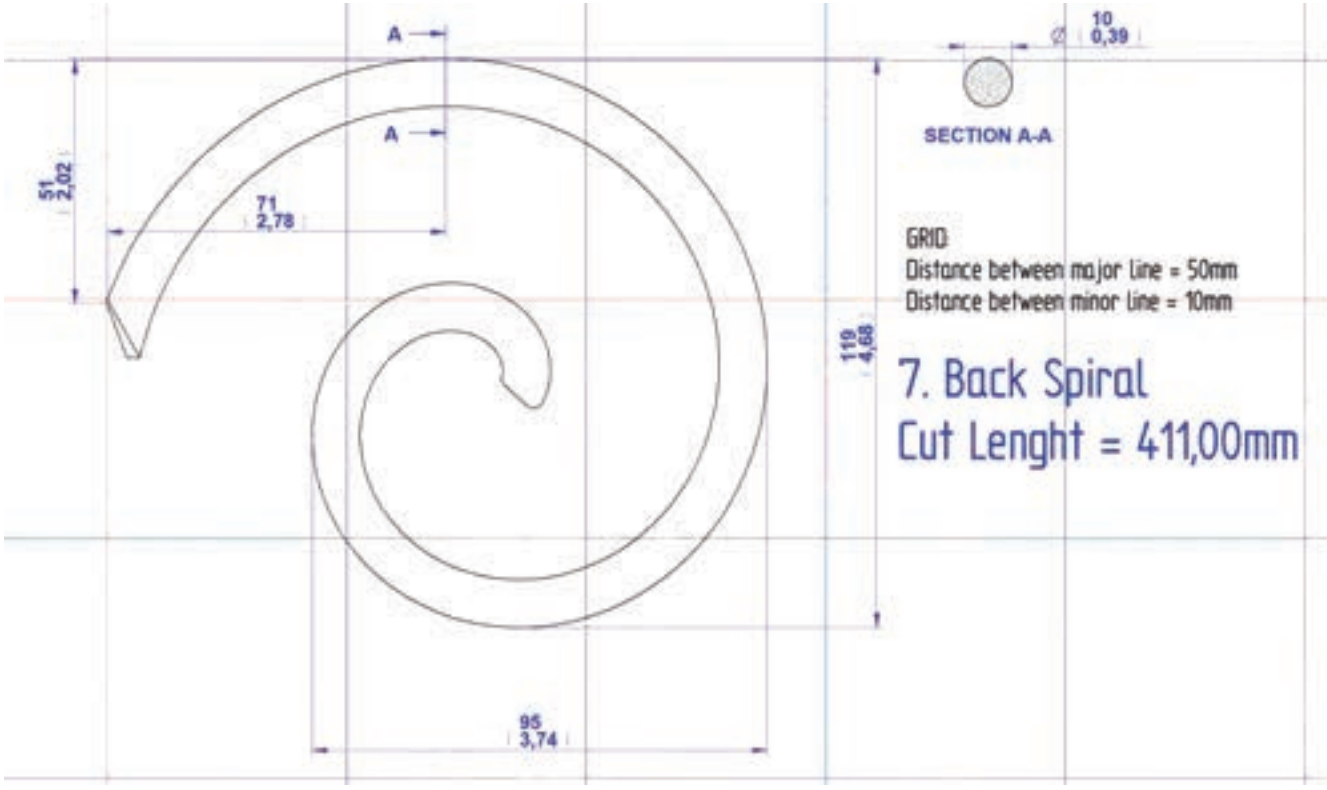
2. Lower Crossbar


119
4,68
GRID
Distance between major Line = 50mm
Distance between minor Line = 10mm
142,5
5,61
79
3,10
1675
65,95
A
A
SECTION A-A
3. Front Leg
Cut Lenght = 2436,00mm


55
2,17
R 5
0,20
4. Support
Cut Lenght = 92,00mm
35
1,38
A
A
Ø 10
0,39
SECTION A-A

5. Tubular Hinge


1458
57,28
119
4,68
GRID
Distance between major Line = 50mm
Distance between minor Line = 10mm
6. Back Leg
Cut Lenght = 1788,00mm
143
5,63
A
A
SECTION A-A


A
A
51
2,02
71
2,78
95
3,74
119
4,68
Ø 10
0,39
SECTION A-A
GRID
Distance between major Line = 50mm
Distance between minor Line = 10mm
7. Back Spiral
Cut Lenght = 411,00mm

واژه‌نامه

واژه نامه

A

Acceleration	تندی، سرعت، شتاب
Accessories	اسباب، لوازم یدکی
Adjust	تنظیم کردن، میزان کردن
Adjustable Wrench	آچار قابل تنظیم، آچار فرانسه
Advance	پیش رفتن، جلو افتادن
Air Drain	هواکش
Align	ردیف کردن
Allen Key	آچار شش سو، آچار مغزی
Allen Wrench	آچار مغزی، آچار آلن
Alloy	آلیاژ، هم بسته، آمیخته، عیار
Alternate	تناوب، متناوب
Angle	زاویه، گوشه
Angular	زاویه دار، گوشه دار
Anneal	حرارت دادن و با دوام کردن فلزات
Anvil	سندان
Apex	نوک، زاویه راس، اوج
Appendix	ضمیمه، پیوست
Arbour	محور، شاه میله
Arc	قوس، کمان، هلال
Arch	طاق، قوس، کمان
Article	کالا، ماده
Artificial	مصنوعی
Assembling	سوار کردن، جمع کردن
Auger	مته دستی
Austenitic Stainless	فولاد ضد زنگ، آلیاژی از آهن، کرم، نیکل و کربن
Auxiliary	کمکی، معین
Average	متوسط، میانگین
Axe	تبر
Axial	محوری
Axis	محورها (محور تقارن)
Axle	محور ثابت، اکسل
Axle Suspension	اتصال محوری

B

Baling Strip Snips	ترازو
Ball peen	چکش ته گرد
Band Saw	اره نواری، اره تسمه ای
Bar	میله، مفتول سیمی
Barycentre	مرکز ثقل
Base	پایه، شاسی، بدنه
Base Bearing	یاتاقان ثابت
Basic Dimension	اندازه اصلی
Batch Board	دیوار وسط، تیغه وسط
Batch Process	عملیات مرحله ای، عملیات منقطع
Batching	تخلیه کردن
Bead	رخ، روکوب زدن، رخ زدن
Bean Divider	پرگار میله ای
Belt	تسمه
Belt Clamp	اتصالی تسمه
Bench	میز کار
Bent	خم شده، منحنی

Bib	شیر
Blacksmith Anvil	سندان آهنگری
Blacksmith Hammer	پتک آهنگری
Blend	کور کردن، مخلوط کردن، یکنواخت کردن
Block	قطعه، کنده، بلوک
Body	بدنه، تنه
Bolt	پیچ
Bond	اتصالی، قید
Bond Pin	بست، پیچ بست
Bore	سوراخ کردن، منفذ
Bore Cutter Holder	کلاهک داخل تراش
Boring	سوراخ کاری
Borty	الماس ناخالص (مصارف صنعتی)
Bottle Screw	پیچ چپ و راست، دو پیچه
Box Spanner	آچار چرخ، آچار بکس
Bracket	چفت و بست، سگدست، بست
Brad	میخ سر پهن، پونز
Brake	ترمز، شکستن
Brass	فلز برنج، آلیاژ مس و روی
Brazing	لحیم کاری سخت، زردجوش کردن
Breast Drill	مته دستی
Breather	هواکش
Brimstone	گوگرد
Brittle	ترد ، شکننده
Build	ساختن، بنا کردن
Building	ساختمان
Bulb	لامپ الکتریکی
Bulge	برآمدگی، تحدب
Bump	کوبیدن
Burin	قلم، قلم حکاکی
Burn	سوزاندن، سوختن
Bush	بوش، استوانه، محوردان
Butt Joint	اتصال لب به لب
Button	تکمه، دکمه
Buzz Saw	اره گرد، اره مدور
By Product	محصول فرعی

C

Cable	سیم، کابل
Cadmium	کادمیوم، فلزی صنعتی و نقره ای رنگ
Calibre	قطر داخلی لوله
Calliper	کولیس
Cam	بادامک
Cam Shaft	میل بادامک، محور بادامک
Capacity	ظرفیت
Cape Chisel	قلم کنده کاری نوک تیز
Carriage	نورد(در ماشین)
Counterbore	خزینه زن استوانه ای (مته)
Countersink	خزینه زن مخروطی (مته)
Coupling	رابط، کوپلینگ
Cover	پوششش، پوشاندن، سرپوش
Cow	برش مقعر
Cowl	پوشش، کلاهک (دودکش)
Crack	ترک، شکاف، درز
Crane	جرثقیل
Crank	لنگ، دسته محور
Crank Case	محفظه میل لنگ، دنده لنگ
Crank Gear	دنده میل لنگ، دنده لنگ

Crank Handle	دسته لنگ، هندل
Crank Shaft	میل لنگ
Crescent	هلالی شکل
Cross Shaft	محور عرضی
Curve	خمیدگی، انحنا
Cut Off Die	قالب برش
Cutter	ابزار برش، وسیله تراش و برش
Cutting Angel	زاویه برش، زاویه تراش
Cutting of Wheel	چرخ سنگ برش
Cycle	دور، دوره
Cylindrical	استوانه ای
Cylindrical Drift	سنبه استوانه ای

D

Damage	خسارت، صدمه، خسارت دیده
Damper	ضربه گیر
Data	اطلاعات، داده ها
Datum	خط مبناء
Deburring	پلیسه گیری
Decarbonisation	عمل کربن گیری
Declination	انحراف
Degreasing	چربی زدایی
Degree	درجه
Depth	عمق
Detach	جدا کردن
Device	اسباب، الت، وسیله، دستگاه
Devil	قیچی لب کنگره
Diameter	قطر
Digger	چکش بادی
Dimension	اندازه، بعد
Direction	راستا، جهت
Disadvantage	عیب، نقص
Disassemble	جدا کردن، سوا کردن، پیاده کردن
Dismount	جدا کردن
Divider	پرگار فلزی
Dolley Block	قطعه مقاوم
Door	در
Door Lock Striker	ضامن قفل در
Door Panel	روپوش درب
Door Pillar	ستون درب
Dot	خال، نقطه
Dowel	پین، مفتول، سیخ
Dowel Pin	میخ بدون سر
Drift Punch	سنبه پرچ
Drill	مته فلزکاری
Drill Gauge	شابلون اندازه گیری مته (قواره)
Drill Sleeve	کلاهک مته
Drilling	مته کاری
Duct	مجرا، لوله
Ductility	شکل پذیری
Duraloy	دورآلوی، آلیاژی از آهن، کرم، منگنز و کربن
Duralumin	دورآلومین، فلزی سبک و با دوام

F

Fabricate	ساختن، تولید کردن
Fabrication	ساخت، تولید
Face View	نمای اصلی
Factory	کارخانه
Factory Unit	واحد صنعتی، کارخانه
Fasten	محکم کردن، بستن
Fat	چرب، چربی
Fault	اشتباه، خطا، غلط
Feed Back	پس خوراندن
Ferrous	آهن دار
File	سوهان
Fillings	براده فلز، براده دم سوهان
Filling	سوهان کاری
Fitting	جا سازی
Flame	شعله
Flange	لبه، لبه دار کردن، فلانج
Flange Square	طوقه لبه برگردان
Flank	دامنه، طرف، پهلو
Flaring Tool	دهانه لوله برج کن، لوله گشاده کن
Flash	جرقه
Flat	تخت، صاف
Flat Bar	آهن چهار سو، میله تخت
Flat Chisel	قلم تخت
Flat File	سوهان تخت
Flat Scraper	شابر تخت، ابزار پوسته کن تخت
Flat Iron	آهن تسمه، ورق آهن نواری
Flex	انعطاف داشتن، خم کردن
Flexible	قابل انعطاف، قابل انحناء
Float Ball	گوی شناور
Flow	جریان
Flue	دودکش، لوله آبگرم کن یا بخار
Fluid	سیال، روان، ماده سیاله
Flush Bolt	پیچ خزینه رو
Flute	شیار
Fold	تا کردن، تا، لا
Forged Steel	فولاد آهنگری شده
Foundry	ریخته گری
Fracture	شکستگی، ترک، شکاف
Fragile	شکستنی
Free of Losses	بدون افت
Fret Saw	اره مویی
Frigid	سرد، خنک
Front Elevation	نمای جلوئی
Front Face	سطح جلوئی
Front Spacer	نوار هادی جلوی قالب
Fuel	سوخت
Fulcrum	تکیه گاه، اهرم
Fume	بخار، دود
Functional	عملی
Fundament	اصل، بنیاد، پایه
Funnel	قیف، مخروط وار
Funnel Stake	سنبه مخروطی
Fusible	ذوب شدنی
Fusion	ذوب، گداختگی

G

Gadget	آلت، ابزار
Gagger	قید، بست، قید و بست
Galvanization	آبکاری و روکش کردن با فلز روی
Gap	فاصله، شکاف
Gas	گاز
Gasket	واشر (لاستیکی) برای وسایل گاز
Gauging	اندازه گیری
Gear	دنده
Generator	مولد، دینام، ژنراتور
Gib	پشت بند
Gibbous	برآمده، محدب، کوژ
Girder	تیرآهن، شاه تیر
Gland	آب بندی کردن، آب بندی
Gland Washer	واشر آب بندی
Glass Paper	کاغذ سنباده
Glossy	براق، جلادار، پرداخت شده
Gloves	دستکش
Glue	چسب، چسباندن
Goad	دیلم
Goggle	عینک ایمنی
Gorge	ریل، شیار
Gouge	مغار
Govern	میزان کردن، تنظیم کردن
Governor	تنظیم کننده، رگلاتور
Grade	درجه
Grain	دانه، ذره
Graph	نمودار
Gravity	ثقل، گرانش
Gray	مات، خاکستری
Grinder	ماشین سنگ زنی، سنگ زن
Grinding	سنگ زدن، ساییدن
Grinding Gauge	ابزار زاویه سنج (بعد از سنگ زدن)
Grinding Machine	ماشین سنگ زنی
Grinding Point	سنگ انگشتی
Grinding Wheel	چرخ سمباده، چرخ سنگ سمباده
Grip	محکم بستن، بست، گیردادن
Grit	شیار، شیار دادن
Groove	شیار تراش
Groove Cutter	درجه، مقیاس، اسباب
Gauge	اندازه گیری
Guide Bar	میله راهنما
Guide Bolt	خار راهنما
Guide Screw	پیچ راهنما
Guide post	میله راهنما
Gusset	ورق نبشی، ورق گونیایی

H

Hacksaw	اره آهن بر
Hacksaw Blade	تیغه اره، تیغه کمان اره
Hacksaw Frame	کمان اره
Half–Round Chisel	قلم نیم گرد
Half–Round File	سوهان نیم گرد
Half Round Scrapper	شابر نیم گرد
Hammer	چکش
Hand Seamer	خم کن دستی
Handle	دسته

Hydrargyrum	سیماب، جیوه
Hydraulic Press	پرس روغنی (هیدرولیک)
Hypoid	دنده ای

I

Identical	همانند، یکسان
Impact Screwdriver	آچار پیچ گوشتی ضربه ای
Inactive	غیرفعال
Inflexion	انحناء، انعطاف، خم سازی
Inflow	ورودی
Infusible	غیر قابل ذوب
Infusion	القاء، ریزش، خیساندن
Ingot	شمش
Initial	اولیه
Inject	تزریق کردن
Inlet	ورودی
Input Unit	بخش ورودی، واحد ورودی، دستگاه ورودی
Insert	جاگذاری، الحاق، ضمیمه کردن
Inside Bevel Gouge	مغار مقر، قلم مقر
Inside Calliper	کولیس، برای اندازه گیری داخلی
Inspection	بازرسی
Install	نصب کردن، کار گذاشتن
Instruction	دستورالعمل
Insulate	عایق کردن، عایق شدن
Insulating	عایق کاری
Insulator	عایق، نارسانا
Intake	ورودی

Hard	سخت
Hardening	سخت کاری
Hardie	گوه، قلم
Hatchet	تبر کوچک
Heat	حرارت، گرما
Heat Insulator	عایق حرارتی
Heater	بخاری
Height	ارتفاء
Helical	مارپیچ
Helical Spring	فنر مارپیچ
High Speed Steel	فولاد تند بر که برای ساخت ابزار تراش به کار می رود.
Hinge	لولا کردن، مفصل، لولا
Hob	سنبه پرکاری، میخ سرپهن، فرز چرخ دنده مارپیچ
Holder	سرپیچ، نگهدارنده
Hole	سوراخ، منفذ
Hole Cutter	سوراخ بر، ابزار ایجاد سوراخ
Hole Snips	قیچی گرد بر
Hollow	کاس شده، تو خالی
Hollow Punch	سنبه منگنه
Hone	سنگ تیز کن
Hook	قلاب، آویز، گیره
Hoop	حلقه، طوقه
Hopper	خزینه، محفظه خوراک ماشین
Horizontal	افقی
Horning Die	قالب تازنی، قالب حلب کاری
Hose	شلنگ، لوله حامل گاز یا هوای فشرده
Hub	مقر، توپی، طوقه، ناف
Humid	نم دار، مرطوب

Intake Valve	دریچه ورودی، سوپاپ ورودی، شیر ورودی
Integral	یکپارچه، یک تکه
Interchange	تعویض کردن
Interior	داخلی، درونی
Intermediate	واسطه، میانی
Internal	داخلی، درونی
Intersection	تقاطع، فصل مشترک
Involute Gear	دنده مارپیچ
Iron	آهن

J

Jack	جک، بالابر
Jag	درز، برش، شکاف، دنده، ریزه، دانه
Jam	گیر کردن، مسدود کردن
Jaw	دم گیر، فک، گیره
Jerk	تکان، لرزش
Jig Saw	اره چکشی
Jigs and Fixtures	قید و بست ها
Joint	اتصال، مفصل
Joint Wrench	آچار زانویی
Jolt	تکان دادن

K

Key Wrench	آچار کلیدی
Keyhole Saw	اره باریک
Knife	چاقو، کارد
Knock	کوبیدن، زدن، ضربه
Knuckle	سگک
Knuckle Joint	اتصال زانوئی
Knurled	عاج دار
Knurled Nut	مهره عاج دار

L

Laboratory	آزمایشگاه
Labour	کار
Laminate	ورقه ورقه کردن
Laminate Iron	آهن لایه ای، آهن ورقه ای
Lamination	تورق، ورقه ورقه کردن
Lap Joint	اتصال روی هم، اتصال لب به لب
Lap Tool	ابزار صافکاری و صیقل
Lapping	صیقل کاری، پرداخت
Latch	قفل، چفت
Lathe	ماشین تراش، چرخ تراش، دستگاه خراطی
Lay	کار گذاشتن، قرار دادن، وضع دادن
Lay Shaft	محور هرز گرد
Layer	لایه قشر
Layout	طرح، نقشه اولیه
Lead	فلز سرب
Lead Pencil	مواد سربی
Leak	تراوش کردن، نشت کردن، رخنه
Leakage	نشت، تراوش
Leather	چرخ
Leg	پایه، ساقه

Length	درازا، طول
Level	تراز
Lever	اهرم، دیلم، اهرم کردن
Lever Arm	بازوی اهرم، بازوی مفصل
Lid	سرپوش
Light	روشن، سبک
Link	جفت کردن، بهم پیوستن
Lip	لبه، کناره
Lip Angle	زاویه لبه
Liquid	مایع
Load	بار، سنگینی
Location	مکان، موقعیت
Lock Nut	مهره پشت گیر، مهره قفلی
Long	دراز، طویل
Loop	حلقه، حلقه شده، حلقه زدن
Loose	هرز، شل، باز، افت
Loss Factor	ضریب افت
Lozenge	لوزی
Lubricate	روغن کاری، روان کردن
Lumber	تخته
Lute	درزگیر

M

Magnet	آهن ربا
Major	بزرگتر، اطول
Make	ساختن
Make and Break	دستگاه قطع و وصل
Mandrel, Mandrill	میله، سنبه، مرغک
Manual	دستی
Margin	حاشیه، لبه، کناره
Mass Production	تولید به مقیاس صنعتی
Master Switch	شاه کلید
Mate	جفت، لبگه، تا
Matter	ماده
Mean	میانگین، معدل
Medium Hard Steel	فولاد نیم سخت
Melt	مذاب
Member	قطعه، عضو
Mercury	جیوه
Mesh	چشمه (تور)، شبکه، درگیری (دو چرخ دنده)
Metal Band saw	اره نواری فلزبر
Metallic	فلزی
Metalize	روکش کردن با مواد
Mild Steel	فولاد نرم
Milling	فرزکاری
Mineral	معدنی، جسم معدنی
Minor	کوچکتر، اقصر
Mix	آمیختن، مخلوط کردن
Mixture	مخلوط، آمیخته
Molten	گداخته، ذوب شده
Moment	گشتاور، لنگر
Monkey Wrench	آچار تنظیم
Mounted	نصب شده، سوار شده، مونتاژ شده
Movement	حرکت
Mumetal	آلیاژی از نیکل، آهن، مس با ضریب مغناطیسی زیاد

N

Nail	میخ
Nail Puller	میخ کش
Narrow	نازک، تنگ
Needle Valve	شیر سوزنی
Negative	منفی
Network	شبکه
Nick	شکا، شکاف دادن
Nickel	فلز نیکل
Nickel Plating	آب نیکل کاری
Nickel Silver	ورشو، آلیاژی از مس، نیکل و روی
Nippers	گاز انبر
Noble Metal	فلز زنگ نزن
Non–ferrous	غیر آهنی
Non–Metallic	غیر فلزی
Non–Return Valve	شیر یک طرفه
Non–conductor	عایق، غیر هادی
Norm	معیار، نمونه
Normal	معمولی، طبیعی

P

Pillar	ستون، پایه
Pillar Drill	ماشین پایه دار
Pilot	راهنما
Pilot Wheel	چرخ راهنما، چرخ تنظیم
Pin	سنجاق، اشپیل
Pincers	گاز انبر
Pipe	لوله
Pipe Extractor	چپ گرد
Pipe Wrench	آچار لوله گیر، آچار شلاقی
Pit	چاله دار کردن، حفره دار کردن
Pitch	گام، ارتفاع دندانه
Pivot	لولا، پاشنه، روی محور گردیدن
Plan	طرح، نقشه، روش
Plane	صفحه، سطح مستوی، رویه صاف و تخت
Planetary Gear	چرخ دنده سیاره ای
Plant	کارگاه، کارخانه، دستگاه صنعتی
Planting	آبکاری
Plate	صفحه، ورق تخت فلزی
Plate Jig	صفحه غربال
Plug	سرپوش، درپوش، توپی، سوراخ گیر، دو شاخه اتصال
Plunger	پیستون غوطه ور
Pointer	عقربه شاخص، نشان دهنده
Polish	پرداخت کردن
Power	نیرو، قدرت، توان
Power Hacksaw	اره آهن بر برقی
Practical	عملی
Pressure	فشار
Prick Punched Mark	علامت سنبه نشان
Primary	اولیه، ابتدایی
Production	تولید
Profile	نیم رخ، برش عمودی، مقطع طولی
Progressive Die	قالب (حدیده) چند مرحله ای
Propel	راندن، به جلو بردن

Property	خاصیت
Proportion	تناسب، نسبت
Protection	محافظت
Protractor	نقاله
Pull	کشیدن
Pulley	چرخ فلکه، طوقی، پولی
Pulverize	پودر کردن، ساییدن
Pump	تلمبه، پمپ
Punch	منگنه کردن
Punch Press	پرس ضربه ای
Punching	منگنه کاری
Pure	خالص
Purification	تخلیص، تصفیه
Purlin	لایه
Push	فشار دادن
Push Button	تکمه فشاری، شستی
Putty	شیشه و مرمر

Q

Quadrangle	چهارگوش
Quadrangular	چهار گوش
Quadrilateral	چهار ضلعی
Quadruple Thread	پیچ چهار سو
Quality	کیفیت، ماهیت
Quantity	کمیت، مقدار
Quick	سریع، تند
Quick Action Clamp	گیره سریع العمل
Quick Change Chuck	سه نظام خودکار
Quick Silver	جیوه
Quill	محور مجوف

R

Rack	میله دنده (چرخ دنده با شعاع بی نهایت)
Radial	شعاعی
Radial Drill	مته بازویی
Radial Saw	اره گرد، اره مدور
Radiation	تابش، تشعشع
Radius	شعاع
Radius of Curvature	شعاع انحناء (خمش)
Rake	زاویه شیب، کج کردن
Ram	کوبیدن، فشردن
Rap	لق کردن، تکان دادن
Rapid	سریع
Rat-tail File	سوهان گرد
Rat-tail Splice	رگه، ترک مویی
Ratio	نسبت
Raw	خام (مواد اولیه)
Reamer	برقو، جدار تراش
Rectangular	راست گوشه، مربع مستطیل، کتابی شکل
Reducer	کاهنده، تبدیل کننده، متعادل کننده
Reducing Tee	سه راهی تبدیل
Reflex Angle	زاویه محدب
Repair	تعمیر
Rib	شیار
Right-Hand Screw	پیچ راست گرد(با چرخیدن به راست پیش می رود)
Rim	لبه، حاشیه، طوقه

Ring	طوقه، حلقه، رینگ
Rivet	میخ پرچ، پرچ کردن
Rivet Drill	مته پرچ گیر
Rivet Fastening	اتصال با پرچ
Rivet Punch	سنبه پرچ بر، انبر پرچ بر
Rivet Set	قالب پرچ
Riveting Gun	پرچ کن طپانچه ای
Rod	میله، بار
Roll	نوورد
Roller	غلطک
Roof	سقف، پوشاندن، مسقف کردن
Roofing Snip	قیچی ورق بری
Rotary	گردان، چرخان
Rotate	گردیدن، چرخیدن
Rotor	گردنده، چرخنده، روتور
Rough	خشن، زبر، زمخت
Route Sheet	ورقه مسیر کار
Router	قلم، ابزار کنده کاری و تراش، جا خارتراش
Rub	مالیدن، سائیدن
Rubber	لاستیک
Ruler	خط کش
Running Current	جریان کار
Rust	زنگ، زنگ زدن

S

Safety	ایمنی
Saw	اره، اره کردن
Saw File	سوهان پرداخت، سوهان نرمه
Scissor	قیچی
Scope	خط انداختن، خط
Scrap Metal	فلز قراضه
Screw	پیچ
Scriber	سوزن خط کش
Seal	آب بندی
Seam	درز، بخیه
Seamless	بی درز، یک تکه
Section	قطعه، قسمت، برش
Semicircle	نیم دایره
Semiconductor	نیمه هادی
Separate	جدا کردن
Shank	میله، دسته
Shape	شکل، قالب
Shaping Snipe	قیچی میخ بر
Sharp	تیز، برنده
Shear Force	نیروی برش
Shearing	قیچی کاری
Shears	(قیچی آهن بر(ورق آهن
Sheath	غلاف، پوشش
Sheave	چرخک
Sheet	ورق، ورقه، برگ
Sheet Metal	ورق فلزی
Sheet Metal Shear	قیچی ورق فلزبر
Shell	قشر، ورقه، غلاف
Shock	ضربه
Shock Absorber	ضربه گیر
Shop	کارگاه
Skelp	ورق فلز(برای ساختن لوله)
Slab	تخت، صفحه، تابلو
Slack	شل، هرز
Sledge	پتک
Sleeve	ماسوره، غلاف، بوش، مهره، آستین

منابع وماخذ

۱-کتاب صنعت ورقکاری Deil.K.Allen ترجمه یوحنا

۲-کتـاب اصول پرسـکاری وطراحی قالب های پرش تالیف مهندس مسـعود رخش خورشید.

۳-شکل دهی فلزات تالیف مجتبی زبرجد

۴-کاتالوگ های شرکت فولاد مبارکه اصفهان

۵-جزوات دوره مهندسی بین المللی جوش SLV

۶-کتابهای درسی رشته صنایع فلزی - تالیف آقای عبدالحسین گلسرخی

۷-سایت شرکت فولاد مبارکه اصفهان

۸- Basic Fabrication and welding En