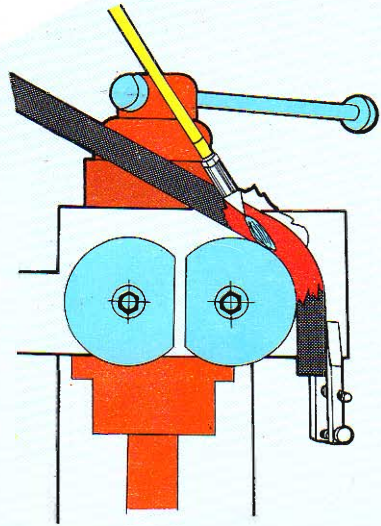




سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

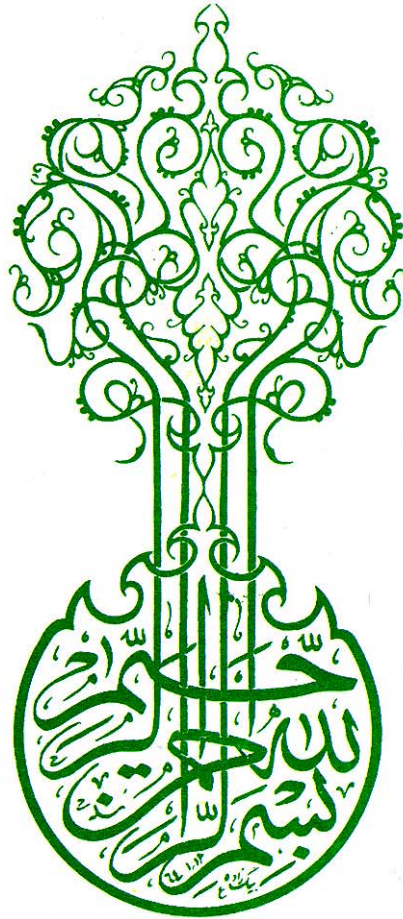


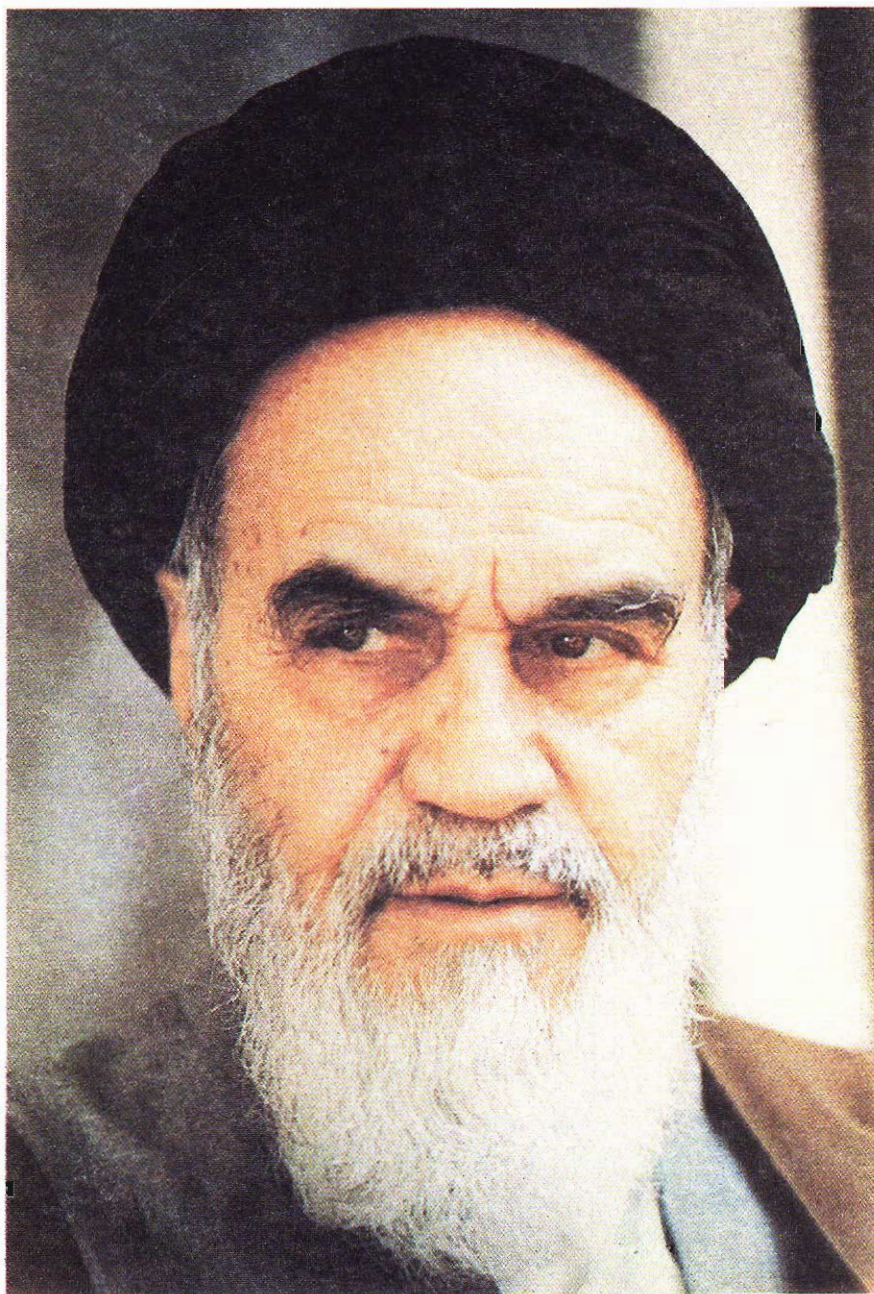
جمهوری اسلامی ایران
وزارت کار و امور اجتماعی



خمکاری

تمرینات برای کارآموز





امام خمینی (قدس سره الشریف)

دانش های فنی مورد نیاز يك کشور اسلامی را فرا بگیرید .



(مقام معظم رهبری)

علم برای عمل ، مصداق اتم و اکملش همین کاری است که الان فنی و حرفه ایها می کنند و باید به این پرداخته بشود .



(مقام محترم ریاست جمهوری)

گسترش کمی وارتقاء کیفی آموزش های فنی و حرفه ای یکی از سیاستهای مهم دولت است .



سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور



جمهوری اسلامی ایران
سازمان کار و امور اجتماعی

فکراری

تمرینات برای کارآموز

۱۰ تمرین با اهداف آموزش و ارائه اطلاعات تئوری

۱ کار عملی نهایی

اسم کتاب: خنک‌کاری تجربیات برای کارآموز

تهیه شده در: مدیریت پژوهش

ناشر: سازمان آموزش فنی حرفه ای کشور - مدیریت پژوهش

تیراژ: ۳۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول

سال انتشار: دی ماه ۱۳۷۳

چاپ: چاپخانه سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

کلیه حقوق برای سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور محفوظ است

اساسی‌ترین هدف هر دوره آموزشی، تربیت افراد و متناسب ساختن شخصیت و قابلیت‌های آنان با دگرگونی و تحولات اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی است تا کارآئی لازم را برای پذیرش و ایفای نقشی که در پیشبرد وظایف شغلی و اجتماعی در جهت حفظ و حراست از ارزشهای جامعه‌ای که در آن زندگی می‌کنند کسب نمایند.

با توجه باینکه رشد سریع تکنولوژی تأثیر و تغییرات عمیقی را در مسائل اقتصادی و اجتماعی بدنبال داشته است، اتخاذ روشهایی که هماهنگ کننده برنامه‌های آموزشی با این توسعه و تحول از یک طرف و همچنین متضمن تأمین نیروی انسانی ماهر و متخصص مورد نیاز آن باشد اجتناب ناپذیر است.

مطالعه و تجربه نشان داده است که مناسب‌ترین روش آموزشی که جوابگوی امر مزبور باشد «کارآموزی» است و این امر بدین لحاظ حائز اهمیت است که در ماهیت برنامه‌ها و مطالب و محتوای درسی کارآموزی ویژگیهای زیر مشاهده می‌شود:

۱- ملاک و معیار برای انتخاب مواد و موضوعات دروس نظری و عملی کارآموزی، توجه به ایجاد مهارتها برای جوابگویی به نیازهای متنوع مشاغل و روشهای جدید و نوین کار و آماده ساختن افراد برای احراز شغلی مفید و انجام کاری مناسب و در خور شخصیت والای انسان می‌باشد.

۲- محتوای برنامه‌های کارآموزی، سازگاری انسانها در مقابل زندگی عینی و شایستگی آنان را برای سازندگی تضمین می‌نماید.

۳- ایجاد مهارتهای تخصصی از طریق کارآموزی.

۴- برنامه‌های کارآموزی در دو جهت یادگیری مهارتها و تغییر رفتار مؤثر است و یادگیری را در جهت تغییر رفتار مطلوب تأمین می‌نماید.

۵- هرچند که در کارآموزی، دادن مهارتها به افراد برای انجام کارهای محوله اهمیت دارد، لیکن در برنامه‌های کارآموزی نکاتی منظور می‌شود تا کارآموزان با فراگیری آنها ضوابط و معیارهای سازمانی را رعایت نموده تا تأثیر فعالیت‌های آنان در جهت اهداف سازمان افزون گردد.

۶- محتوای دروس در کارآموزی نه تنها کارآموزان را با یافته‌های جدید علمی آشنا می‌سازد، بلکه آنان را قادر می‌کند تا خلاقیت و ابتکار تازه‌ای را پدید آورند.

۷- از طریق کارآموزی و اثر آن در ایجاد مهارتهای قابل اشتغال و ارتقاء مهارت براساس تغییرات فرایند کار، اهداف و فعالیت‌های تولیدی و سازمانی تحقق خواهند یافت.

از جمله این اهداف عبارتند از:

- ۱-۷. افزایش میزان کمی و کیفی تولید.
 - ۲-۷. بهبود روشهای عملیات پشتیبانی امر تولید از قبیل فراهم نمودن مواد اولیه روشهای برآورد قیمت - بازاریابی - خدمات مهندسی و تحقیقاتی و...
 - ۳-۷. بهبود روابط کار و ایجاد روحیه همکاری بین کارکنان.
 - ۴-۷. تقلیل ضایعات در تولید و حوادث کار.
 - ۵-۷. هموار شدن راه ترقی و ارتقاء شغلی کارکنان و قبول مسئولیتهای بیشتر از طرف آنان.
 - ۶-۷. بهبود یافتن روشهای تولید و توزیع کالاهای تولید شده - ارائه خدمات مفید پس از فروش و انجام بموقع سفارشات خریداران.
 - ۷-۷. ایجاد همبستگی بیشتر کارکنان با سازمان و واحدهای تولیدی و رضایت شغلی در آنها به لحاظ مهارتهای اکتسابی.
 - ۸-۷. از بین رفتن تعارض بین اهداف سازمانی و خواستههای کارکنان.
- لازم به ذکر است که کارآموزی به معنی عام آن محدود به رشته‌های خاص و تحصیل در حرف مشخص برای افراد بخصوص نبوده و دامنه آن بسیار وسیع می‌باشد. به طوریکه تمامی حرفه‌ها و مشاغل را شامل گشته و جهت ایجاد زمینه‌های اشتغال و کسب شرایط احراز شغل، برای همگان حتی کسانی که دوره‌های آموزش عالی را گذرانیده‌اند ضروری است.
- بموجب قانون کار جمهوری اسلامی ایران، فراهم نمودن امکانات برگزاری دوره‌های کارآموزی و تربیت نیروی انسانی ماهر و متخصص و اجرای این دوره‌ها به عهده سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور وابسته به وزارت کار و امور اجتماعی گذاشته شده است و با توجه باینکه تهیه و تدوین کتب و جزوات آموزشی یکی از اساسی‌ترین امکانات برنامه آموزشی می‌باشد و عامل مهمی در برقراری ارتباط بین مربی و کارآموز برای اجابت امر تعلیم و تعلم می‌باشد که در این زمینه مدیریت پژوهش سازمان مذکور با در نظر گرفتن معیار و استاندارد هر رشته آموزشی اقدام به تهیه این قبیل کتب و جزوات می‌نماید که محتوای آنها بصورت ساده‌نویسی، ویژگیهای کارآموزی را که مواردی از آنها ذکر گردید تحقق می‌بخشد.

حسین کمالی

وزیر کار و امور اجتماعی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان	
۵.....	اهداف سری تمرینات	
۶.....	اهداف آموزش	مقدمه
۷.....	روش ساخت	آشنایی اولیه
	مقدمه مطالب تئوری	
۸.....	خاصیت ارتجایی و خمیرائی	
۹.....	تفسیر فرم در موقع خمکاری	
۱۰.....	مقاومت خمکاری	
۱۱.....	شعاع خم، سخت کاری سرد	
۱۲.....	راهنمای کار، حفاظت کار.	
۱۳.....	برگ تمرین	تمرین ۱
۱۴.....	اهداف آموزش	خمکاری گوشه ها
۱۵.....	آماده کردن ورق، خم کردن با کمک دو قطعه نبشی	
۱۶.....	خم کردن لبه ها، خمکاری اضلاع بلند	
۱۷.....	خم کاری اضلاع کوتاه، برگرداندن لبه ها.	
۱۹.....	برگ تمرین	تمرین ۲
۲۰.....	اهداف آموزش	خمکاری توسط ماشین خم کن دستی
۲۱.....	خمکاری توسط ماشین خم کن اهرمی، شعاع خم.	
۲۷.....	خم کردن قطعه کار.	
۲۳.....	برگ تمرین	تمرین ۳
۲۴.....	اهداف آموزش	خم قوسی
۲۵.....	طول مستقیم قطعه کار	
۲۶.....	طول مستقیم قطعه کار - تمرین محاسبه ای	
۲۷.....	خم کردن قطعه کار.	
۲۹.....	برگ تمرین	تمرین ۴
۳۰.....	اهداف آموزش	خمکاری پرسی
۳۱.....	پرس پیچی، حالت فنریت	
۳۲.....	تجهیزات خمکاری	
۳۳.....	برگ تمرین	تمرین ۵
۳۴.....	اهداف آموزش	خمکاری مفتول
۳۵.....	قیچی مفتول پر دستی، خمکاری بدور یک قطعه آهن	
۳۶.....	خمکاری توسط انبر دم گرد	

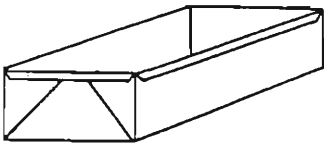
فهرست مندرجات

صفحه	عنوان	
۳۷.....	برگ تمرین.....	تمرین ۶
۳۸.....	اهداف آموزش.....	فولاد چهارگوش - خم کاری و چرخش
۳۹.....	خمکاری بوسیله وسایل خمکاری.....	
۴۰.....	تابانیدن قطعه کار.....	
۴۱.....	تمام کردن قطعه کار.....	
۴۳.....	برگ تمرین.....	تمرین ۷
۴۴.....	اهداف آموزش.....	خمکاری تسمه
۴۵.....	خم کردن تسمه از طرف عرض سطح مقطع.....	
۴۶.....	خم کردن تسمه از طرف طول سطح مقطع (تخت).....	
۴۷.....	برگ تمرین.....	تمرین ۸
۴۸.....	اهداف آموزش.....	خمکاری لوله
۴۹.....	خمکاری لوله.....	
۵۰.....	خم کردن قطعه کار.....	
۵۱.....	دستگاه خم کن.....	
۵۳.....	برگ تمرین.....	تمرین ۹
۵۴.....	اهداف آموزش.....	خمکاری آهن نبشی
۵۵.....	آماده ساختن آهن نبشی.....	
۵۶.....	خم کردن قطعه کار.....	
۵۷.....	برگ تمرین.....	تمرین ۱۰
۵۸.....	اهداف آموزش.....	خمکاری فولاد T
۵۹.....	محاسبه طول مستقیم.....	
۶۰.....	خمکاری قطعه کار.....	
۶۱.....	کار آزمایشی.....	کار پایانی

خمکاری

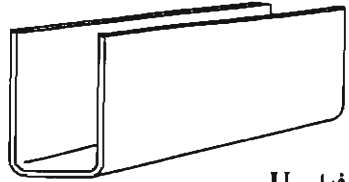
تمرینات برای کارآموز

تمرین ۱



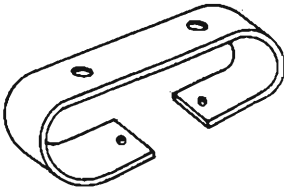
ظرف (تشت)

تمرین ۲



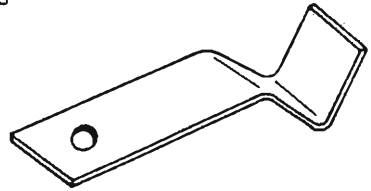
پروفیل U-

تمرین ۳



پایه

تمرین ۴



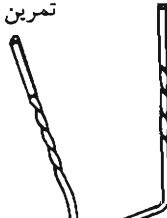
قطعه خم شده

تمرین ۵



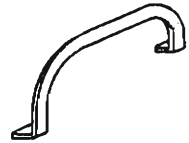
زنجیر

تمرین ۶



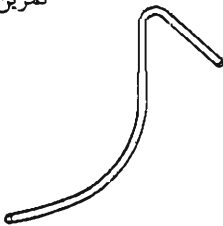
فولاد تابانده شده چهار گوش

تمرین ۷



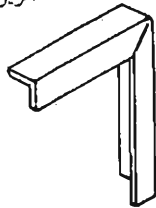
پایه

تمرین ۸



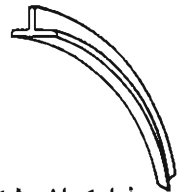
لوله قوسی شکل

تمرین ۹



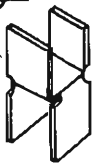
پروفیل گونیا شکل ۹۰°

تمرین ۱۰



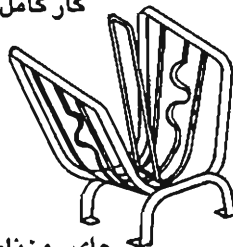
پروفیل کمانی شکل

نمونه کار



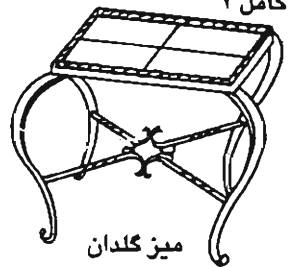
قطعه صلیبی شکل

کار کامل ۱



جای روزنامه

کار کامل ۲



میز گلدان

پس از انجام این سری تمرینات شما باید بتوانید...

- ۱- از معلومات بدست آمده درباره روش تغییر شکل دادن در خم کاری استفاده کنید.
- ۲- ورق و قطعات پروفیلی شکل را خم نمایید.
- ۳- لوله را به طریقه سرد و گرم خم نمایید.
- ۴- بوسیله ماشینهای خم کن قطعات را خم نمایید.
- ۵- مفتول را خم کنید.
- ۶- آهن چهار گوش را بیچانید.
- ۷- به تنهایی طبق نقشه عملیات خم کاری را انجام دهید.
- ۸- کلیه کارها را با رعایت حفاظت ایمنی انجام دهید.

این مقدمه بایستی اطلاعات تئوری عمومی درباره روش انجام خم کاری را ارائه نماید.

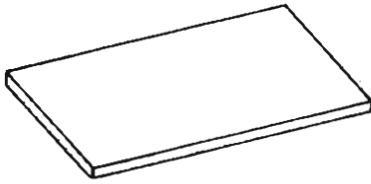
اهداف آموزش:

پس از ارائه مطالب تئوری مقدماتی شما بایستی بتوانید...

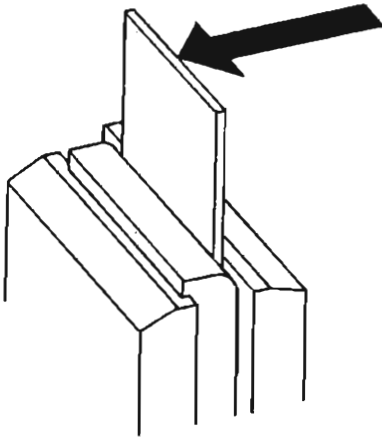
- ۱- چند روش تغییر فرم را نام ببرید.
- ۲- شرایط مواد را برای خم کاری نام ببرید.
- ۳- قابلیت خم کاری فولادهای سخت شده را بیان کنید.
- ۴- مشخص کنید که در چه قسمتهایی در خم کاری تنش ایجاد می‌گردد.
- ۵- تغییر فرم که در سطح مقطع محل خم کاری شده بوجود می‌آید، شرح دهید.
- ۶- تاثیرات تغییر در سطح مقطع را نام ببرید.
- ۷- دلایل مقاومت خم کاری در سطح مقطه‌های مختلف را ذکر نمایید.
- ۸- رابطه بین شمع خم و پارگی در اثر خم کاری را شرح دهید.
- ۹- شمع خم را از روی نقشه بخوانید.
- ۱۰- تغییرات مواد را در اثر سرد سخت شدن توضیح دهید.
- ۱۱- نکات ایمنی برای جلوگیری از جراحت برداشتن در اثر بریدگی را توضیح دهید.
- ۱۲- روش تغییر فرم در خمکاری را بطور خلاصه شرح دهید.

روش ساخت:

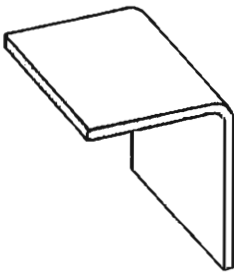
خمکاری یکی از روشهای ساخت می باشد که باعث تغییر شکل دادن قطعه کار می گردد. در روش تغییر فرم در وضعیت مواد تغییری حاصل نمی گردد. به همین دلیل تغییر فرم یک روش ساخت بدون براده برداری می باشد. در کنار خمکاری روشهای دیگر تغییر فرم مانند آهنگری - غلتک کاری و پرس کاری وجود دارد. برای خمکاری ابتدا قطعه کار به اندازه مناسب بریده می شود (شکل ۱). قطعه بریده شده داخل گیره ای محکم بسته می شود (شکل ۲) و بوسیله خم کردن به فرم دلخواه در می آید (شکل ۳). بنابراین قطعه کار توسط خمکاری تغییر شکل می دهد.



شکل ۱: برشکاری



شکل ۲: بستن برای خمکاری



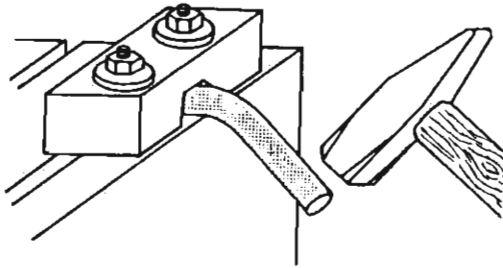
شکل ۳: قطعه کار خم شده

نیروهای وارده بر قطعه کار، فرم قطعه کار را تغییر داده و باعث انبساط و انقباض در مواد می شوند. در صورتیکه تغییر فرم پس از خمکاری باقی بماند، مواد بعنوان خمیرایی نامیده می شوند.

خاصیت ارتجاعی و خمیرائی خم کاری مواد مختلف

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

تغییر شکل ثابت

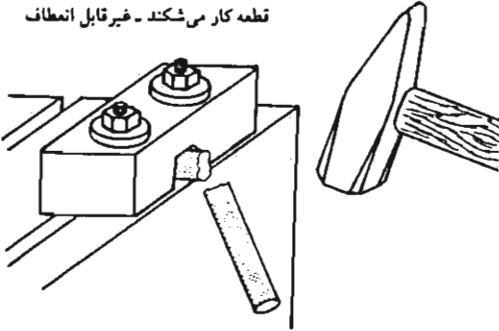


شکل ۱: مواد خمیری: مس

در تغییر فرم در اثر نیروهای خارجی فرم قطعه کار تغییر کرده بدون اینکه ذرات مواد از هم جدا شوند، مشروط بر اینکه ماده خاصیت خمیرایی داشته باشد و پس از قطع کردن نیروهای خارجی به حالت اولیه خود برنگردد.
خاصیت خمیرایی و ارتجاعی:

هر تغییر فرمی که در حالت ارتجاعی باشد، پس از برداشتن بار یا فشار به حالت اولیه خود برمی‌گردد. وقتی که بخواهیم تغییر فرم در حالت خود باقی بماند، باید نیروهای خارجی را افزایش داده تا حالت ارتجاعی از بین برود و تغییر فرم وارد حالت خمیرایی شود. حد بین حالت ارتجاعی و خمیرایی را حد ارتجاعی گویند. آزمایشات زیر این حالت را بوضوح نشان می‌دهد.

قطعه کار می‌شکند - غیر قابل انعطاف



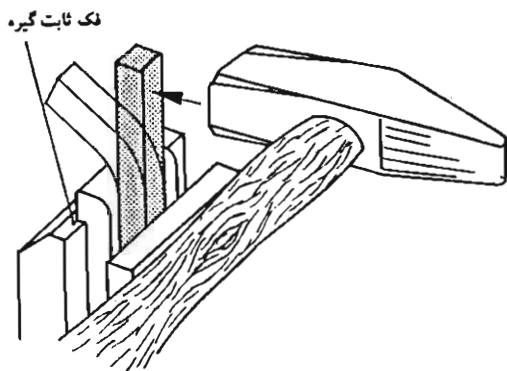
شکل ۲: مواد شکننده: فولاد سخت شده

قابلیت خمکاری مواد مختلف:

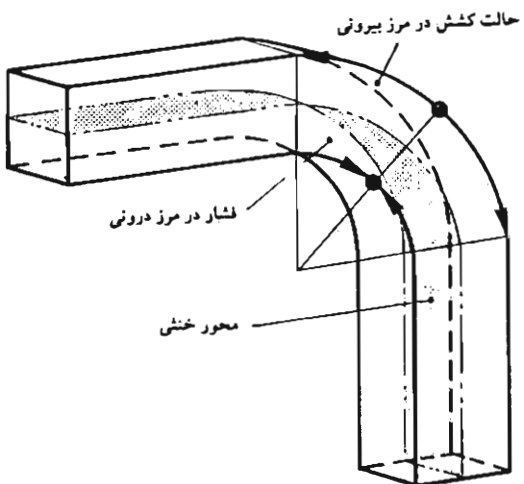
سه قطعه میله گرد به قطر 4 و طول 120 (یکی از مس - یکی از فولاد سخت شده و یکی از فولاد فبری) بایستی بصورت 90 درجه خم گردند. وقتی که نتایج سه عمل خمکاری را باهم مقایسه کنید، متوجه خواهید شد که مواد یا تغییر فرم پیدا می‌کنند یا می‌شکنند و یا به حالت اولیه برمی‌گردند. در خمکاری از موادی می‌توان استفاده نمود که به اندازه کافی حالت خمیرایی داشته باشند مانند مس - فولاد - آلومینیوم. (شکل ۱). فولاد سخت شده را نمی‌توان خمکاری نمود زیرا که ترد و شکننده است و می‌شکند.

شکل ۳: مواد ارتجاعی: فولاد فبری

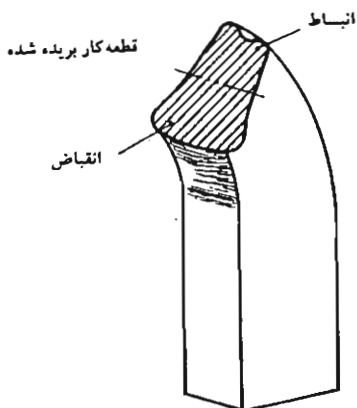
(شکل ۲). مواد ارتجاعی مانند فولاد فبری یا لاستیک، دوباره به حالت اولیه خود برمی‌گردند (شکل ۳).



شکل ۱: خمکاری یک قطعه فولادی چهارگوش



شکل ۲: قطعه کار خم شده



شکل ۳: تغییر شکل سطح مقطع در محل خم

در موقع خمکاری قسمتی از قطعه کار در اثر نیروی خارجی تغییر فرم پیدا می‌کند.

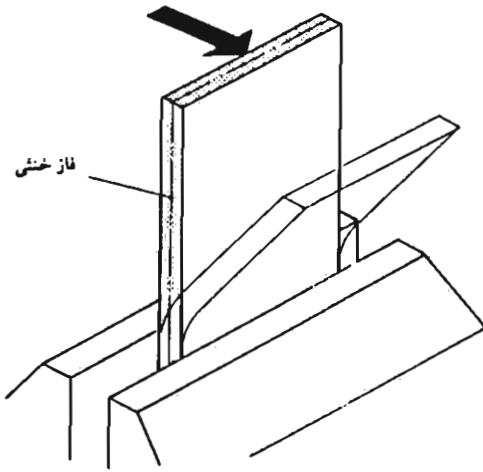
تغییر فرم در موقع خمکاری:

یک قطعه فولادی چهارگوش 8×100 را با زاویه 90° و شعاع خم حدود 8mm روی یک گیره خم کنید (شکل ۱). توجه داشته باشید که فولاد چهارگوش را در وسط فک‌های گیره بیندید تا از محکم بودن آن مطمئن شوید. برای اینکه گیره سالم بماند، بایستی حتی‌الامکان ضربات چکش در جهت فک ثابت گیره وارد شود.

از قطعه کار خم شده، متوجه خواهید شد که در کنار تغییر فرم دلخواه، همچنین تغییر فرمی در سطح مقطع در محل خم بوجود آمده است. این تغییر فرم سطح مقطع در اثر انقباض و انقباض در لایه‌های مواد بوجود می‌آید. در قسمت خارجی محل خم مواد کشیده شده و سطح مقطع کوچک می‌شود، در قسمت داخلی مواد به هم فشرده شده و سطح مقطع بزرگتر می‌گردد. در نتیجه در قسمت خارجی یک نیروی کشش و در قسمت داخلی نیروی فشار بوجود می‌آید. در قسمت میانی قطعه کار نه انقباض و نه انقباض بوجود آمده و هیچگونه تنش وارد نمی‌شود. در این قسمت فاز خنثی قرار دارد (شکل ۲). تغییر سطح مقطع در محل خم قابل جلوگیری نمی‌باشد (شکل ۳). آن را می‌توان بعداً با عملیات (چکش کاری - سوهان کاری و سنگ زدن) تا حدودی برطرف نمود. تغییر سطح مقطع به خود سطح مقطع - زاویه خم و شعاع خم بستگی دارد. هر چقدر جنس قطعه کار نرم باشد و هر چقدر شعاع خم کوچک باشد به همان اندازه تغییر شکل سطح مقطع بیشتر خواهد بود.

مقاومت خمکاری

سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

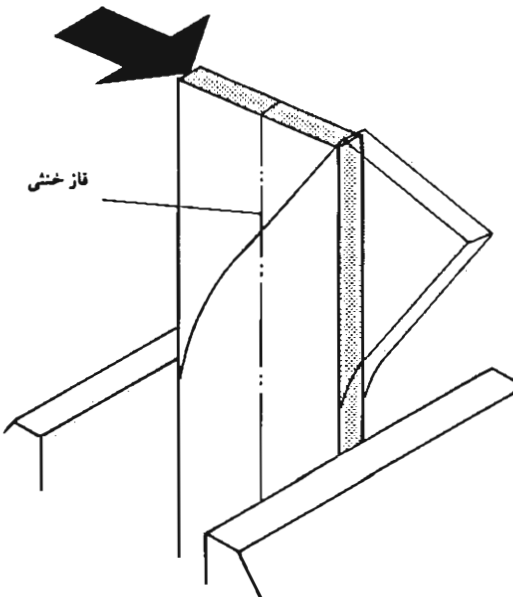


شکل ۱: خم کردن قطعه کار به حالت افقی

هر ماده‌ای در موقع تغییر فرم توسط نیروهای خارجی یک نیروی داخلی متقابل ایجاد می‌کند. این مقاومت در خمکاری بعنوان "مقاومت خمکاری" نامیده می‌شود.

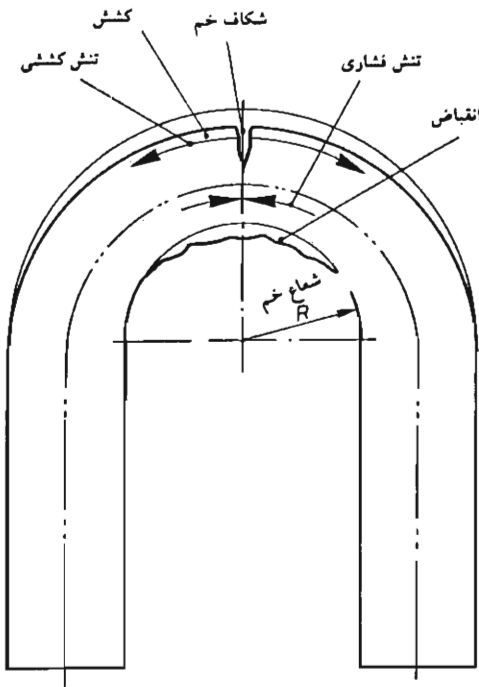
مقاومت خمکاری:

مقاومت خمکاری در سطح مقطعهای یکسان برای مواد مختلف، متفاوت می‌باشد. اما همچنین فرم سطح مقطع و وضعیت قرار گرفتن فاز خنثی دارای اهمیت می‌باشد. سطح مقطعهای گرد و تخت بهتر از (شکل ۱) سطح مقطعهای عمودی خم می‌گردند (شکل ۲). در تصاویر ۱ و ۲ اختلاف نیروی مورد نیاز نشان داده شده است. قطعاتی که سطح مقطع آنها بصورت عمودی قرار گرفته، گوشه خارجی قطعه تا خط خنثی دورتر از قطعاتی است که سطح مقطع آنها افقی می‌باشد. به همین دلیل تغییر فرم لازم در قسمت خارجی خیلی بیشتر است و بدین وسیله یک مقاومت خم بیشتری بوجود می‌آید.



شکل ۲: خم کردن قطعه کار به حالت عمودی

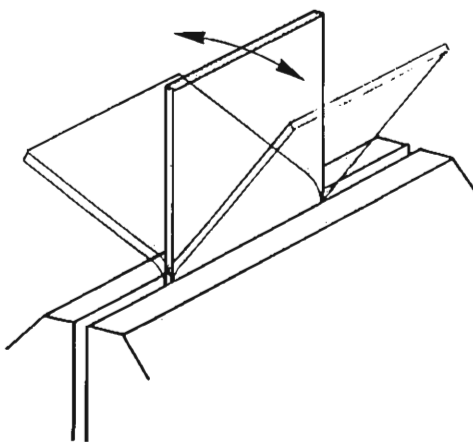
حالت خمیری مواد می‌تواند توسط حرارت افزایش پیدا کند و بدین وسیله مقاومت خم کمتر می‌گردد. این مطلب در مورد کلیه فلزات صدق می‌کند. در فولاد اغلب از دمای بالا استفاده می‌گردد و بدین طریق حالت خمیری زیاد شده و نیروی مقاومت قطعه کار کم گشته تا بتوان بهتر و راحت‌تر قطعه را تغییر فرم داد.



شکل ۱: بوجود آمدن ترکیدگی خم

در موقع تغییر فرم امکان ترکیدگی و یا چروکیدگی قطعه کار فرم داده شده وجود دارد. ترکیدگی خم بخاطر کوچک بودن شعاع خم بوجود می آید. وقتی که در خمکاری کشش خیلی زیاد باشد، بنابراین قطعه کار می ترکد (شکل ۱).
شعاع خم:

برای جلوگیری از خطر ترکیدگی قطعه بستگی به جنس قطعه کار و سطح مقطع، کمترین شعاع خم مجاز تعیین گردیده است. هر چقدر ضخامت قطعه کار بزرگتر باشد به همان اندازه شعاع خم بزرگتر انتخاب می گردد. برای فولاد حداقل شعاع خم مجاز حدود 1 تا 3 برابر و برای مس حدود 0/8 تا 1/2 برابر ضخامت قطعه کار می باشد. بنابراین شعاع خم خطی از مرکز دایره تا جداره داخلی قطعه خم شونده می باشد.



شکل ۲: روش سخت کاری سرد

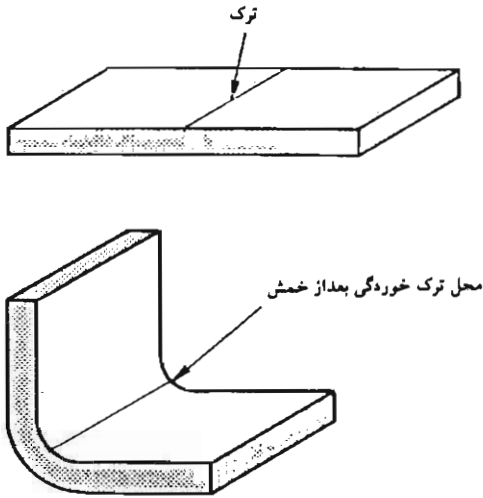
سخت کاری سرد:

برای نشان دادن شکسته شدن یک قطعه کار، یک قطعه فلزی که با دقت پلیسه گیری شده باشد به ابعاد $0/5 \times 150 \times 60$ در داخل گیره ای ببندید. ورق طوری داخل گیره بسته شود که حدود 110 میلیمتر به طرف بالا از گیره بیرون بماند. قطعه را توسط دست به طرف جلو و عقب خم کنید (شکل ۲). با چند مرتبه خم کردن خواهید دید که هر مرتبه به نیروی بیشتری نیاز می باشد. در اثر تغییر مداوم تنشها در محل خم سختی ایجاد می گردد. هر چند مرتبه قطعه بیشتر خم گردد به همان اندازه قطعه شکننده تر می گردد تا قطعه کار در محل خم بشکند. از آنجایی که سخت کاری بوسیله تغییر فرم در حالت سرد انجام می گیرد، آن را سخت کاری سرد می نامند.

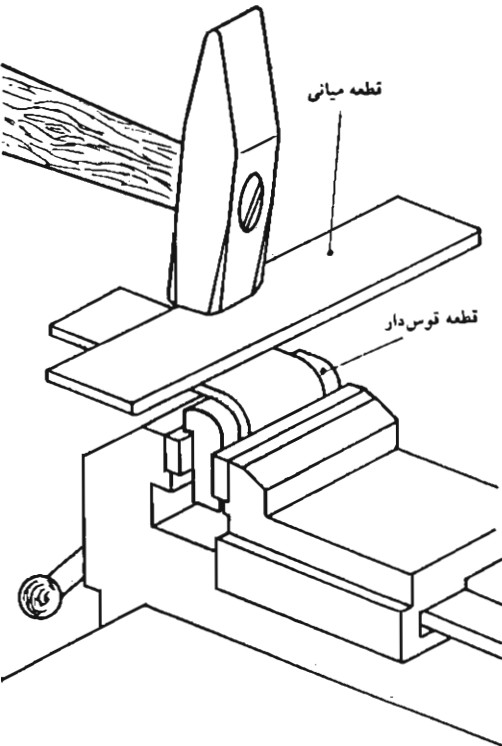
راهنمای کار:

ابزار کار را بطور منظم و قابل رؤیت و بطوری که به راحتی در دسترس باشد در محل کار قرار دهید تا برای پیدا کردن آن وقتی به هدر نرود و ابزار کار مانند تجهیزات - ابزارها و وسایل اندازه گیری سالم بماند و از بوجود آمدن سانحه جلوگیری شود. قطعات نازک را توسط یک سوزن خط کش برنجی یا یک مداد خط کشی کنید. چنانچه خط کشی بوسیله یک سوزن خط کش فولادی انجام گیرد، طرف خط کشی شده را در قسمت داخل شعاع خم قرار دهید تا از خطر پاره شدن قطعه کار در موقع خم کاری جلوگیری شود (شکل ۱).

عمل چکش کاری مستقیم بر روی قطعه کار می تواند پستی و بلندبهای کمی را روی قطعه کار بوجود آورد. از قرار دادن یک قطعه واسطه بین چکش و سطح قطعه کار می توان سطح تمیزی بدست آورد. برای قطعات نرم استفاده از یک چکش صافکاری مناسبتر است. برای خمکاری یک قطعه قوس دار با شعاع لازم مورد نیاز می باشد. قطعه کار را مابین قطعه قوس دار و فک گیره بسته و آن را روی قطعه قوس دار خم نمایید (شکل ۲).



شکل ۱: خط کشی بایستی در قسمت نشردگی قرار گیرد



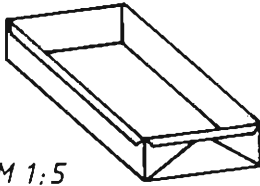
شکل ۲: روش خمکاری با قطعه واسطه و قطعه قوس دار

حفاظت کار:

برای اینکه از خطر بریدگی جلوگیری شود، بایستی قطعات کار بخصوص ورقها را قبل از خمکاری با دقت پلیسه گیری نمود. قطعه کار بایستی همیشه در قسمت وسط گیره بطور محکم بسته شود. در نتیجه قطعه کار در وضعیت خوب قرار گرفته و از ضربات اشتباهی جلوگیری بعمل می آید. در این سری تمرینات خم کاری توسط ماشین را نیز انجام خواهید داد. در هنگام کار با ماشین به نکات و مقررات ایمنی توجه داشته باشید. اجازه دهید تا طرز کار ماشین را برای شما توضیح دهند.

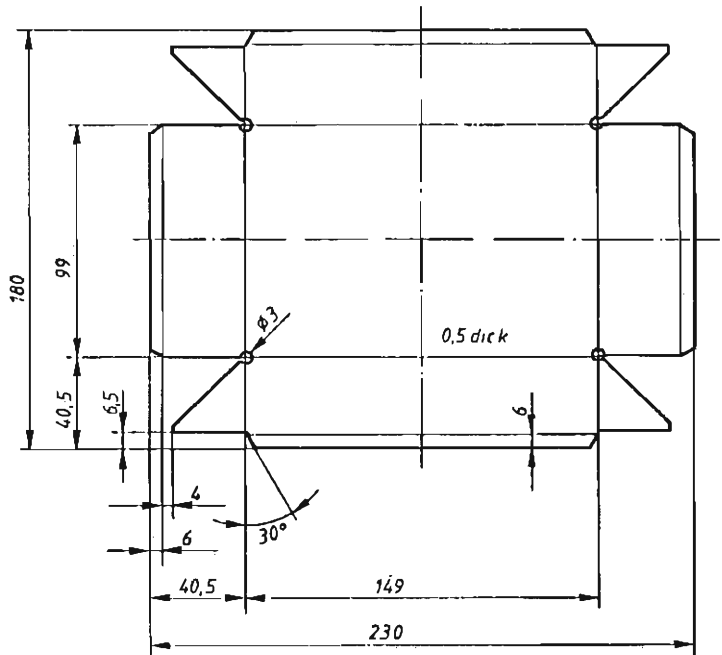
خمکاری گوشه‌ها برگ تمرین

خمکاری



M 1:5

اندازه - داخلی . 99 x 149
ارتفاع : 35



باروکش روی	0/5 × 230 × 180		St 37	DIN 1544	ورق فلزی	1
ملاحظات	قطعات نیمه ساخته	شماره ردیف	جنس مواد	شماره استاندارد نقشه	نام	تعداد
مقیاس 1:5 و 1:2/5	ظرف (تشت)					

ابزار کار:

- ۱- وسایل خط‌کشی و سنبه نشان
- ۲- چکش فلز کاری - چکش چوبی
- ۳- منته به قطر 3mm
- ۴- قیچی ورق بُر دستی
- ۵- سوهان تخت
- ۶- قطعه قوس‌دار - قطعه واسطه - قطعه برای بستن
- ۷- قطعه رابط برای فشار دادن

تذکرات:

لبه‌های قطعه را در موقع خمکاری ضربه نزنید. ایجاد سوراخ در گوشه‌های ورق باعث راحت بریده شدن گوشه‌ها و کم کردن نیرو در گوشه‌ها می‌باشد. در موقع خمکاری گوشه‌ها، یک خم تیز با شعاع خم کم بوجود می‌آید.

مراحل کار:

- ۱- خط‌کشی - سنبه نشان زدن و سوراخکاری
- ۲- بریدن - صاف کردن و پلیسه‌گیری کردن
- ۳- خمکاری لبه‌ها
- ۴- خمکاری اضلاع بلند
- ۵- خمکاری اضلاع کوچک
- ۶- خم کردن لبه‌ها
- ۷- برگرداندن لبه‌ها
- ۸- صاف کردن ظرف در صورت لزوم

حفاظت کار:

قسمتهای بریده شده باید فوراً پلیسه‌گیری شود زیرا که این گوشه‌ها خیلی تیز هستند.

برای تمرین کار عملی:

خم کردن گوشه های یک ورق نازک در گیره

اهداف آموزش:

پس از انجام این تمرین شما باید بتوانید...

از نظر عملی:

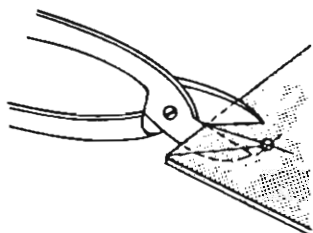
از نظر تئوری:

- ۱- یک ورق را برای خمکاری بطور صحیح خط کشی و آماده کنید.
- ۲- با کمک قطعات نگهدارنده ورق را توسط دست خم کنید.
- ۳- با کمک قطعه قوس دار و قطعه رابط گوشه های ورق را خم کنید.
- ۴- لبه های ورق را به منظور تقویت برگردانید.
- ۱- رابطه بین خم کردن اضلاع و شعاع خم را توضیح دهید.
- ۲- چهار مرحله خمکاری را به ترتیب بنویسید.
- ۳- توضیح دهید که در ورقهای نازک خط کشی برای خمکاری چگونه انجام می گیرد.
- ۴- توضیح دهید که برگرداندن لبه های ورق برای چه منظوری است.
- ۵- قطعات کمکی برای خمکاری روی گیره را نام ببرید.
- ۶- موارد استفاده یک قطعه رابط را توضیح دهید.
- ۷- هدف از سوراخکاری در گوشه های ورق را توضیح دهید.
- ۸- هدف از صاف کردن و تنظیم کردن قطعه را نام ببرید.

آماده کردن ورق خم کردن با کمک دو قطعه نشی

خم کاری

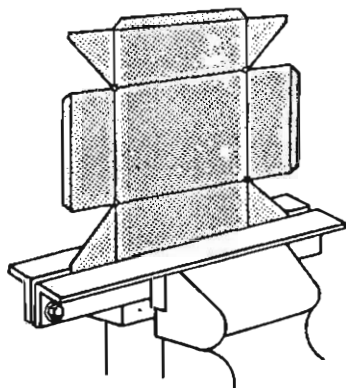
قبل از عملیات خمکاری ورق را آماده کنید. توجه داشته باشید که در موقع خط کشی با سوزن خط کش فولادی مخصوصاً خطوط محل خم آهسته کشیده شود. ورقها نازک و حساس اغلب توسط مداد یا سوزن خط کش برنجی خط کشی می گردند تا از پاره شدن قطعه جلوگیری شود.



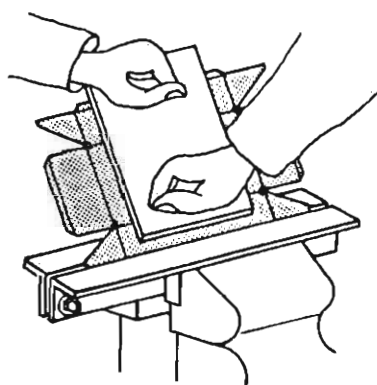
شکل ۱: بریدن ورق

آماده کردن ورق:

برای از بین بردن نیروهای وارده به گوشه های ظرف که در اثر خمکاری بوجود می آید، گوشه های ورق را قبل از خمکاری سوراخ می کنند. بخاطر وجود سوراخها در گوشه های ورق، برشکاری ساده تر انجام می گیرد زیرا خطوط برش در محل سوراخ به هم برخورد می کنند (شکل ۱). در موقع برشکاری قیچی را تا انتها فشار ندهید تا از پارگی ورق جلوگیری شود. در محل برشکاری شده پلیسه بوجود می آید و باید حتماً آن را برطرف نمود.



شکل ۲: خم کردن در بین قطعات نشی



شکل ۳: خم کردن با فشار دادن توسط یک قطعه

خمکاری در بین قطعات نشی

بخاطر کافی نبودن طول فکهای گیره در موقع خمکاری از قطعات نشی استفاده نمایید. (شکل ۲). قسمتی از نشی که از گیره بیرون می ماند، توسط یک پیچ دستی یا یک پیچ و مهره به هم متصل می گردد برای خمکاری سطوح ورقهای نازک می توان از یک قطعه برای فشار دادن استفاده نمود (شکل ۳).

خم کردن لبه‌ها خمکاری اضلاع بلند

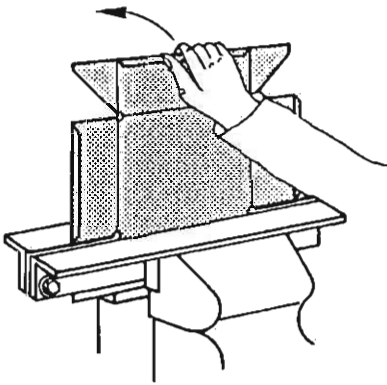
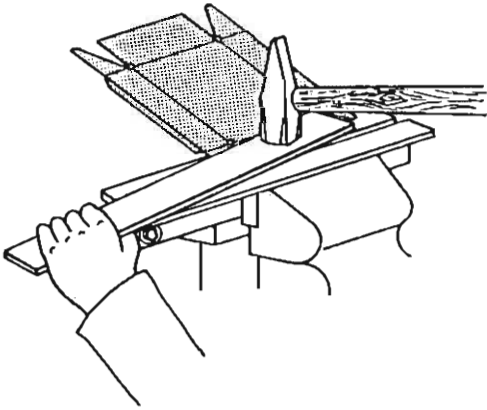
سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

برای خم کردن لبه‌های ورق آنها را با قطعات نبشی به داخل گیره بسته و آن را در جهتی که می‌خواهید خم کنید.

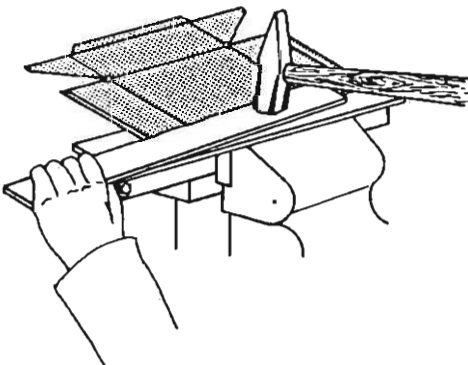
خم کردن لبه‌ها:

خط‌کشی روی ورق برای خم لبه بایستی با سطح بالایی قطعه نبشی مطابقت داشته باشد. پس از خمکاری اولیه برای خمکاری لبه از یک قطعه واسطه از جنس چوب یا مواد مصنوعی که طول آن حتی‌الامکان مطابق طول قسمتی که باید خم شود باشد، استفاده کنید (شکل ۱). با استفاده از قطعه واسطه می‌توان یک سطح بزرگتر را همزمان و بطور یکنواخت خم نمود و قطعه کار در اثر ضربات چکش صدمه نمی‌بیند. پس از خم نمودن هر چهار لبه به اندازه 90° حالا می‌توانید طرفهای بلند را خم نمایید.

شکل ۱: خم کردن لبه‌ها



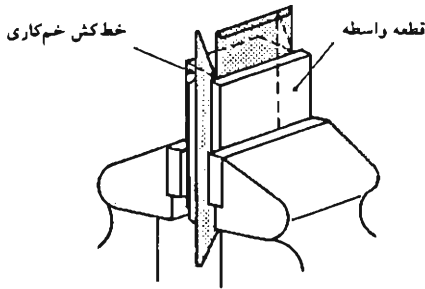
شکل ۲: خمکاری اولیه توسط دست



شکل ۳: خمکاری لبه‌های بلند

خم کردن اضلاع بلند:

اضلاع بلند را نیز بهتر است با قرار دادن آن بین قطعات نبشی خم نمود. روش خمکاری درست شبیه روش خمکاری لبه‌ها می‌باشد. در اینجا نیز یک خمکاری اولیه بوسیله دست (شکل ۲) و یک خمکاری لبه با استفاده از قطعه واسطه انجام می‌گیرد. قطعه واسطه را دوباره روی کل قسمتی که باید خم شود، نگهدارید تا از اثرات فشار و فرورفتگی در روی ورق جلوگیری بعمل آید (شکل ۳).

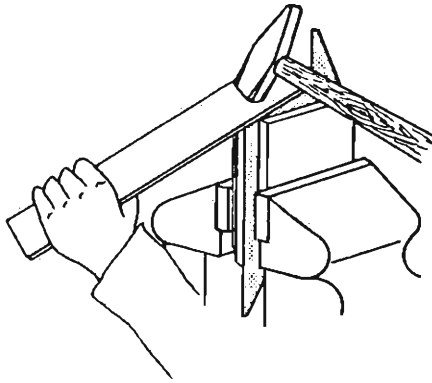
خم کاری اضلاع کوتاه
برگرداندن لبه‌ها

شکل ۱: بستن ورق با قطعه برای خم کردن و پشت بند

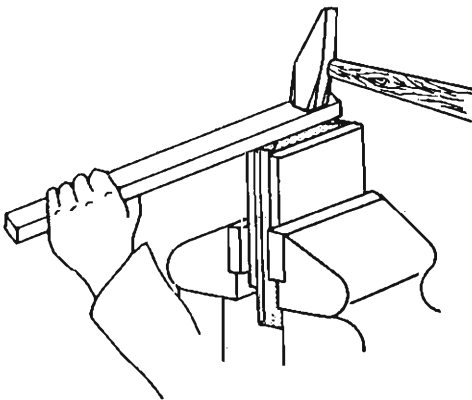
برای خمکاری به یک قطعه چوب برای خم کردن و یک قطعه پشت بند نیاز دارید. قطعه چوب از نظر اندازه مطابق با اندازه طرف می باشد و بدین جهت می توانید در موقع فرم دهی به اندازه دلخواه برسید.

خمکاری اضلاع کوتاه:

قطعه چوب برای خمکاری و قطعه پشت بند همراه با ورق در داخل گیره بسته می شوند. خم کردن لبه‌ها دوباره توسط یک قطعه واسطه صورت می گیرد. قطعه پشت بند از فرورفتگی در محل خم جلوگیری می کند (شکل ۱). با قطعه واسطه نیز می توان برگرداندن لبه‌ها را انجام داد. گوشه‌ها را بطور یکنواخت برگردانده تا به تکیه گاهها برسد (شکل ۲).



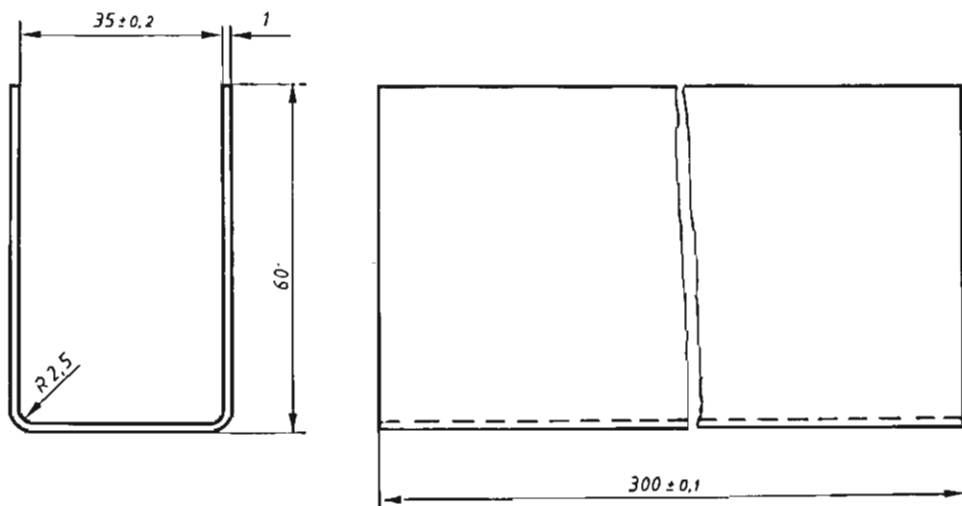
شکل ۲: خم کردن لبه‌ها



شکل ۳: برگرداندن لبه‌ها

خم کردن لبه‌ها از 90° به 180° را برگرداندن می نامند. برگرداندن لبه‌ها:

برگرداندن لبه‌ها برای تقویت ظرف می باشد. برای اینکه از ترک خوردن ورق در موقع برگرداندن جلوگیری شود، نبایستی به حالت تخت چکش کاری شوند. در موقع برگرداندن لبه قطعه واسطه را طوری قرار دهید که جای خالی کمی بوجود آید (شکل ۳). پس از خمکاری می توان ظرف را صاف و تنظیم نمود. صافکاری قبل از خمکاری و همچنین بعد از هر مرحله از خمکاری لازم می باشد. ورق را روی یک صفحه فلزی صاف قرار داده و توسط ضربه زدن با یک چکش صافکاری معایب را برطرف کنید.



	1 × 152 × 300		St 37- 2	DIN 1541	ورق	1
ملاحظات	قطعه نیمه ساخته	شماره ردیف	جنس قطعه کار	شماره نقشه	نام	تعداد
مقیاس 1: 1	پروفیل U شکل					

مراحل کار:

ابزار کار:

- ۱- ورق را بریده، پلیسه‌گیری و صاف نمایید.
- ۲- گوشه‌های خم شونده را خط‌کشی کنید.
- ۳- ورق را طبق اندازه صحیح روی ماشین ورق خم‌کن دستی قرار داده و آنرا محکم کنید.
- ۴- فک خم‌کننده را با توجه به ضخامت ورق تنظیم نمایید.
- ۵- ورق را توسط بالا کشیدن فک خم‌کننده خم نمایید.
- ۶- فک خم‌کننده را دوباره به حالت اولیه برگردانید و فک بالایی را شل نمایید.
- ۷- قطعه کار را در آورید.
- ۸- با استفاده از قطعه کمکی برای خم کردن (لقمه) خم دوم را انجام دهید.

حفاظت کار:

- در هنگام کار کردن با ماشین ورق خم‌کن دستی بایستی به رعایت نکات ایمنی توجه داشته باشید. حفاظت وزنه متقابل نبایستی برداشته شود.

تمرین کار عملی:

خمکاری با ماشین خم کن اهرمی

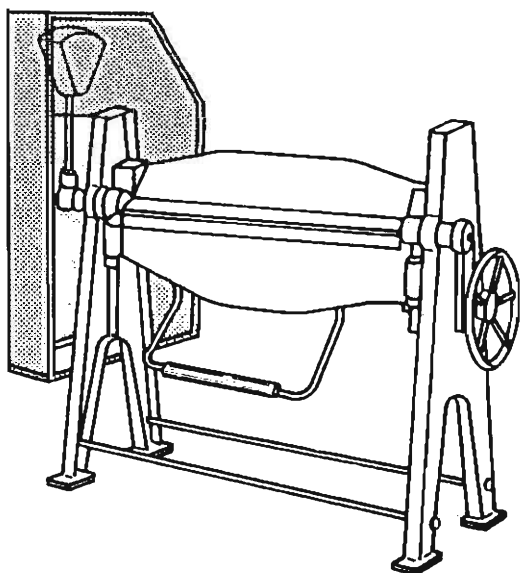
اهداف آموزش:

پس از انجام این تمرین شما بایستی بتوانید...

از نظر عملی:

از نظر تئوری:

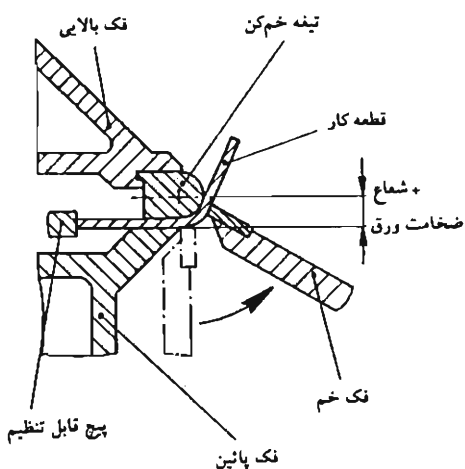
- ۱- یک ماشین خم کن دستی را تنظیم کرده و با آن کار کنید.
- ۲- یک قطعه را پس از خط کشی در ماشین قراردادده و خم کنید.
- ۳- با کمک یک لقمه یک قطعه پروفیل L شکل را خم نمایید.
- ۱- قطعات یک ماشین خم کن اهرمی را نام ببرید.
- ۲- دوتا از کوچکترین شعاع خم مجاز را با توجه به تاثیرات خواص مواد نام ببرید.
- ۳- توضیح دهید که چرا ماشین خم کن دستی به وسایل بخصوصی برای بستن قطعه کار نیاز ندارد.
- ۴- ابزار کمکی برای خم کردن پروفیل L شکل را نام ببرید.
- ۵- بزرگترین شعاع خم را روی یک ماشین خم کن دستی ذکر کنید.



شکل ۱: ماشین خم کن اهرمی

ماشین خم کن اهرمی:

بیروی خمکاری در ماشینهای خم کن اهرمی (شکل ۱) توسط دست یا نیروی ماشین انجام می گیرد. ماشینهای ورق خم کن اهرمی، بستن و خم کردن را یکجا انجام می دهد. قطعه ای که باید خم شود، مابین فک بالایی و فک پایینی بسته می شود، فک بالایی دارای تیغه ای است که قابل تعویض می باشد. تیغه خم نیز همان تیغه فرم دهنده می باشد. یک ضامن قابل تنظیم، قرار دادن و تنظیم کردن قطعه کار را داخل خم کن ساده می کند.



شکل ۲: خم کردن با ماشین خم کن اهرمی

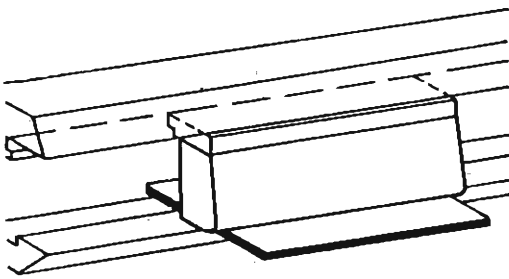
شعاع خم:

در شکل ۲ خمکاری یک قطعه نشان داده شده است. تیغه خم کن مناسب برای خم کردن قوس می باشد. فک بالایی و فک خم مطابق با شعاع خم به علاوه ضخامت ورق تنظیم می گردد. حداکثر شعاع خم توسط قابل تنظیم بودن فک بالایی - فک خم و همچنین فک پایینی محدود می گردد. حداقل شعاع خم مجاز برای فولاد طبق DIN 6935 تعیین شده است و برای مثال تا زاویه خم 120.

مقاومت کششی (N/mm ²)		ضخامت قطعه کار (mm)	
از 500 تا 650	از 400 تا 500	تا 400	کار (mm)
1/6	1/2	1	1
5	4	3	3
6	5	5	4
8	8	6	5
20	20	16	10
36	32	28	16
50	45	40	20

خم کردن قطعه کار

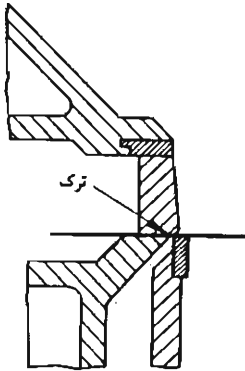
قبل از خمکاری، قطعه کار بایستی خط‌کشی گردد. ابتدا خط وسط را رسم کرده و از هر طرف خط وسط به اندازه 5/17 (2/5) جدا کرده و خط خم را بکشید. بطور کلی بایستی لبه‌های خم عمود بر جهتی که قطعه کار غلتک شده قرار گیرد تا از خطر پارگی ورق جلوگیری بعمل آید. در ورقهای تمیز و براق می‌توان جهت غلتک شدن ورق را از تارهای روی سطح ورق تشخیص داد.



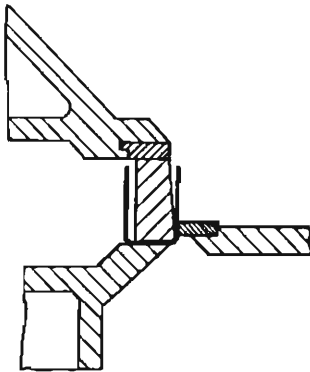
شکل ۱: قراردادن قطعه کار در ماشین خم کن امرمی

خم کردن قطعه کار:

ورق را بین فک خم و فک پایین ماشین قرار می‌دهیم (شکل ۱). فک خم مطابق با شعاع خم و زاویه خم می‌باشد. بعلاوه فک خم متناسب با فرم و طول قطعه‌ای است که باید خم گردد. بوسیله پایین آوردن فک بالایی ورق محکم می‌گردد. قطعه کار را محکم ببندید تا در موقع خمکاری منحرف نگردد. قطعه کار را قبلاً طبق خطوط کشیده شده خم تنظیم نمایید (شکل ۲).

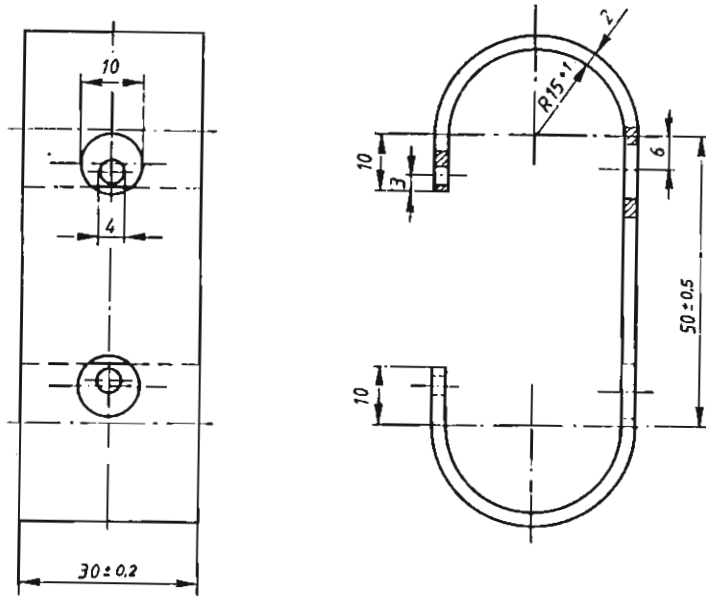


شکل ۲: تنظیم طبق خط



شکل ۳: تمام کردن خم قطعه کار

فک خم را با $2/5\text{mm}$ (شعاع خم) + 1mm (ضخامت ورق) = $3/5\text{mm}$ طبق خط‌کش مدرج تنظیم می‌گردد. وقتی که تیغه خم بالا کشیده شود، اولین خم ایجاد می‌گردد. فک خم توسط هر دو دست حرکت می‌کند. عمل خمکاری را بطور یکنواخت و سریع انجام دهید. خم دوم مطابق خم اول انجام می‌گیرد. قبلاً دوباره آن را تنظیم نمایید (شکل ۳).



1	تسمه فولادی	DIN 1016	St 37	طول مستقیم $30 \times 2 \times$	
تعداد	نام	شماره نقشه	جنس مواد	قطعه نیمه ساخته	ملاحظات
پایه					
مقیاس 1:1					

مراحل کار:

- ۱- طول قطعه کار را برای برش حساب کرده، خط کشی کنید و سنبه نشان بزنید.
- ۲- برشکاری - پلیسه گیری - صاف کردن
- ۳- سوراخکاری و پلیسه گیری سوراخها
- ۴- قطعه کار را با کمک قطعه کمکی برای خم در داخل گیره بسته و خم کنید.
- ۵- قطعه کار را برگردانده و خم دوم را بزنید.
- ۶- صاف کنید.

ابزار کار:

- ۱- وسایل اندازه گیری
- ۲- وسایل خط کشی
- ۳- فیچی ورق بر اهرمی
- ۴- سوهان تخت
- ۵- ماشین مته با گیره
- ۶- مته به قطر 4/0 و 10 و خزینه
- ۷- قطعه برای خمکاری - چکش

حفاظت کار:

دسته چکش بایستی محکم در چکش قرار گرفته و توسط یک گروه محکم شود. نوک سوزن خط کش پس از استفاده بایستی بوسیله درپوشی محافظت گردد. قطعه کار را در موقع خمکاری بطور مطمئن درگیره ببندید.

تذکرات:

صربات چکش بایستی حتی الامکان در جهت فک ثابت گیره انجام گیرد. در موقع محاسبه برای برش قطعه بهتر است که به طول مستقیم قطعه کمی اضافه نمایید. پس از خمکاری می توانید آن را بوسیله سوهان یا ااره طبق اندازه در آورید.

اهداف آموزش

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

برای تمرین کار عملی:

خمکاری قوسی شکل تسمه فولادی روی گیره

اهداف آموزش:

پس از انجام این تمرین باید بتوانید...

از نظر عملی:

۱- با کمک یک قطعه کمکی برای خم، خم قوسی شکل را روی گیره انجام دهید.

۲- در اثر ضربات چکش از صدمه دیدن قطعه کار جلوگیری نمایید.

از نظر تئوری:

۱- توضیح دهید که براساس چه قسمت از قطعه کار طول آن محاسبه می‌گردد.

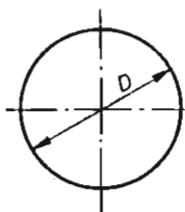
۲- طول قطعه را برای خمکاری حساب کنید.

۳- اختلاف بین طول مستقیم قطعه و طول برش را توضیح دهید.

۴- طول مستقیم قطعه کار تمرین را حساب کنید.

۵- فرق بین خم قوسی و خم زاویه‌ای را توضیح دهید.

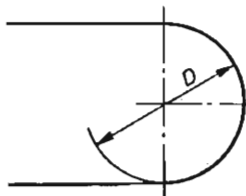
(a) دایره کامل - زاویه خم 360°



$$U_{360^\circ} = \pi \cdot D$$

برای بریدن قطعه کار قبل از خمکاری نیاز به اندازه طول مستقیم قطعه کار دارید. بطوریکه می‌دانید در موقع خمکاری قسمتی از قطعه کار که فشرده می‌گردد کوتاهتر و قسمتی که کشیده می‌شود، بلندتر است. به هر جهت طول قسمت خشی تغییری نمی‌کند و به همین منظور از آن برای محاسبه طول مستقیم قطعه کار استفاده می‌شود.

(b) نیم دایره - زاویه خم 180°

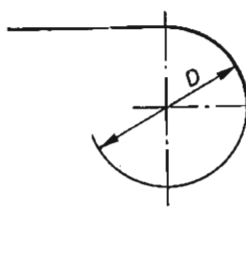


$$U_{180^\circ} = \pi \cdot \frac{D}{2}$$

طول مستقیم:

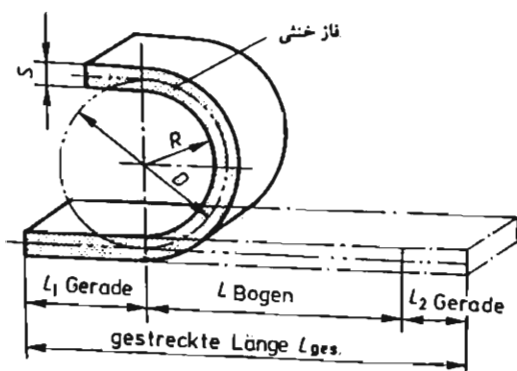
طول مستقیم قطعه از حاصل جمع طول قسمت مستقیم قطعه، بعلاوه طول قسمت قوس‌دار بدست می‌آید. اندازه قسمت مستقیم قطعه را می‌توان از روی نقشه پیدا نمود. برای محاسبه قسمت‌های قوس‌دار لازم است که محاسبه محیط یک دایره را $U = \pi \times D$ بدانید. در حالیکه U برای یک دایره کامل 360° می‌باشد. برای 180° اندازه U نصف می‌گردد. برای 90° مقدار U یک چهارم یک دایره کامل می‌باشد (شکل ۱). مقدار $\frac{3}{14} \pi$ در نظر گرفته شود.

(c) ربع دایره - زاویه خم 90°



$$U_{90^\circ} = \pi \cdot \frac{D}{4}$$

شکل ۱: محاسبه محیط



$$\text{بستم } L_2 + \text{خم } L + \text{بستم } L_1 = L_{\text{ges}} \text{ طول مستقیم}$$

شکل ۲: محاسبه طول مستقیم

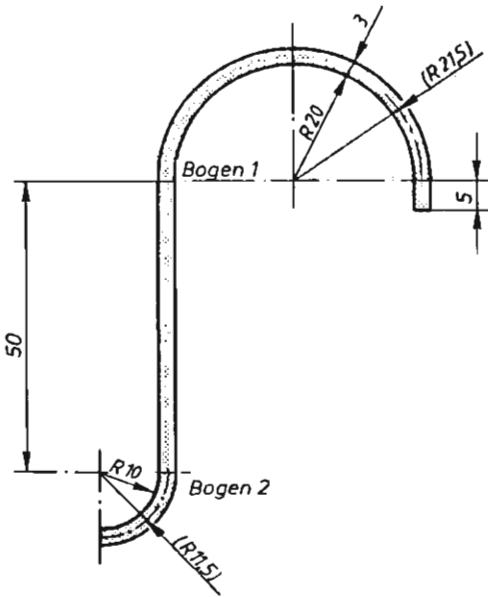
شکل ۲ بطور مثال محاسبه طول مستقیم یک قطعه کار را نشان می‌دهد. اما توجه داشته باشید که در محاسبه قوسها بایستی قطر دایره خشی را محاسبه نمایید و آن برابر است با:

$$D = 2 \times R + 2 \times \frac{s}{2} = 2 \times R + s$$

طول مستقیم قطعه کار تمرین محاسبه‌ای

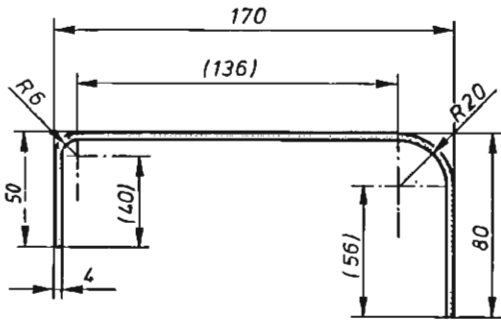
سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

مقیاس شکل، ۱:۱



شکل ۱ مثال محاسباتی ۱

مقیاس شکل ۱:۲/۵



شکل ۲ مثال محاسباتی ۲

در زیر طریقه محاسبه طول مستقیم برای دو مثال مشاهده می‌شود:

مثال ۱:

طول قسمتهای مستقیم عبارت است از: $50 + 5 = 55\text{mm}$

اضافه می‌گردد: یک قوس 180° با $R_1 = 20\text{mm}$ و

یک قوس 90° با $R_2 = 10\text{mm}$

$$L \text{ قوس اول} = \pi \times \frac{D_1}{2} \text{ (نیم دایره)}$$

$$D_1 = 2R_1 + s \quad s = 3$$

$$D_1 = 2 \times 20 + 3$$

$$D_1 = 40 + 3 = 43$$

$$L \text{ قوس اول} = \pi \times \frac{43}{2} = 3/14 \times \frac{43}{2} = 3/14 \times 21/5$$

$$L \text{ قوس اول} = 67/51$$

$$L \text{ قوس دوم} = \pi \times \frac{D_2}{4} \text{ (ربع دایره)}$$

$$D_2 = 2R_2 + s \quad s = 3$$

$$D_2 = 2 \times 10 + 3$$

$$D_2 = 20 + 3 = 23$$

$$L \text{ قوس دوم} = \pi \times \frac{23}{4} = 3/14 \times \frac{23}{4} = 3/14 \times 11/5$$

$$L \text{ قوس دوم} = 18/06$$

$$L \text{ کل} = 55 + 67/51 + 18/06 = 14/57$$

$$L \text{ کل} = 141\text{mm} = \text{طول مستقیم}$$

مثال ۲:

$$L \text{ کل} = L \text{ مستقیم} + L \text{ قوس } D_1 = 2 \times 6 + 4 = 16$$

$$L \text{ قوس } 90^\circ = \pi \times \frac{D}{4} \quad D = 2 \times R + s$$

$$D_2 = 2 \times 20 + 4 = 44$$

$$L \text{ کل} = 40 + 136 + 56 + \pi \times \frac{16}{4} + \pi \times \frac{44}{4}$$

$$L \text{ کل} = 232 + \pi \times 4 + \pi \times 11$$

$$L \text{ کل} = 232 + \pi (4 + 11) = 232 + \pi \times 15$$

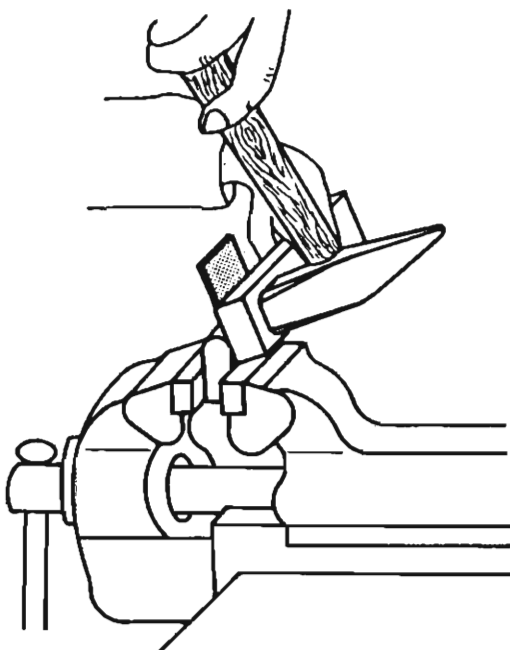
$$L \text{ کل} = 232 + 47/1 = 279/1$$

$$L \text{ کل} = 280\text{mm} = \text{طول مستقیم}$$

پس از محاسبه طول برش می‌توانید قطعه را برای خمکاری آماده نمایید. برای این کار به خط‌کشی - سوراخکاری - برشکاری پلیسه‌گیری و صاف کردن نیاز می‌باشد.

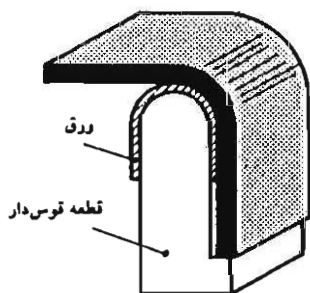
خم کردن قطعه کار:

قطعه کار را همراه با قطعه مناسب برای خمکاری در داخل گیره ببندید. قطعه کمکی برای خمکاری بایستی دارای قوس مورد نظر باشد. عمل خمکاری توسط یک چکش فلزکاری انجام می‌گیرد. قطعه کار نباید در موقع خمکاری صدمه ببیند. با استفاده از یک قطعه واسطه از جنس چوب سخت یا مواد مصنوعی از وارد شدن ضربات مستقیم چکش جلوگیری می‌شود (شکل ۱).

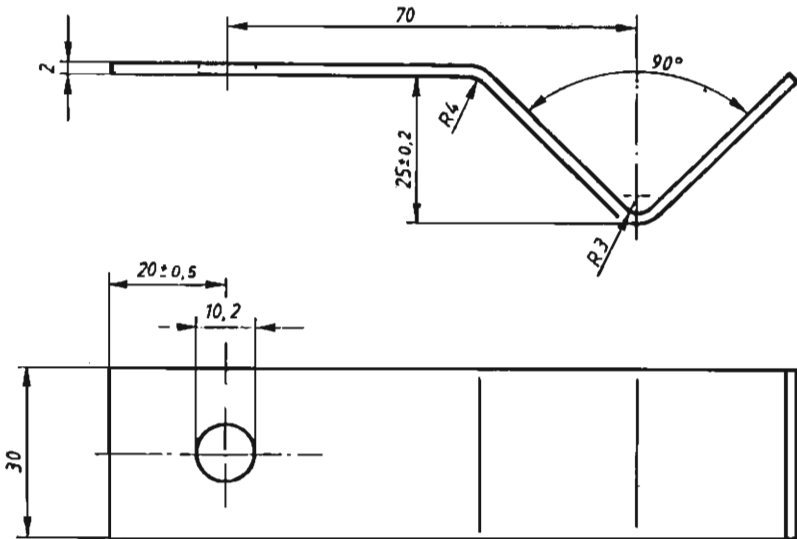


شکل ۱: خم کردن قطعه کار

در این تمرین شمع خم را کمی بیشتر از حداقل شمع خم مجاز انتخاب نمایید. در این روش خمکاری قوسی می‌توان قطعات را تا زاویه خم 360° خم نمود. در مقابل، در خمکاری زاویه‌ای (خم کردن لبه) با کوچکترین شمع خم مجاز، بزرگترین زاویه خم در موقع برگرداندن لبه 180° می‌باشد. چنانچه در موقع خمکاری قطعه کمکی قوس‌دار مناسبی در دسترس نباشد، می‌توانید با قراردادن یک قطعه ورق روی قطعه کمکی قوس آن را بزرگتر نمایید. همچنین قطعه کمکی می‌تواند دارای ضامن یا تکیه‌گاهی برای هدایت قطعه کار باشد (شکل ۲).



شکل ۲: بزرگ کردن شمع خم توسط یک ورق کمکی



1	تسمه فولادی	DIN 1016	Si 37	30 × 2 ×	
تعداد	نام	شماره نقشه	جنس مواد	شماره ردیف	قطعه نیمه ساخته
مقیاس 1:1	قطعه خم شده				

مراحل کار:

- ۱- قطعه کار را بریده، پلیسه گیری و سوراخ نمایید.
- ۲- وسایل خمکاری را روی پرس پیچی بسته و سنبه و ماتریس را نسبت به هم تنظیم و محکم کنید.
- ۳- پیچ پرس را بوسیله دسته تا آخرین مرحله بالا بیاورید.
- ۴- قطعه را در داخل پرس قرارداد و محکم نمایید.
- ۵- محور پرس را توسط دسته پرس بطرف پایین بچرخانید.
- ۶- دسته یا فلکه پرس را محکم بگردانید و قطعه را خم کنید.
- ۷- دسته یا فلکه را به عقب برگردانده و قطعه را بیرون آورید.

تذکرات:

گوشه های خم بایستی حتی الامکان عمود نسبت به جهت غلتک شدن ورق باشد. برای کنترل قطعه تمام شده می توان از یک شابلون استفاده نمود. جزو وسایل خمکاری یک ماتریس بعنوان قطعه زیرین و یک سنبه بعنوان قطعه روی می باشد.

حفاظت کار:

قبل از پایین آوردن سنبه هر دو دست خود را از زیر پرس بیرون آورید. برای جلوگیری از صدمه دیدن سر به چرخش دسته توجه داشته باشید.

اهداف آموزش

سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

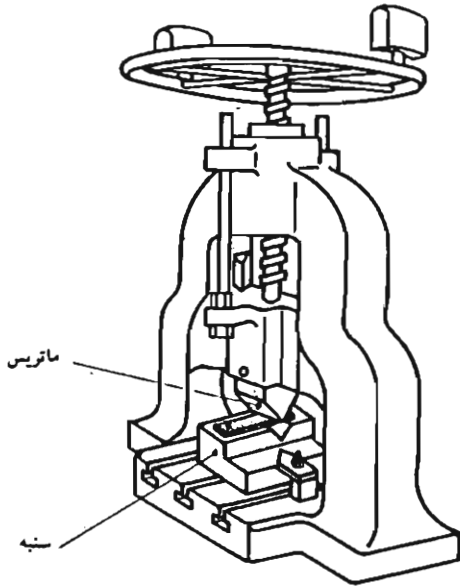
تمرین برای کار عملی:
خمکاری یک قطعه با ابزار خمکاری روی یک پرس پیچی

اهداف آموزش:
پس از انجام این تمرین بایستی بتوانید...

از نظر عملی:

- ۱- با یک پرس پیچی کار کنید.
- ۲- یک سنبه خم کن را روی پرس پیچی بسته و تنظیم نمایید.
- ۳- با استفاده از سنبه خم کن از کارهای اضافی جلوگیری کنید.
- ۴- قطعات یک خم کن پرس را نام ببرید.
- ۵- طرز کار یک تجهیزات خمکاری را توضیح دهید.
- ۶- دو نکته مهم حفاظتی را در پرس پیچی نام ببرید.

از نظر تئوری:

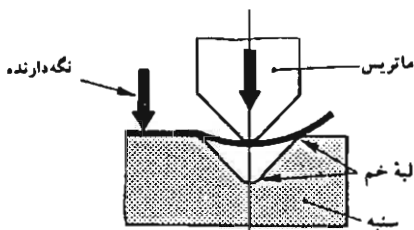


شکل ۱: پرس پیچی با سنه خم کن

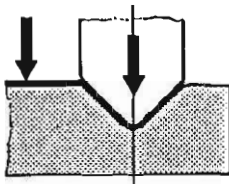
برای اینکه بتوانید این تمرین را انجام دهید به یک تجهیزات خمکاری نیاز دارید که روی یک پرس پیچی نصب گردد.

پرس پیچی:

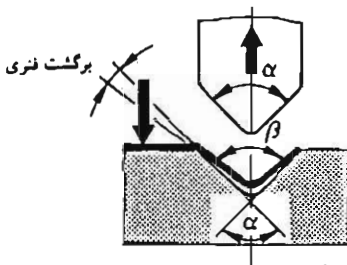
در خمکاری با پرس پیچی نیروی خم از طریق دست یا حرکت ماشینی چرخ فلکه توسط یک محور ایجاد می‌گردد. وسایل خمکاری از دو قسمت تشکیل شده است: قسمت پایینی که آن را ماتریس نیز می‌گویند و قسمت بالایی که سنه نامیده می‌شود. هر دو قسمت را روی هم قالب خمکاری گویند (شکل ۱). محور پرس در موقع پایین آمدن سنه را بطرف ماتریس فشار می‌دهد و همزمان قطعه ورقه را که داخل قالب قرار دارد، مطابق با فرم قالب خم می‌نماید (شکل ۲).



۲-۱ شروع خمیدگی



۲-۲ قطعه خم شده است



۲-۳ حالت برگشت قطعه

شکل ۲: مراحل کار

حالت فنریت:

پس از اتمام خمکاری بعد از برداشتن فشار سنه از روی قطعه کار، قطعه خم شده در اثر حالت فنریت کمی به عقب برمی‌گردد. بنابراین در موقع خمکاری قطعه برای اینکه به زاویه مورد نظر برسیم، قطعه بایستی کمی بیشتر خم گردد. به همین دلیل سنه و ماتریس دارای یک زاویه کوچکتر α از زاویه مورد نظر (θ) می‌باشند (شکل ۲ و ۳). حالت برگشت فنریت با توجه به نوع و ضخامت قطعه کار حدود $0/5$ تا 2 می‌باشد و در موادی که دارای مقاومت و زاویه خم زیاد می‌باشند، این مقدار حداکثر است.

تجهیزات خمکاری

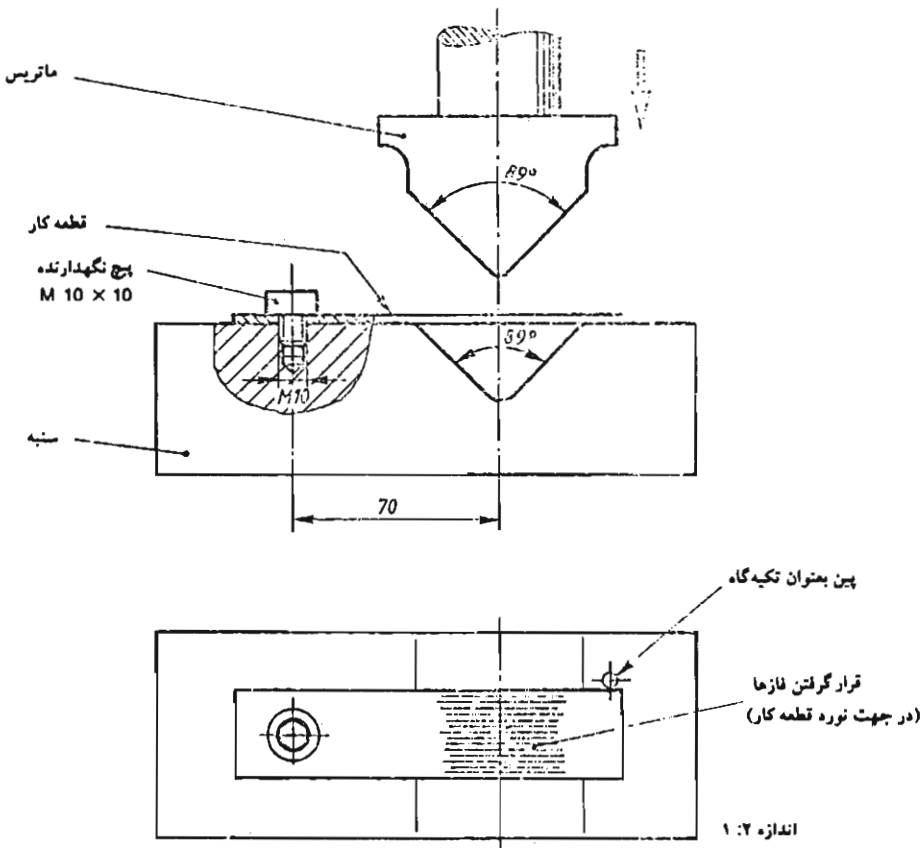
سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

جنس قطعه کار در گوشه های خم بیش از حالت ارتجاعی تحت فشار قرار می گیرد و بدین وسیله مقداری تغییر شکل پیدا می کند. برای اینکه قطعه کار در گوشه ها پاره نگردد نباید شعاع خم از حداقل تجاوز کند.

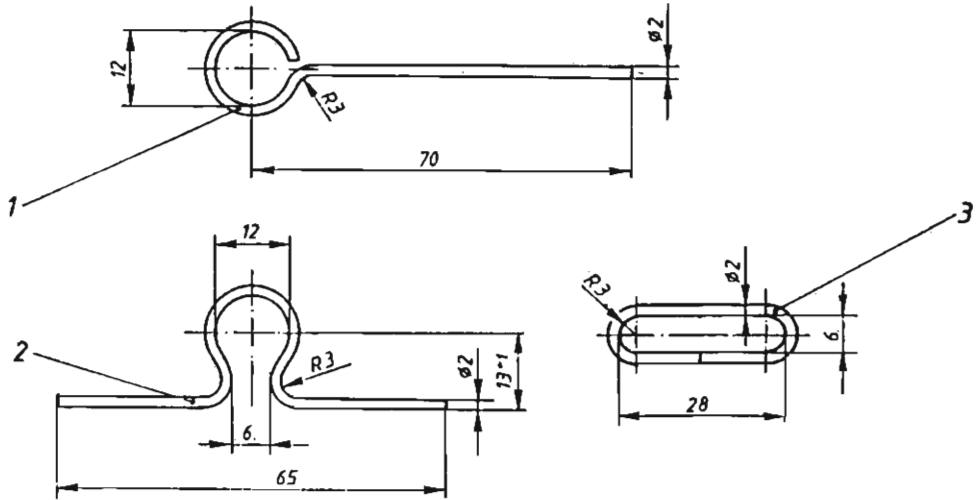
در شکل زیر نمونه یک تجهیزات خمکاری برای این تمرین نشان داده شده است.

تجهیزات خمکاری:

تجهیزات خمکاری قطعه خام را نگه می دارد و به همین منظور دارای محلی برای قرار گرفتن قطعه کار می باشد تا قطعه کار در روی سطح قالب محکم نگه داشته شود تا بتوان یک تغییر فرم صحیح را بدست آورد. یک تکیه گاه اضافی (مانند پین) باید وجود داشته باشد تا بتوان قطعه کار را با زاویه معین نسبت به قالب خمکاری قرارداد.



در موقع ساختن ورق گیر باید به حداکثر پهنای تسمه (DIN 1016) توجه داشت. قطعه کار توسط یک پیچ استوانه ای $M10 \times 10$ از طریق سوراخ قطعه کار به قطر $10/2$ در سوراخ فلوریز شده $M10$ به ماتریس پیچ می شود.



		سیم جوش به قطر 2	3	GIII	DIN 8554	دانه زنجر	10
یا مشابه		سیم جوش به قطر ۲	2	GIII	DIN 8554	حلقه	1
		سیم جوش به قطر 2	1	GIII	DIN 8554	اتهای قلاب	1
ملاحظات		قطعه نیمه ساخته	شماره ردیف	جنس مواد	شماره نقشه	نام	تعداد
مقیاس 1:1	زنجر						

مراحل کار:

- ۱- قطعه ۱ و ۲ را بوسیله انبردست دم گرد خم کنید.
- ۲- قطعه را به طول مورد نیاز توسط قیچی مفتول‌بر بریده و پلیسه‌گیری کنید.
- ۳- قطعه ۳ را دور یک میله خم کنید.
- ۴- قطعه ۳ را توسط یک قیچی مفتول‌بر ببرید.
- ۵- قطعه ۳ را توسط یک انبر دست تخت صاف کنید.
- ۴- قطعات را برای ساختن زنجر به هم مونتاژ کنید.

تذکرات:

حفاظت کار:

- ابزار کار:
- ۱- سوهان تخت
 - ۲- انبر دم گرد
 - ۳- انبر لب تخت
 - ۴- قیچی مفتول‌بر
 - ۵- آهن برای پیکانیدن مفتول
 - ۶- وسایل اندازه‌گیری
- با انبر دم‌گرد مفتولهایی را تا قطر 3mm می‌توان خمکاری نمود. انبر را همیشه با زاویه عمود نگه دارید. مفتول را نباید با یک قیچی ورق‌بر برید، زیرا تیغه قیچی خراب می‌شود.
- در موقع بریدن توسط قیچی مفتول‌بر آن را طوری نگه دارید که در اثر بریدن مفتول به کسی صدمه وارد نشود. سر مفتولهای بریده شده بابتی فوراً پلیسه‌گیری شود.

تمرین برای کار عملی:

خم کردن یک مفتول نازک توسط انبردست و قطعه

آهن فنی‌چی

اهداف آموزش:

پس از انجام این تمرین باید بتوانید...

از نظر عملی:

۱- مفتول را بطور صحیح آماده کرده و برش دهید.

۲- توسط انبر دم‌گرد قوسهای بزرگ و کوچک را خم نمایید.

۳- با استفاده از یک ابزار ساده خمهای متعدد را انجام دهید.

از نظر تئوری:

۱- محاسن خمکاری توسط انبردست در مقابل خمکاری

توسط دست را توضیح دهید.

۲- قطر مفتولهایی را که بتوان توسط انبردست خم نمود ذکر

کنید.

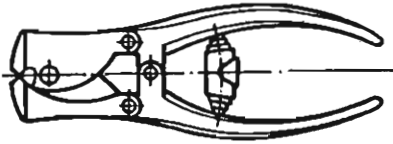
۳- توضیح دهید که چرا نباید مفتول را با قیچی ورق‌بر برید.

۴- ابزاری را برای بریدن مفتول نام ببرید.

۵- توضیح دهید به چه منظور در هنگام کار با مفتول باید نکات

ایمنی رعایت شود.

۶- دو دلیل برای ایجاد یک خم خوب نام ببرید.

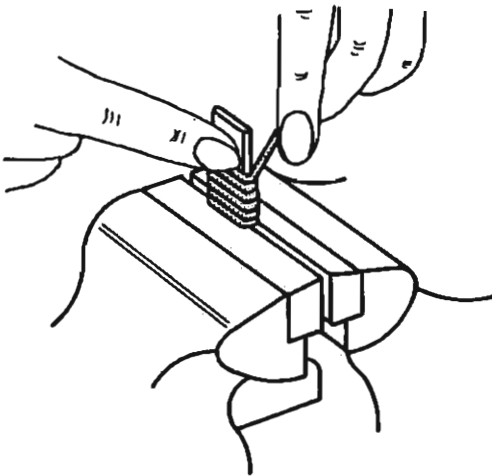


شکل ۱: قیچی مفتول بُر

در این تمرین از انبردست بعنوان ابزار کمکی برای خمکاری استفاده می‌کنید. انبردستها یک اهرم دو بازویی می‌باشند. نسبت اهرمها باعث می‌شود تا نیروی زیادی برای نگه داشتن یا فرم دادن قطعه کار بدست آید.

قیچی مفتول بُر:

قیچی مفتول بُر انبر دستی است با نسبت اهرم زیاد (شکل ۱). هر دو دسته توسط یک فنر پیچی دوپل در حالت بازنگه داشته شده‌اند. قیچی مفتول بُر برای بریدن مفتول می‌باشد. مفتول را نباید توسط قیچی ورق بُر برید زیرا که در اثر ایجاد فرورفتگی روی لبه‌های تیغه آن را غیر قابل استفاده می‌سازد.



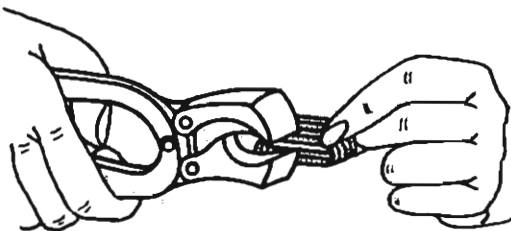
شکل ۲: خمکاری با قطعه آهن کمکی

برای اینکه بتوان قطعات مشابه زیادی را ساخت، از وسایل کمکی استفاده می‌گردد. قطعه شماره ۳ این تمرین را بدور یک قطعه آهن بیجانید. فرم قطعه آهن مطابق با فرم داخلی دانه‌های زنجیر می‌باشد.

خمکاری توسط قطعه آهن کمکی:

قطعه آهن کمکی را در داخل گیره ببندید. خمکاری مفتول توسط دست انجام می‌گیرد (شکل ۲). پس از هر دور پیچیدن مفتول آن را با چکش صاف می‌کنیم. در محل خم مفتول در روی قطعه آهن کمکی فشرده می‌شود تا حالت برآمدگی بوجود نیاید.

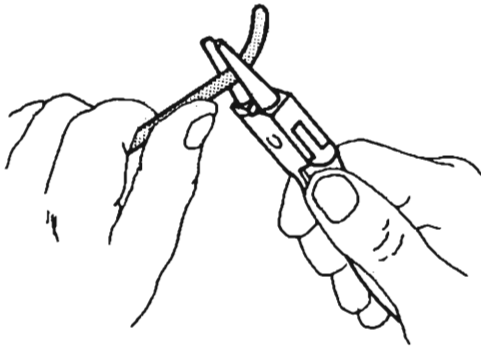
پس از پیچاندن دانه‌های زنجیر آن را از روی آهن بیرون کشیده و توسط قیچی مفتول بُر دانه‌ها را جدا کنید.



شکل ۳: برشکاری توسط قیچی مفتول بُر

خمکاری توسط انبر دم‌گرد

سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

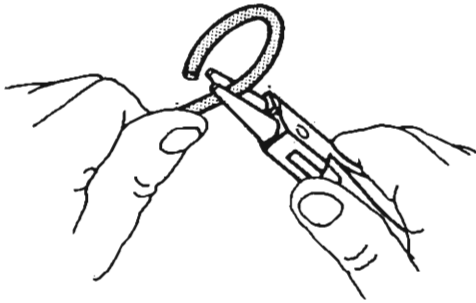


شکل ۱: ایجاد قوس بزرگ با جابه‌جا کردن انبر

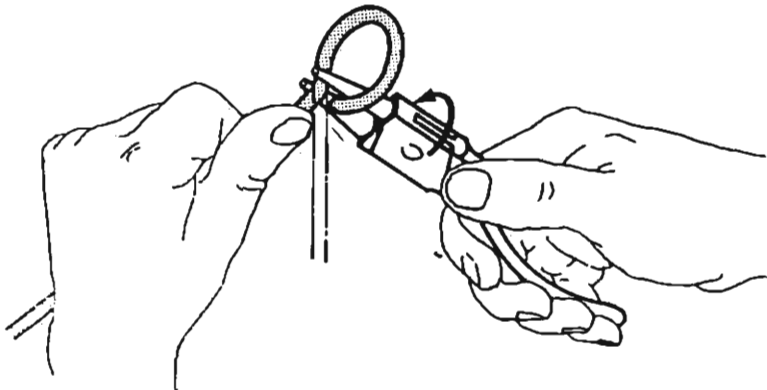
بوسیله انبردست دم‌گرد و دم‌تخت می‌توانید خم با قوس‌های مختلف را انجام دهید. از نتیجه کار متوجه خواهید شد که قراردادن مفتول بین انبردست و فشار متقابل انگشتان مهم می‌باشد. با توجه به سختی مواد قطعه کار می‌توان مفتول را تا قطر 3mm توسط انبردست با دست خم نمود.

خمکاری توسط انبر دم‌گرد:

در موقع خمکاری قوسهای بزرگ انبردست را کم‌کم روی مفتول جا به‌جا کرده و با تغییر فرم، خم ایجاد می‌گردد (شکل ۱). از انگشت شصت برای فشار متقابل استفاده می‌گردد و برای ایجاد قوسهای کوچک می‌توان با یک خم به دور نوک انبر قوس لازم را ایجاد نمود.



شکل ۲: ایجاد قوس کوچک در یک مرحله

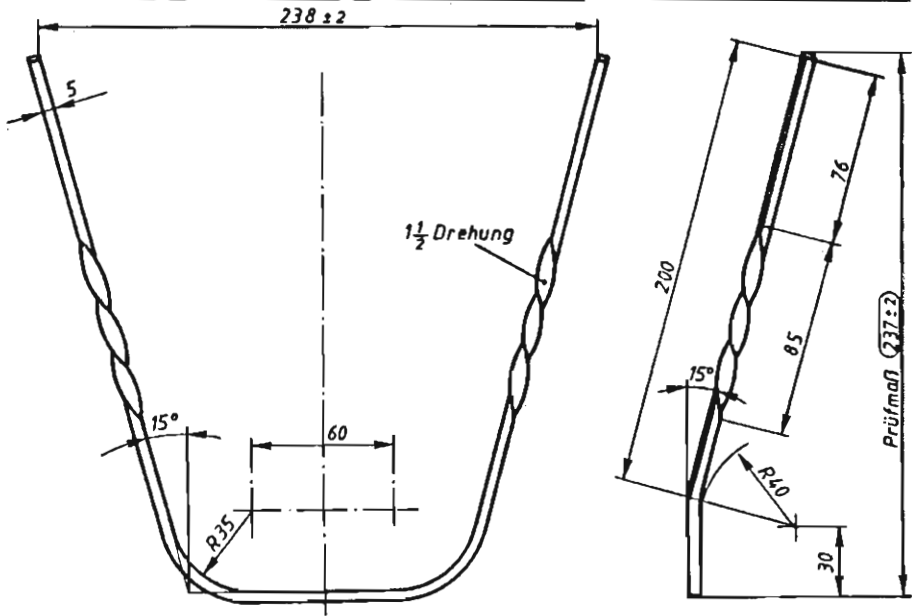


شکل ۳: عمود قراردادن انبردست

برای اینکه تغییر فرمی در سطح خم ایجاد نشود، همیشه باید انبر را عمود نسبت به طول مفتول نگه داشت (شکل ۳).

خم کردن و تابانیدن مفتول چهارگوش برگ تمرین ۶

تمرین ۶



	4K15	USI 37- 1K	DIN 178	فولاد چهارگوش براق	1
ملاحظات	قطعه نیمه ساخته	شماره ردیف	جنس مواد	شماره نقشه	نام تعداد
مقیاس 1:1	فولاد تابانده شده چهارگوش				

ابزارکار:

- ۱- وسایل اندازه گیری - خط کشی و زاویه سنج
- ۲- وسایل خم کاری
- ۳- سوهان تخت -اره کمانی
- ۴- لوله با قطر داخلی (حدود 7/5 و طول 85)
- ۵- دسته فلاویز گردان - گونیای تخت
- ۶- مفتول به قطر 80 و طول 150
- ۷- تسمه به ضخامت ۱۰

تذکرات:

با اضافه نمودن مقداری به طول مستقیم قطعه در موقع برش این امکان را خواهید داشت که پس از پایان عملیات خمکاری قطعه را طبق اندازه درآورید.

مراحل کار:

- ۱- قطعه کار را طبق اندازه بریده و پلیسه گیری نمایید.
- ۲- قوس R 35 را ایجاد کنید.
- ۳- بوسیله دسته فلاویز گردان و لوله محافظ قسمت کج را تابانید.
- ۴- قطعه را باز کرده و برگردانید.
- ۵- قسمت کج دوم را تابانید.
- ۶- قوس R 40 را خم کنید.
- ۷- قطعه کار را کنترل کرده و اندازه کنید.

حفاظت کار:

در موقع کار با قطعات بلند مراقب باشید. وسایل و قطعه کار بایستی بطور مطمئن در داخل گیره بسته شوند.

اهداف آموزش

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

تمرین برای کار عملی:

خم کردن و تابانیدن میله در حالت سرد

اهداف آموزش:

پس از انجام این تمرین باید بتوانید...

از نظر عملی:

۱- یک مفتول چهارگوش را با کمک ابزار چند مرتبه خم

۱- روش تابانیدن را توضیح دهید.

نمایند.

۲- ابزار کمکی برای تابانیدن را نام ببرید.

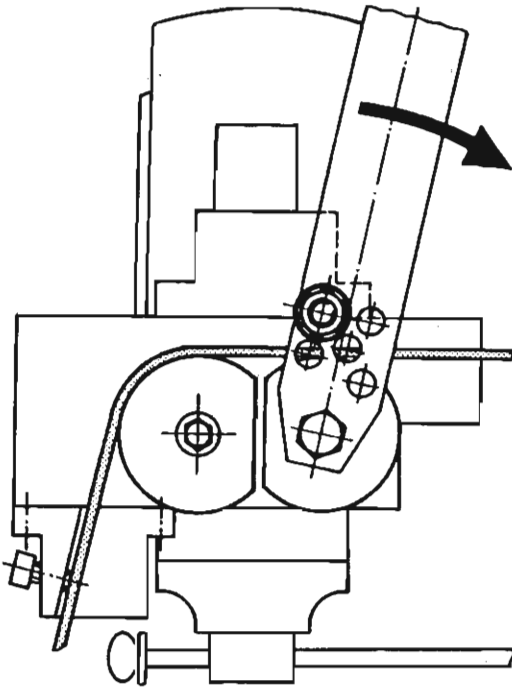
۲- یک مفتول چهارگوش را با کمک ابزار و دست بتابانید.

۳- یک خم ساده را نام ببرید.

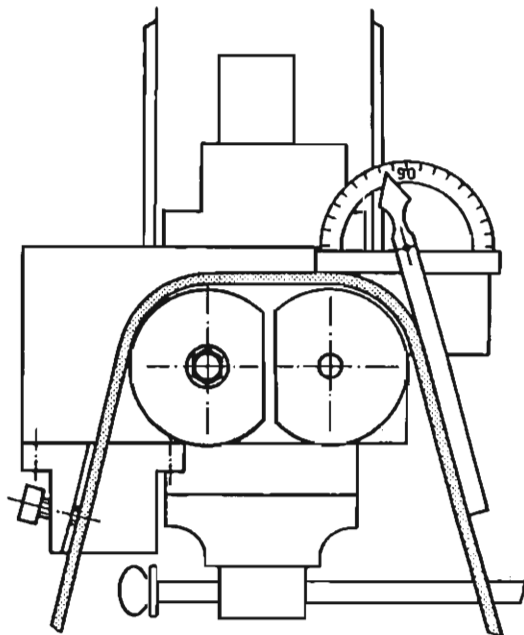
برای خم کردن مفتولها از تجهیزات مکانیکی استفاده می‌گردد. قطعه کار را بسته و با یک وسیله خم‌کن مثل یک اهرم با دو قرقره تحت زاویه دلخواه خم می‌نمائیم.

خم کردن توسط دستگاه خم‌کن:

در این تمرین دو زاویه 15° با شعاع خم 35mm خم کنید. برای این کار می‌توانید از ابزاری که در داخل یک گیره بسته شود، استفاده نمایید. در روی ابزار نشان داده شده در شکل دو صفحه به قطر 70mm و با فاصله 60mm سوار می‌گردد. شعاع قرقره‌ها مطابق با شعاع خم می‌باشد. قطعه کار در یک شیار راهنما توسط یک پیچ محکم می‌گردد (شکل ۱).



شکل ۱: خم کردن قوس R35



شکل ۲: کنترل زاویه قطعه خم شده

ابتدا قطعه کار را با کمک یک اهرم به دور قرقره اول و سپس به دور قرقره دوم خم کنید. زاویه خم شده را توسط یک زاویه سنج اندازه بگیرید (شکل ۲).

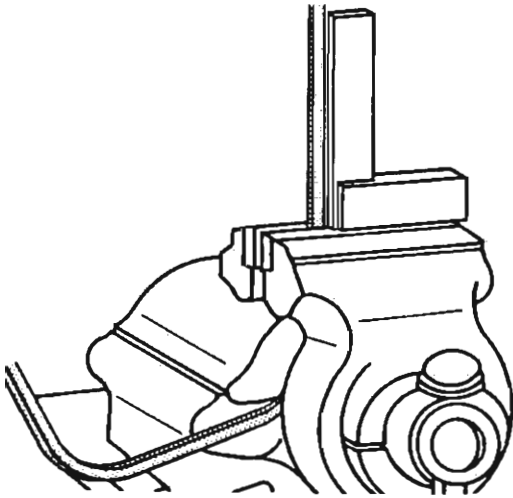
تابانیدن قطعه کار

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

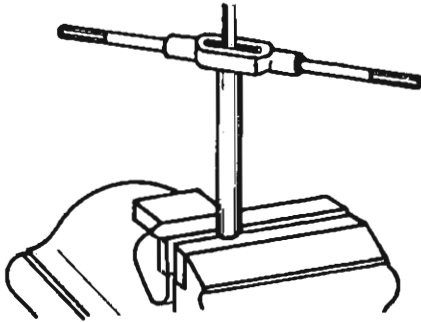
تابانیدن قطعه در جهت محور طولی قطعه انجام می‌گیرد. در اثر بوجود آمدن تنش، تغییرات کمی در طول قطعه داده می‌شود.

تابانیدن قطعه:

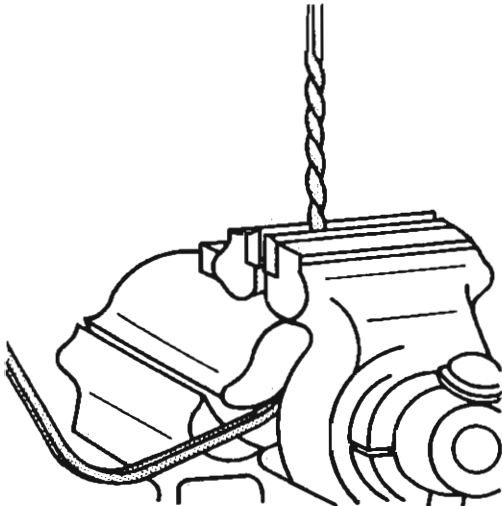
برای تابانیدن قطعه را داخل گیره بسته و توسط یک گونیا آن را تنظیم کنید (شکل ۱). با قراردادن یک لوله محافظ روی قطعه عمل تابانیدن ساده‌تر می‌شود. قطر داخلی لوله حداقل 7/1 میلیمتر می‌باشد. طول لوله به اندازه 85 میلیمتر مطابق با طول قطعه‌ای است که باید تابانیده شود. لوله از خم شدن کماتی شکل قطعه جلوگیری کرده و پیچش یکنواختی را بوجود می‌آورد. سر آزاد قطعه کار توسط یک ابزار مناسب مثلاً یک قلاویز گردان پیچانده می‌شود. توجه داشته باشید که قلاویز گردان بالای سر لوله محافظ قرار گیرد.



شکل ۱: بستن قطعه برای تابانیدن



شکل ۲: تابانیدن اولین قسمت



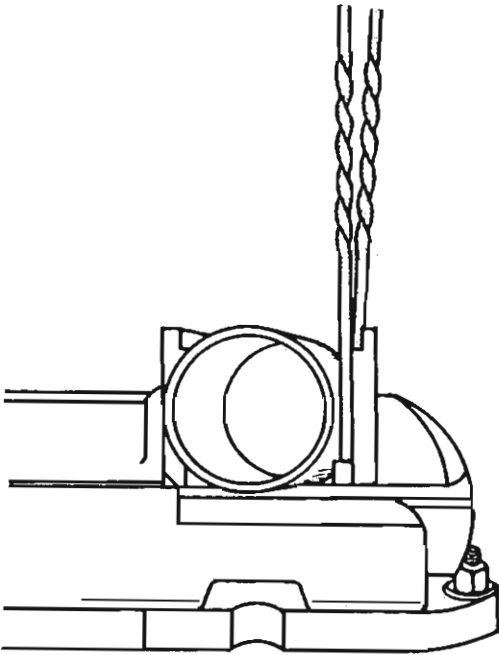
شکل ۳: به پایان رسانیدن تاب قطعه

پس از یک دور و نیم چرخاندن دسته قلاویز اولین قسمت تابانیده می‌شود. تغییر فرمی بوجود نمی‌آید (شکل ۳). دومین قسمت تاب پس از برگرداندن قطعه بطوریکه توضیح داده شد، انجام می‌گیرد.

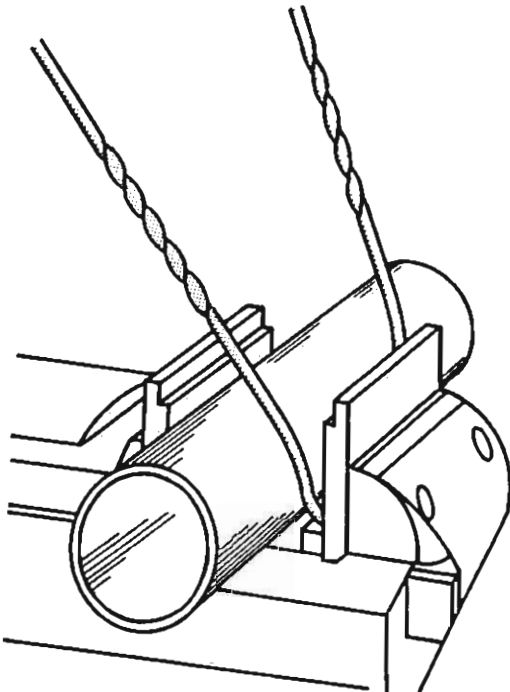
پس از تابانیدن برای اتمام کار قطعه کار را خم می‌کنیم.

تمام کردن قطعه کار:

همچنین خمکاری برای ایجاد قوس با شعاع 40mm روی گیره انجام می‌گیرد. قطعه کار را قبل از خمکاری صاف نمایید. بعنوان قطعه کمکی می‌توانید از یک لوله یا میله گرد بمنوان فرم خم استفاده نمایید. قطعه کمکی مطابق با قوس خم می‌باشد (شکل ۱).

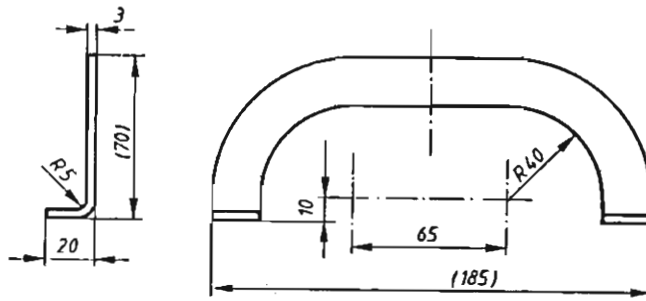


شکل ۱: بستن قطعه برای خمکاری



تسمه‌ای با ضخامت 10mm که زیر قطعه کار قرار دارد، اختلاف بین اندازه نقشه 30mm و شعاع لوله 40mm را از بین می‌برد. پس از پایان عملیات خمکاری (شکل ۲) قطعه کار را اندازه‌گیری کرده و دو سر میله تابانیده شده را طبق اندازه کوتاه نمایید.

شکل ۲: خمکاری قوس R 40



طول مستقیم = 270

خم شد با وسایل خم کاری

خم کاری در حالت گرم R40

سرد - خم کاری در حالت سرد RS

تعداد	1	فولاد تخت براق	DIN 174	USI 37- 1K	شماره جنس مواد	شماره ردیف	قطعه نیمه ساخته	FL 20×3	ملاحظات
دستگیره یا پایه									
مقیاس									
1:1									

مراحل کار:

- ۱- قطعه کار را طبق اندازه برش دهید.
- ۲- قطعه کار را در داخل قالب محکم کنید.
- ۳- اولین قسمت محل خم را گرم نموده و با قوس R 40 خم کنید.
- ۴- قسمت دوم را گرم نموده و با قوس R 40 خم کنید.
- ۵- قطعه کار را صاف کنید.
- ۶- انتها را با $R = 5$ بطریقه سرد خم کنید.
- ۷- هر دو طرف را طبق اندازه اژه کنید.
- ۸- قطعه را پلیسه گیری کرده و صاف کنید.

حفاظت کار:

به مقررات حفاظت ایمنی در موقع کار با دستگاه جوش توجه داشته باشید. در موقع روشن کردن مشعل، شعله باید از بدن دور باشد.

تذکرات:

محل خم را با شعله خنثی گرم کنید. قسمت بیرونی (قسمت تحت کشش) بیشتر از قسمت داخلی (قسمت تحت فشار) گرم شود.

بهتر است که قطعه کار را پس از خمکاری کلیه قوسها اندازه گیری کنید.

اهداف آموزش

سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

تمرین برای کار عملی:

تسمه را در حالت تخت و پهلو خم کنید.

اهداف آموزش:

پس از انجام این تمرین باید بتوانید...

از نظر عملی:

۱- تسمه را با گرم کردن از طرف عرض سطح مقطع خم نمایید.

۲- تسمه را بدون گرم کردن خم نمایید. (از طرف طول سطح

مقطع)

۳- برای خمکاری از وسایل قطعات کمکی استفاده کنید.

از نظر تئوری:

۱- علت گرم کردن تسمه در موقع خم کردن از طرف عرض سطح مقطع را بیان کنید.

۲- تفسیراتی که در مواد در قسمت خارجی خم بوجود می آید را شرح دهید.

۳- توضیح دهید چرا و چگونه از بوجود آمدن برآمدگی روی قطعه در موقع خمکاری جلوگیری بعمل می آید.

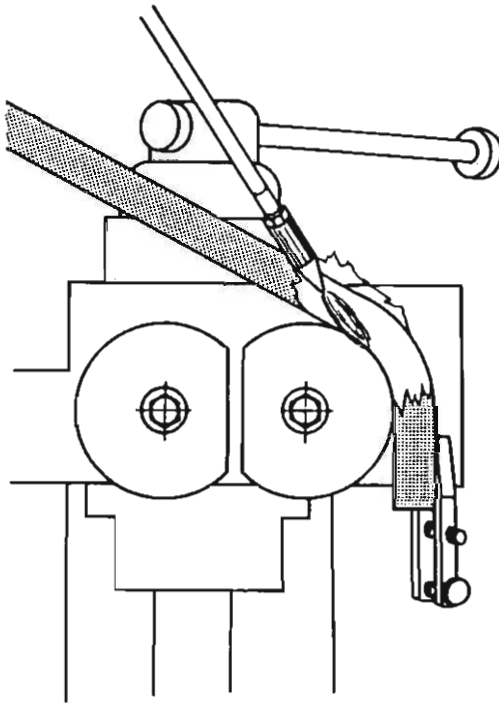
۴- توضیح دهید که چرا خم کردن تسمه از طرف عرض سطح مقطع مشکلتر از طرف طول سطح مقطع می باشد.

۵- یک ابزار کمکی را برای خم کردن تسمه نام ببرید.

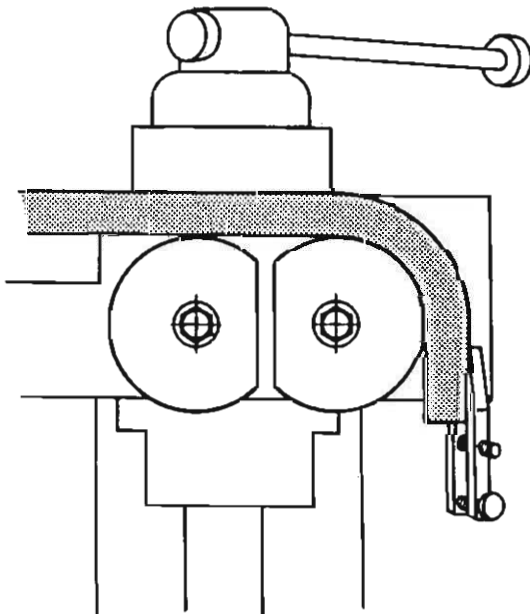
برای اینکه پس از خم کردن دو طرف خم مساوی باشند، بایستی در موقع برش به اندازه کافی قطعه بزرگتر بریده شود.

خمکاری از طرف عرض سطح مقطع:

برای خمکاری قوس $R=40$ به یک قالب نیاز می‌باشد. بنابراین قطعه گرم شده را توسط دست به دور یک فرقره مناسب خم می‌کنیم. بعنوان تکیه‌گاه یا ضامن از یک گیره موازی استفاده کنید (شکل ۱). به یک طول کافی برای قسمت آژند انتهایی توجه داشته باشید. با مشعل جوش محل خم را تا حد قرمز یا قرمز روشن گرم می‌کنیم. برای اینکه یک قوس یکنواخت بدست آید، قسمت خارجی خم را بیشتر از قسمت داخلی گرم نمایید.



شکل ۱: گرم کردن محل خم

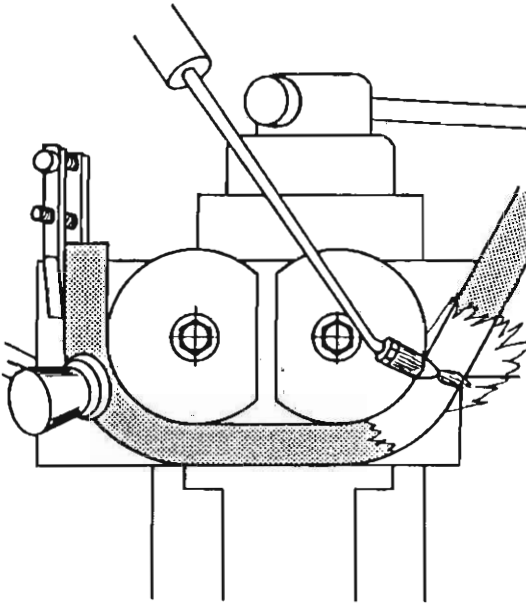


شکل ۲: خم کردن اولین قوس

در هنگام گرم کردن قطعه کار را آهسته به دور فرقره خم نموده تا زاویه 90° بدست آید. برای اینکه بتوانید قطعه کار را بهتر نگهدارید از یک قطعه اضافی یا انبر استفاده نمایید. لازم است در هنگام خمکاری قطعه کار را یک یا دو مرتبه صاف و تابگیری نمایید.

خم کردن تسمه از طرف طول سطح مقطع (تخت)

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

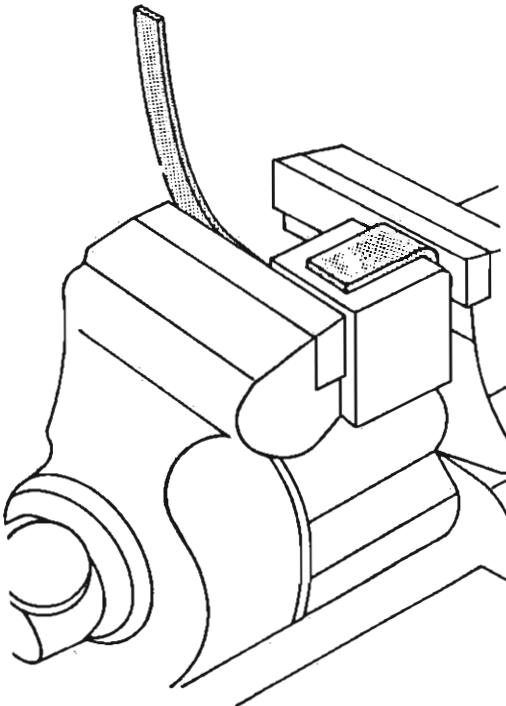


شکل ۱: خم کردن قوس دوم

مشابه قوس اول قوس دوم نیز بطریقه گرم خم می‌گردد (شکل ۱). در اینجا نیز برای خم کردن از یک قطعه کمکی برای اضافه کردن طول اهرم استفاده نمایید.

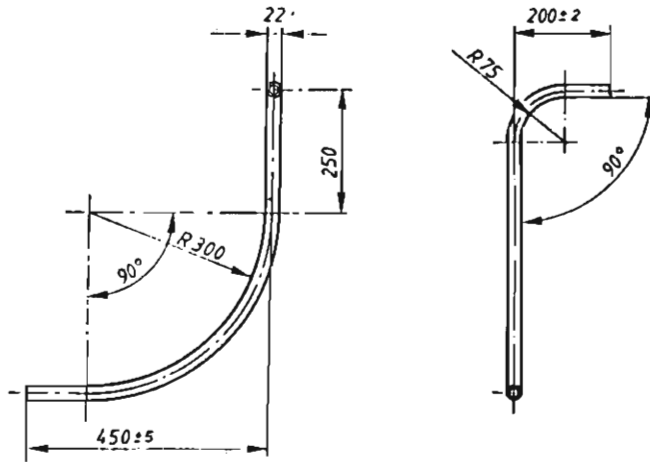
خمکاری تخت:

پس از سرد شدن قطعه کار به اندازه کافی، قوس $R=5$ خم می‌گردد. برای این کار به یک قطعه کمکی نیاز می‌باشد که یک گوشه آن دارای قوسی مطابق با شعاع خم باشد.



شکل ۲: خم کردن تسمه در حالت تخت

طبق نقشه اندازه 67 میلی‌متر (3^{mm} -70mm) را خط کشی کنید. در موقع بستن قطعه کار توجه داشته باشید که خط روی تسمه با سطح بالایی قطعه کمکی باهم مطابقت داشته باشد. با چکش به محل مورد نظر انتهای قطعه کار ضربه بزنید تا تسمه به روی تکیه‌گاه (سطح قطعه کمکی) خم شود (شکل ۲). در خاتمه هر دو انتهای قطعه کار را بریده و تا اندازه 20 سرهانکاری و پلیسه‌گیری نمایید.



	22x1/5x1040		SI 35- 1K	DIN 2394	لوله فولادی بدون درز	1
ملاحظات	قطعه نیمه ساخته	شماره ردیف	جنس مواد	شماره نقشه	نام	تعداد
مقیاس 1:1	لوله قوسی شکل					

مراحل کار:

- ۱- لوله را طبق اندازه بریده و پلیسه گیری نمایید.
- ۲- لوله را از ماسه پرکرده، فشرده کنید و با قطعه چوبی دو سر آن را ببندید.
- ۳- طول خم را توسط گیج رنگی روغنی مشخص نمایید.
- ۴- قوسهای بزرگ را بدون گرم کردن روی دستگاه خم کن و یا با استفاده از یک اهرم روی گیره خم نمایید.
- ۵- محل خم را برای قوسهای کوچک بطور یکنواخت گرم نموده و لوله را خم نمایید.
- ۶- ماسه را از داخل لوله خالی کنید.
- ۷- محل خم را بوسیله برس سیمی تمیز کنید.

تذکرات:

در اثر ضربه زدن به لوله از پایین و پهلو، ماسه داخل لوله آنچنان فشرده می شود که از تغییر شکل لوله (پهن شدن) در هنگام خمکاری جلوگیری بعمل می آید. لوله توسط درپوشها محکم مسدود گردد.

حفاظت کار:

برای پرکردن لوله باید از ماسه بادی کاملاً خشک استفاده نمود تا در موقع گرم کردن در اثر ایجاد بخار در داخل لوله از خطرات جلوگیری شود.

تمرین کار عملی:

خم کردن یک لوله فولادی توسط:

a) خمکاری سرد یک قوس بزرگ بوسیله دست یا توسط یک

خم‌کن

b) خمکاری گرم قوسهای کوچک

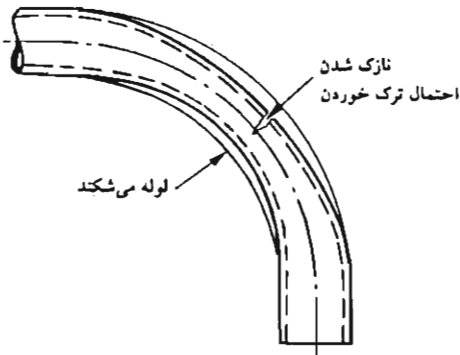
اهداف آموزش:

پس از انجام این تمرین باید بتوانید...

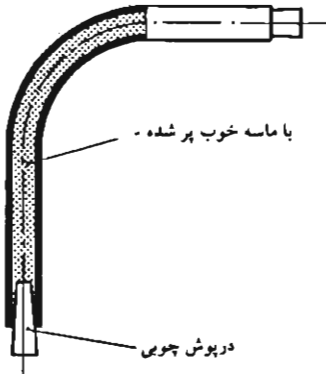
از نظر عملی:

از نظر تئوری:

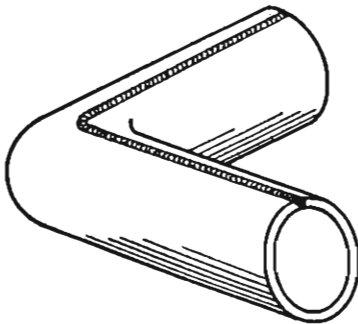
- ۱- لوله‌ای را برای خم کردن بطور صحیح از ماسه پر کنید.
- ۲- در صورت موجود بودن از یک خم‌کن برای خمکاری استفاده نمایید.
- ۳- از یک مشعل جوشکاری برای گرم کردن محل خم استفاده نمایید.
- ۴- یک قوس کوچک را توسط گرم کردن ایجاد نمایید.
- ۱- روش خمکاری گرم و سرد را باهم مقایسه کنید.
- ۲- مواد مناسب پرکردن لوله را نام ببرید.
- ۳- در مورد خمکاری گرم لوله‌ها توضیح دهید.
- ۴- دو مورد را نام ببرید که در موقع خمکاری از کمانی شدن لوله جلوگیری بعمل آید.
- ۵- وضعیت قرار گرفتن درز جوش لوله را در موقع خمکاری مشخص نمایید.
- ۶- خصوصیات ماسه برای پرکردن لوله در موقع خمکاری گرم توضیح دهید.
- ۷- دلایلی برای لازم بودن خمکاری لوله بطریقه گرم بیاورید.



شکل ۱: تغییر شکل لوله در موقع خمکاری



شکل ۲: لوله پر شده از ماسه



شکل ۳: وضعیت درزجوش لوله در خمکاری

لوله‌ها دارای خواصی می‌باشند که در موقع خمکاری در محل خم دو پهن می‌گردند، بطوریکه قسمت بیرونی لوله در محل خم بطرف داخل و قسمت داخلی خم لوله بطرف خارج کشیده می‌شود (شکل ۱).

خمکاری لوله:

از تغییر فرمی که در سطح مقطع لوله در موقع خمکاری بوجود می‌آید می‌توان به طرقی جلوگیری کرد. عمل پرکردن لوله از ماسه در کارگاهها متداول گردیده است و برای این کار از ماسه نرم خشک استفاده می‌شود. با ضربه زدن به لوله از پایین به بالا، ماسه داخل لوله طوری فشرده می‌گردد که در برابر تغییر فرم سطح مقطع لوله در موقع خمکاری از خود مقاومت نشان می‌دهد (شکل ۲).

درپوش چوبی که برای بستن سرلوله‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد از یک قطعه چوب استوانه‌ای شکل بریده شده و نوک آن توسط چاقو تراشیده می‌شود.

همچنین در لوله‌هایی که از ماسه پر شده، باید حداقل شعاع خمی در نظر گرفته شود.

حداقل شعاع خم برابر است با:

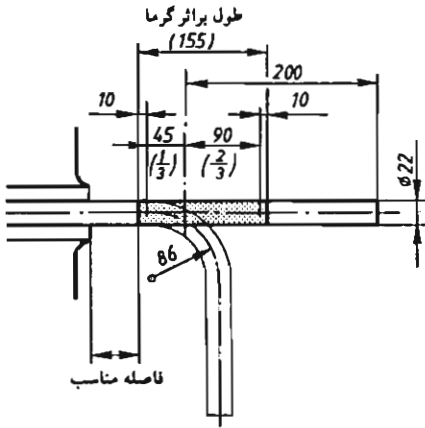
در خمکاری سرد $R = 10 \times$ قطر خارجی لوله

در خمکاری گرم $R = 4 \times$ قطر خارجی لوله

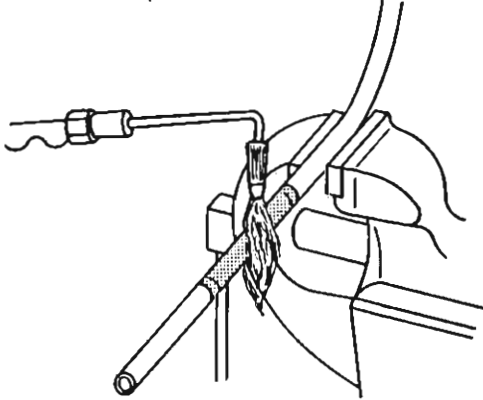
در خمکاری لوله نیز در قسمت خنثی جنس قطعه کار نه کشیده و نه فشرده می‌شود. به همین منظور توجه داشته باشید که در موقع خمکاری درزجوش لوله در قسمت خنثی قرارگیرد (شکل ۳).

خم کردن قطعه کار

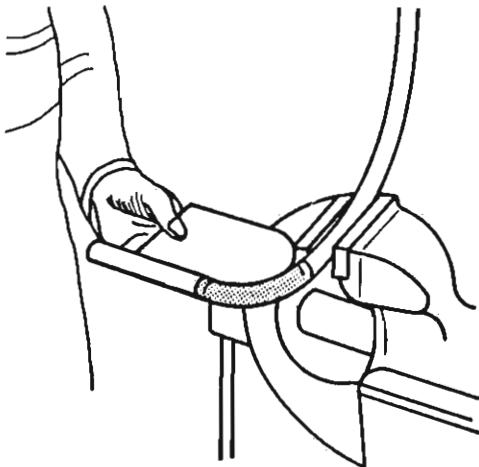
سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور



شکل ۱: علامتگذاری طول قسمتی که باید گرم شود



شکل ۲: گرم کردن محل خم



شکل ۳: کنترل قوس

پس از پرکردن لوله از ماسه می‌توانید عمل خمکاری را شروع کنید. طول خم را محاسبه نموده و اندازه آن را توسط گیج رنگی روغنی روی لوله مشخص نمایید.

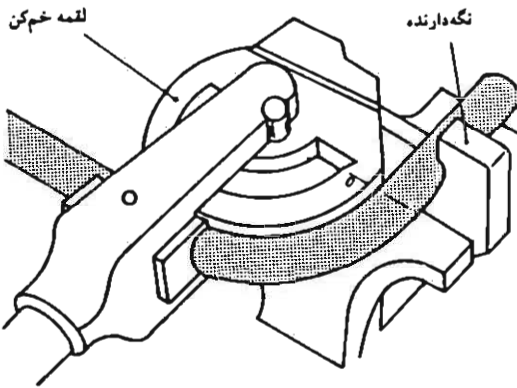
خم کردن قطعه کار:

قوسهای بزرگ بایستی بطریق سرد خمکاری شود. برای بزرگ کردن طول اهرم در موقع خمکاری می‌توان از یک قطعه کمکی استفاده نمود. شعاع خم مورد نظر بوسیله یک خمکاری سریع و یکنواخت بدست می‌آید. قوسهای کوچک را می‌توان توسط گرم کردن محل خم، خم نمود. در اثر گرم کردن قابلیت خمکاری قطعه بالا رفته و نیروی لازم برای خمکاری را کم می‌کند. محاسبه طول قسمتی که باید گرم شود برای زاویه 90° به شرح زیر می‌باشد:

$$\pi \times \frac{D}{4} \times \pi \times \frac{R}{2} = \pi \times \frac{(75+11)}{2} = 135 \text{ mm}$$

این اندازه 200 و 1/3 بعد از اندازه 200 علامتگذاری کنید (شکل ۱). محل خم را نباید زیاد نزدیک گیره بست تا وضعیت خوبی از قسمت خم شده به قسمت راست لوله برای کنترل داشته باشیم. به همین خاطر به طول محاسبه شده برای گرم کردن از هر طرف حدود 10mm اضافه می‌گردد. برای جلوگیری از سوختگی از دستکشهایی از جنس آزیست استفاده نمایید.

محل خمکاری را با مشعل جوشکاری تا حد قرمز روشن گرم نمایید (شکل ۲). مشعل جوشکاری را از گیره دور نگه داشته و شعاع داخلی لوله را بیشتر گرم نمایید تا بدین وسیله فشرده شدن لوله ساده‌تر انجام گیرد. شعاع خم شیده را توسط یک شابلون قوس کنترل نمایید (شکل ۳) و در صورت لزوم دوباره قطعه را گرم کرده و بیشتر خم کنید.

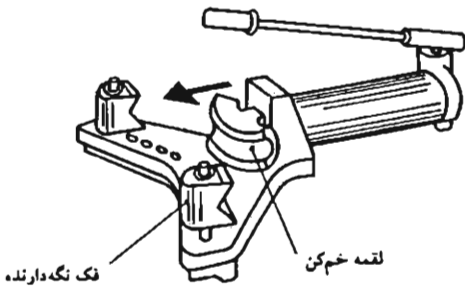


شکل ۱: دستگاه خم‌کن

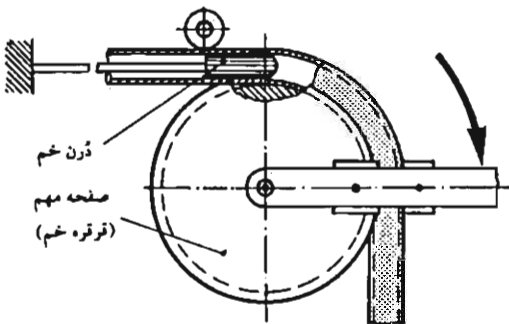
برای اینکه بتوان قوسهای کوچک و یا لوله‌هایی با سطح مقطع بزرگ را بطور سرد خم نمود، برای این کار خم‌کن‌های زیادی موجود می‌باشد.

دستگاه خم‌کن لوله:

بطور کلی همیشه یک لقمه خم‌کن لازم می‌باشد تا بتوان لوله را روی آن خم نمود. یک نگهدارنده، لوله را محکم نگه می‌دارد. نگهدارنده و لقمه خم‌کن بایستی با قطر لوله متناسب باشد (شکل ۱). دستگاه‌های خم‌کن متداول خمکاری لوله‌ها را بطریقه مکانیکی با یک هرزگرد و یا بصورت هیدرولیکی انجام می‌دهند (شکل ۲). فک‌های نگهدارنده تکیه‌گاهی برای لوله‌ها می‌باشند و آنها را محکم نگه می‌دارند.

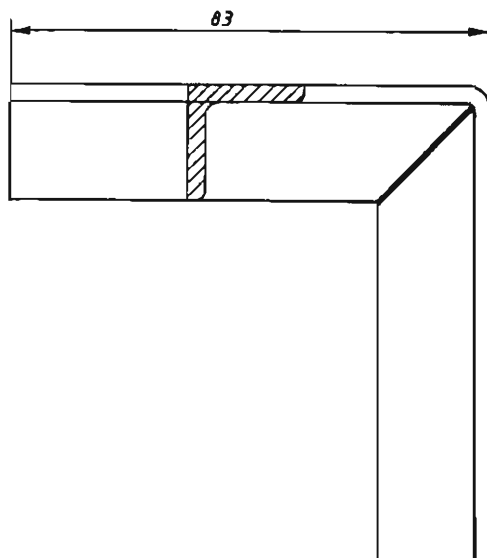


شکل ۲: خم‌کن هیدرولیکی



شکل ۳: خم‌کردن توسط قرقره خم و دُرَن

در خم‌کن‌هایی که دارای دُرَن خم می‌باشند، دُرَن در داخل لوله قرار می‌گیرد (شکل ۳). عمل خمکاری بطریقه سرد انجام می‌شود. لوله در ابتدای محل خم به قرقره متصل می‌شود و با چرخاندن اهرم لوله بدور قرقره خم می‌گردد.



	20x3x160		St 37- 1K	DIN 1028	آهن نبشی	1
ملاحظات	قطعه نیمه ساخته	شماره ردیف	جنس مواد	شماره نقشه	نام	تعداد
مقیاس 1:1	پروفیل گونیا شکل 90°					

مراحل کار:

- ۱- نبشی را ببرید.
- ۲- محل برش را پلیسه گیری کنید.
- ۳- محل خم و برش را علامتگذاری کنید.
- ۴- قطعه کار را بسته و محل خم را اره کنید.
- ۵- محل برش را پلیسه گیری کنید.
- ۶- قطعه کار را درگیره بسته و خم کنید.
- ۷- قطعه کار را کنترل کرده و تنظیم کنید.

ابزار کار:

- ۱- وسایل کنترل و اندازه گیری
- ۲- وسایل خطکشی در صورت لزوم زاویه سنج 135°
- ۳- اره کمائی
- ۴- سوهان تخت
- ۵- چکش فلزکاری

حفاظت کار:

- قطعه کار را در داخل گیره بطور مطمئن ببندید.
- تذکرات:
- در موقع درآوردن زبانه طرفی از نبشی که باید خم شود، نایستی بریده شود.

تمرین برای کار عملی:

خمکاری یک نبشی بطریقه سرد

اهداف آموزش:

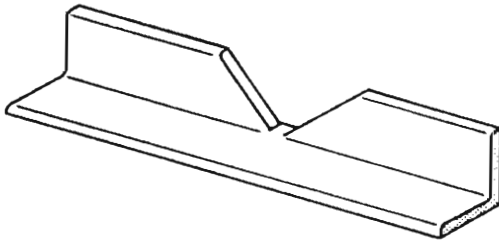
پس از انجام این تمرین باید بتوانید...

از نظر عملی:

- ۱- یک قطعه آهن نبشی را بطور صحیح خط‌کشی نموده، اره کاری و پلیسه‌گیری کنید.
- ۲- یک آهن نبشی را با زاویه 90° خم نمایید.

از نظر تئوری:

- ۱- تنشهایی که در اثر خم کردن یک قطعه نبشی بوجود می‌آید را توضیح دهید.
- ۲- موارد جلوگیری از تنشهای ایجاد شده را نام ببرید.

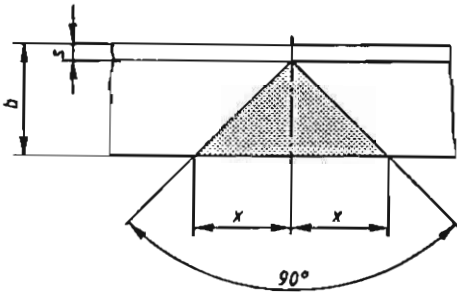


شکل ۱: درآوردن محل خم

در خمکاری نبشی‌ها با توجه به وضعیت آنها نیروی کشش یا فشار زیادی به اضلاع نبشی وارد می‌شود.

آماده ساختن قطعه کار:

برای اینکه در این تمرین بتوان یک قطعه نبشی را با دست بطریقه سرد خم کرد، بایست قطعه را آماده نمود. بدین وسیله روش درآوردن زبانه در محل خم مناسبتر است (شکل ۱). درآوردن زبانه این امکان را بوجود می‌آورد که قطعه آهن نبشی را با زاویه 90° در حالت سرد خم نمود.



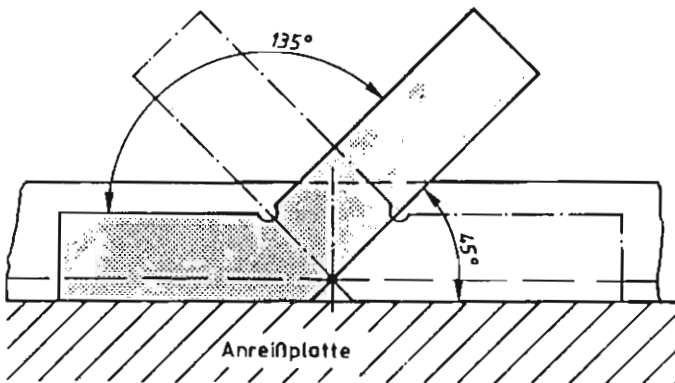
شکل ۲: خط‌کشی محل خم

برای درآوردن زبانه محل خم را خط‌کشی کرده، همانطوری که در شکل ۲ نشان داده شده است. در نتیجه اندازه‌های خط‌کشی عبارتند از:

$x =$ پهنای نبشی b - ضخامت نبشی s که در این تمرین

$$x = 20\text{mm} - 3\text{mm} = 17\text{mm}$$

می‌باشد.

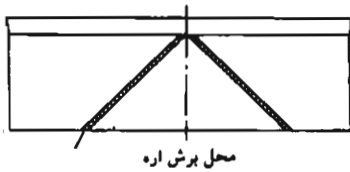


شکل ۳: خط‌کشی توسط گونیا

خط‌کشی را می‌توان توسط یک گونیا بطوریکه در شکل ۳ نشان داده شده است، انجام داد.

خم کردن قطعه کار

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

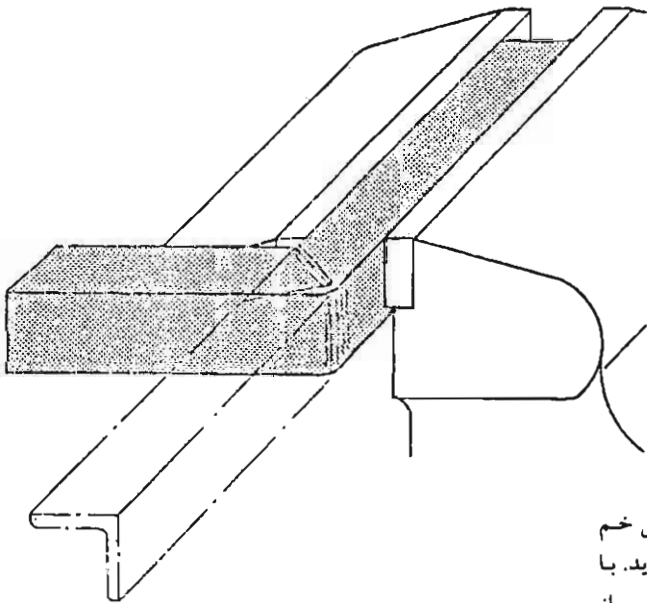


شکل ۱: وضعیت ااره کاری

پس از خط‌کشی درآوردن زبانه توسط کمان ااره صورت می‌گیرد. ااره را بطوریکه در شکل ۱ توضیح داده شده، قرار داده و دقت کنید که در موقع ااره کاری ضلعی که باید خم گردد، بریده نشود. چنانچه زبانه صاف بریده نشده باشد، می‌توان آن را با سوهان سه‌گوش اصلاح نمود.

خم کردن قطعه کار:

نبشی را برای خمکاری طوری درگیره ببندید که محل خم بیرون از گیره قرارگیرد (شکل ۲). توجه داشته باشید که نبشی با فک گیره در قسمت بالا ایجاد یک سطح را بنمایند. بدین وسیله خمکاری آسانتر می‌گردد.

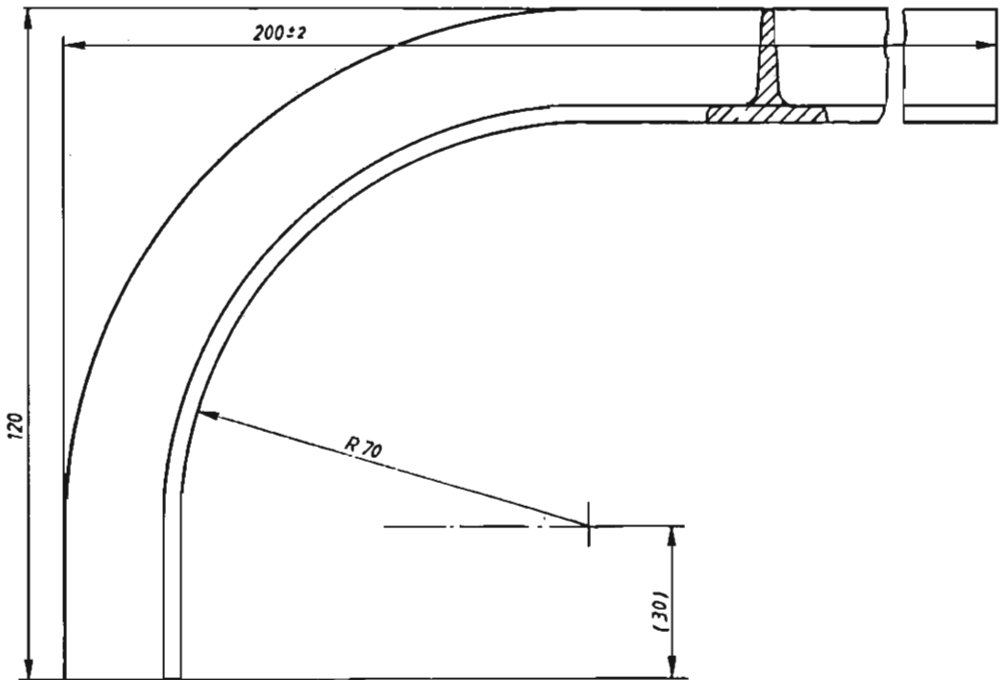


شکل ۲: خم کردن قطعه کار

قطعه کار بایستی طوری بیرون از گیره قرارگیرد که محل خم خارج از فک گیره باشد. قطعه کار را بطور محکم ببندید. با ضربات آرام چکش نبشی را تحت زاویه 90° خم نمایید. پس از خمکاری همسطح بودن نبشی را کنترل نموده و آن را صاف و تابگیری نمایید.

خم کاری فولاد T شکل (سپری)
برگ تمرین

تمرین ۱۰



	T 20X260		St 37- 2	DIN 1024	فولاد T شکل	1
ملاحظات	قطعه نیمه ساخته	شماره ردیف	جنس مواد	شماره نقشه	نام	تعداد
مقیاس 1:1	پروفیل کمانی شکل					

مراحل کار:

- ۱- فولاد T شکل را ببرید.
- ۲- محل برش را پلیسه گیری کنید.
- ۳- محل خم را با گچ رنگی روغنی علامتگذاری کنید.
- ۴- محل خم را با مشعل جوشکاری گرم نمایید.
- ۵- فولاد T شکل را توسط خم کن خم کنید.
- ۶- قطعه کار را کنترل و صاف نمایید.
- ۷- چکش فلزکاری
- ۸- مشعل جوشکاری با سریک 4 - 6mm

تذکرات:

در موقع گرم کردن خطر سوختگی وجود دارد و به همین دلیل از دستکش مخصوص استفاده نمایید.

اهداف آموزش

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

تمرین کار عملی:

خمکاری یک فولاد T شکل بطریقه گرم .

اهداف آموزش:

پس از انجام این تمرین بایستی بتوانید...

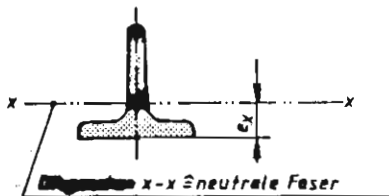
از نظر عملی:

- ۱- طول مستقیم یک فولاد T شکل را برای خمکاری محاسبه نمایید.
- ۲- طول محل گرم شدن را مشخص کرده و علامتگذاری کنید.
- ۳- محل خمکاری را بطور صحیح گرم کنید.
- ۴- یک فولاد T شکل را توسط یک خم‌کن خم نمایید.
- ۵- یک قطعه خم شده را صاف نمایید (تابگیری کنید).

از نظر تئوری:

- ۱- وضعیت قسمت خشی برای یک فولاد T شکل را از روی جدول تعیین کنید.
- ۲- در مورد طول گرم شدن قطعه توضیح دهید.
- ۳- ابزار مناسب برای علامتگذاری طول قسمت گرم شدن را نام ببرید.
- ۴- گرم کردن قطعه را توصیف کنید.

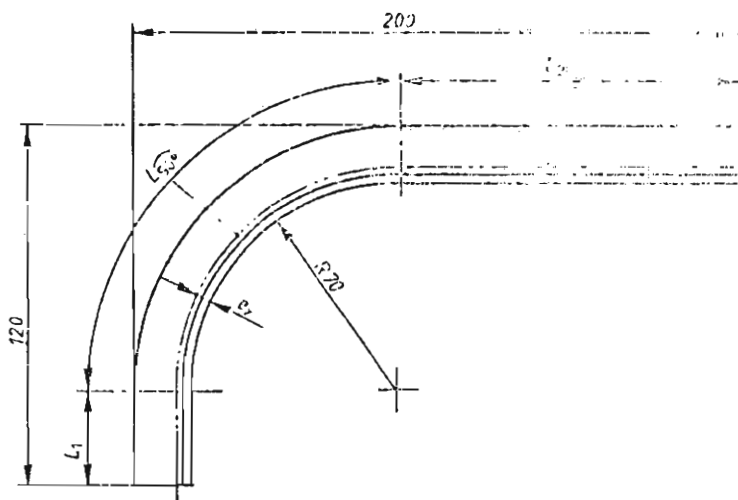
برای محاسبه طول مستقیم یک قطعه، طول قسمت خنثی محاسبه می‌گردد. وضعیت قسمت خنثی فولاد T شکل بایستی قبلاً تعیین شود.



شکل ۱- خم محوری خط کش T

محاسبه طول مستقیم:

در فولاد T شکل قسمت خنثی و همچنین محور خم در فاصله معین e_x نسبت به سطح تخت سپری می‌باشد. این اندازه e_x برای کلیه فولادهای T شکل در کتاب جداول نوشته شده و برای فولاد T شکل این تمرین معادل 5/8mm که تقریباً 6mm می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۲- محاسبه طول مستقیم

برای قطعه کار این تمرین طول مستقیم به شرح زیر محاسبه می‌گردد:

طول مستقیم = طول قسمت خنثی

$$L_{\text{کل}} = L_1 + L_{90^\circ} + L_2 \quad (\text{شکل ۲})$$

$$L_1 = 120 - 70 - 20 = 30 \text{ mm}$$

$$L_2 = 200 - 70 - 20 = 110 \text{ mm}$$

$$L_{90^\circ} = \pi \times \frac{D}{4} \quad D = 2(R + e_x)$$

$$D = 2(70 + 6) = 2 \times 76$$

$$L_{90^\circ} = \pi \times \frac{152}{4} = 119.32 \approx 120 \text{ mm}$$

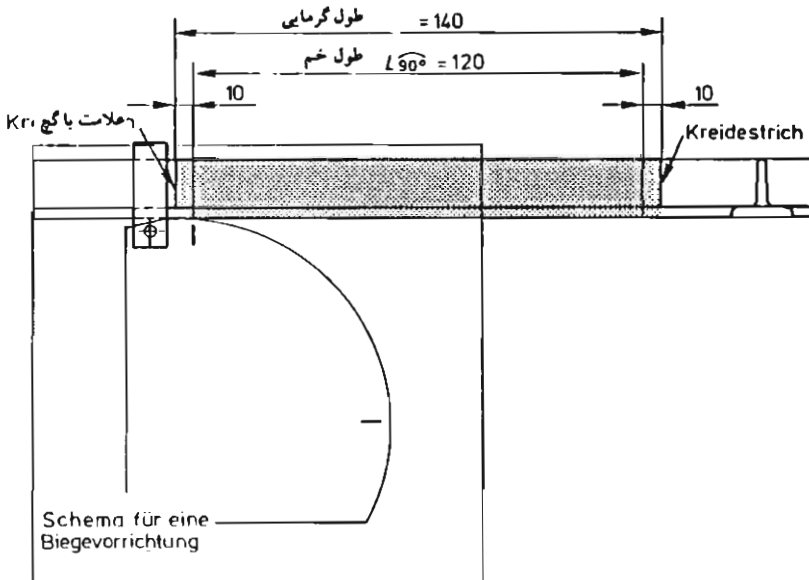
$$L_{\text{کل}} = 30 + 110 + 120 = 260 \text{ mm}$$

خمکاری قطعه کار

قبل از خمکاری، طول محل گرم شدن توسط گچ رنگی علامتگذاری می‌شود. بدین وسیله علامت گذاشته شده در مواقعی که قطعه کار سرخ شده است، هنوز قابل رویت می‌باشد.

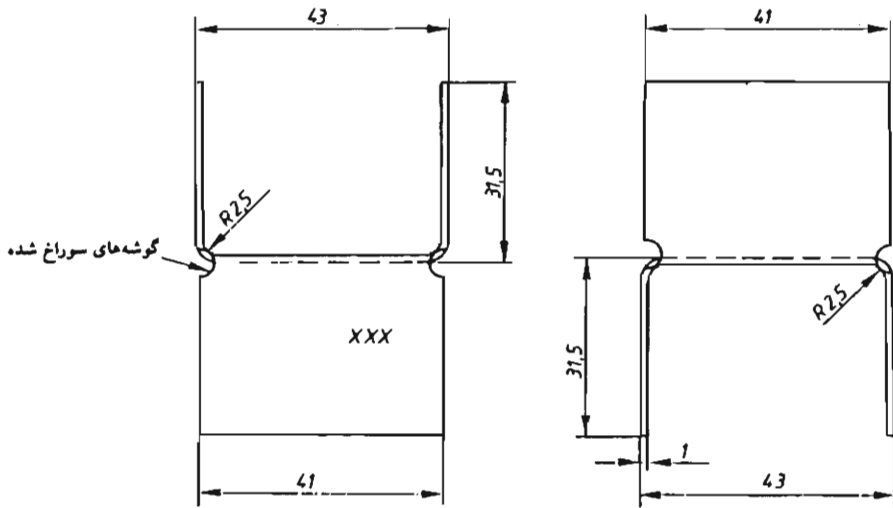
خم کردن قطعه کار:

در هر دو طرف طول خم یک اندازه اضافی برای هر طرف 10mm برای طول گرم شدن در نظر گرفته می‌شود تا بطور سریع و راحت از قسمت خم به قسمت مستقیم دست پیدا کنیم.



شکل ۱. خم کاری قطعه کار

فولاد T شکل را توسط یک مشعل جوشکاری در محدوده طولی که باید گرم شود، بطور یکنواخت تا حد قرمز روشن (حدود 800°C تا 850°C) گرم کرده و سپس بطور سریع آن را روی ابزار خم‌کن پیش‌بینی شده خم نمایید. در صورت لزوم باید قطعه کار توسط یک چکش صاف گردد.



محل شماره مشخصه: XXX

ملاحظات	1x105x105	شماره ردیف	جنس مواد	DIN 1541	ورق T شکل	1
ملاحظات	قطعه نیمه ساخته	شماره ردیف	جنس مواد	Si 37	نام	تعداد
مقیاس 1:1	قطعه صلیبی شکل					

حفاظت کار:

کلیه نکات و مقررات ایمنی باید مورد توجه قرار گیرد تا از خطرات و صدمات جلوگیری شود. در مواردی که شک دارید از مربی کمک بگیرید.

پیش‌بینی کار:

۱. برنامه اجرای کار را تنظیم کنید.
۲. ابزار را انتخاب نمایید.
۳. برنامه اجرای کار و ابزار توسط مربی کنترل شود.
۴. قطعه کار را علامتگذاری کنید.
۵. قطعه کار را تمام کنید.

تذکرات:

این کار نمونه بعنوان کار نهایی برای تکرار آموخته‌ها در قسمت عملی و تئوری در نظر گرفته شده است. قطعه کار تمام شده باید توسط مربی کنترل و ارزشیابی گردد.

ارزشیابی نهایی کار:

نکات اصلی ارزشیابی عبارتند از:

۱- تهیه برنامه اجرای کار و انتخاب ابزار کار

۲- برداشت کلی از قطعه کار

۳- اندازه بردن قطعه کار

۴- مسطح و گونیا بودن

۵- تمیزی کار

۶- زمان لازم برای ساخت

۷- کارکردن و تمیز نگهداشتن ابزارکار

۸- توجه به نکات ایمنی

کل امتیاز بدست آمده 100 می‌باشد و از روی مقدار امتیازات می‌توان نمره ارزشیابی را تعیین نمود.

