

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تکنولوژی و کارگاه جوش گاز

رشته‌ی: صنایع فلزی

زمینه‌ی: صنعت

شاخه‌ی آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس: ۱۷۰۶

عنوان و نام پدیدآور: تکنولوژی و کارگاه جوش گاز [کتابهای درسی] رشته‌ی: صنایع فلزی، زمینه‌ی صنعت شاخه‌ی فنی و حرفه‌ای/مؤلف علی شاهدی [برای] وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش.

مشخصات نشر: تهران: گویش‌نو، ۱۳۹۰.

مشخصات ظاهری: ۲۱۳ ص.

شابک: ۱-۷۷-۵۰۸۴-۶۰۰-۹۷۸

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

موضوع: جوشکاری

شناسه افزوده: شاهدی، علی، ۱۳۲۰-

شناسه افزوده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

شناسه افزوده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر برنامه‌ریزی درسی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و

کار دانش

رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۰ ت ۸/۳۳۷/۸ TS

رده‌بندی دیویی: ۲۷۳

شماره کتابشناسی ملی: ۲۳۳۳۸۵۳

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز:

پیشنهادها و نظرات خود را درباره‌ی محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره‌ی ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف
آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.
پیام‌نگار (ایمیل) tvoccd@roshd.ir
وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.medu.ir

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش

عنوان و کد کتاب: تکنولوژی و کارگاه جوش گاز، ۳۵۹/۵۰

مجری: انتشارات گویش نو

مؤلف: علی شاهی

رسم: توفیق علایی

صفحه‌آرا: توفیق علایی

طراح جلد: محمدحسن معماری

محتوای این کتاب در کمیسیون تخصصی رشته صنایع فلزی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش با عضویت:
نصرالله بنی مصطفی عرب، علی شاهی، آرش حبیبی، سید عبدالحسین گل‌سرخ، مهدی فردی، حسن ضیغمی، بهرام زارعی، امید گل‌محل و
محمود پارسا تایید شده است.

نوبت و سال چاپ: اول ۱۳۹۰

ناشر: انتشارات گویش نو (تهران: خیابان انقلاب - خیابان فخر رازی - خیابان وحید نظری شرقی - پلاک ۶۱ تلفن: ۵۰-۴۹-۶۶۹۵۶۰۴۴-۶۶۴۸۴۵۳۴)

وب‌سایت www.bookgno.ir

چاپ: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران

(تهران - کیلومتر ۱۷ جاده‌ی مخصوص کرج - خیابان ۶۱ "داروپخش" تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۴۴۵/۶۸۴)

نظارت بر چاپ و توزیع: اداره‌ی کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

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

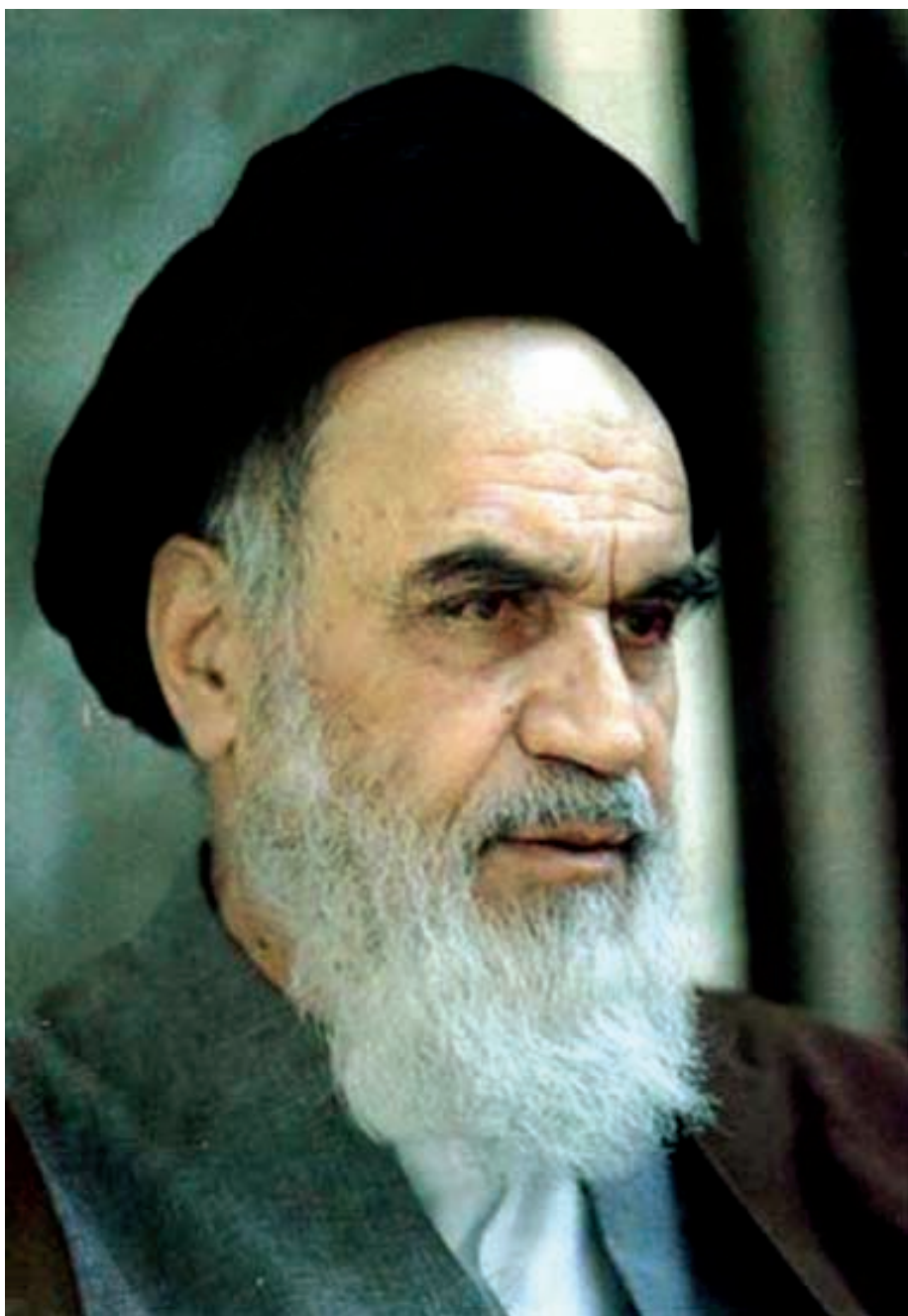
تلفن: ۹-۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت www.chapschd.ir

حق چاپ محفوظ است.

ISBN: 978-600-5084-77-1

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۰۸۴-۷۷-۱



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

امام خمینی (ره)

به نام آنکه هستی نام از او یافت

کاروان فرهنگ و تمدن بشری آن چنان در حال پیشرفت و رشد و تعالی است که لحظه‌ای درنگ، رسیدن به این قافله را ناممکن می‌سازد و از آنجایی که آینده هر جامعه‌ای بستگی به تعلیم و تربیت جوانان آن جامعه دارد، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش سعی دارد با بهره‌گیری از منابع غنی و پربار دینی و آموزه‌های اصیل اسلامی و ملی، تغییر و تحولی مبتنی بر روش‌های نوین علمی و تکنولوژی روز دنیا در کتاب‌های درسی به‌وجود آورد.

در این راستا انتشارات گویش نو، افتخار تألیف و آماده‌سازی تعدادی از این کتاب‌ها را بر عهده داشته و با همراهی استادان کوشا و نظارت دقیق و ارشادی اعضای کمیسیون‌های تخصصی برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش این وظیفه‌ی خطیر را به انجام رسانده است.

در پایان ضمن قدردانی از زحمات مولفان عزیز، خوشحال می‌شویم که مدرسان محترم، هنرآموزان و هنرجویان گرامی با ارائه پیشنهادها و انتقادهای سازنده خود و ارسال آن به دفتر انتشارات، ما را در غنا بخشیدن این متون و بالا بردن کیفیت چاپ‌های بعدی یاری نمایند.

انتشارات گویش نو

مقدمه مؤلف

خدای متعال را شکر می‌گویم که توفیق دست داد و کتاب تکنولوژی و کارگاه جوش گاز به رشته‌ی تحریر در آمد.

این کتاب به منظور معرفی جوشکاری و فرآیندهای مختلف پر کاربرد به ویژه جوشکاری با شعله گاز تدوین گردیده است و سعی شده است با استفاده از نظرات گروه تخصصی رشته‌ی صنایع فلزی دفتر برنامه‌ریزی درسی وزارت آموزش و پرورش و تصاویر گویا و سئوالات پایان فصل فراگیری آسان‌تر باشد.

از همکاران محترم و هنرآموزان گرامی درخواست می‌شود در خصوص فصل اول به معرفی فرآیندهای ذوبی توجه داشته و در فصل دوم هنرجویان را در فراگیری جوشکاری با شعله گاز که به صورت خلاصه‌تر از گذشته تدوین شده است یاری فرمایند.

فصل سوم کتاب به ایمنی در جوشکاری با شعله گاز که از اهم واجبات شغلی است پرداخته شده است فصل چهارم اشکالات و عیوب جوشکاری گاز و فصل پنجم برشکاری با شعله گاز که کاربرد زیادی در صنایع فلزی دارد آمده است.

در فصل ششم و هفتم به لحیم کاری نرم و سخت و معرفی جوشکاری‌های متداول در حالت جامد پرداخته است. فصل هشتم، نهم و دهم برای تمرینات عملی جوشکاری، لحیم کاری نرم و سخت و برشکاری با شعله‌ی گاز تنظیم شده است.

امید است هنرآموزان محترم با راهنمایی و هدایت هنرجویان و کنترل و بازبینی دقیق از نحوه‌ی فراگیری آنان مسیر ورودشان به دانشگاه و بازار کار را به نحو شایسته‌ای فراهم نمایند.

در پایان با عنایت به این که سعی شده کتاب بدون اشکال باشد باز هم تقاضا دارد همکاران ارجمند و صاحب‌نظران گرامی در رفع اشکال احتمالی ما را یاری فرمایند.

التماس دعا

فهرست مطالب

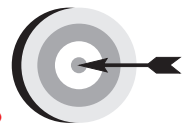
۱	فصل اول
۲	جوشکاری و اهمیت آن در صنایع
۵	تعریف جوشکاری و تقسیم‌بندی آن
۶	انواع جوشکاری ذوبی
۶	جوشکاری با شعله گاز
۹	جوشکاری زیر پودری
۱۱	جوشکاری با قوس الکتریک و الکتروود مصرف‌شدنی تحت پوشش گاز محافظ
۱۵	جوشکاری با قوس الکتریک و الکتروود مصرف‌نشده
۱۹	فصل دوم
۲۰	اصول جوشکاری ذوبی با شعله گاز
۲۱	گازهای قابل احتراق
۲۶	اکسیژن
۲۸	تجهیزات جوشکاری با شعله گاز
۳۰	کپسول اکسیژن
۳۱	کپسول استیلن
۳۳	رگولاتورها
۳۶	شیلنگ‌های انتقال گاز
۳۶	شیر مانع برگشت شعله
۳۷	مشعل‌های جوشکاری
۴۰	مشعل برشکاری
۴۱	میز کار جوشکاری
۴۲	دستگاه شمعک روی میز کار
۴۲	عینک جوشکاری
۴۵	فصل سوم
۴۶	ایمنی در جوشکاری و برشکاری

۴۷	آلودگی‌های گازی
۴۹	نکات ایمنی در خصوص آتش‌سوزی
۵۰	ایمنی کپسول اکسیژن
۵۱	ایمنی کپسول‌های استیلن
۵۲	ایمنی و حفاظت از شیلنگ‌های گاز
۵۳	ایمنی و حفاظت مشعل‌های جوشکاری و برشکاری
۵۶	فصل چهارم
۵۷	عیوب جوشکاری با شعله گاز
۵۹	عیوب ظاهری جوش
۶۲	شکست در جوش
۶۲	پیش‌دستی و پس‌دستی در اجرای جوشکاری با شعله گاز
۶۳	انقباض و تغییر شکل در جوشکاری با شعله گاز
۶۸	فصل پنجم
۶۹	برشکاری
۷۰	روش کار در برشکاری با شعله
۷۱	دستگاه کوچک برشکاری ریلی
۷۵	قابلیت برشکاری با شعله
۷۶	برشکاری با قوس پلاسما
۷۸	برشکاری با قوس الکتریک
۷۸	گوجینگ (برشکاری با قوس و هوای فشرده)
۷۹	شیارزنی و ایجاد پخ پشت درز جوشکاری شده
۷۹	برشکاری با لیزر
۸۳	فصل ششم
۸۴	لحیم‌کاری نرم و سخت
۸۵	لحیم‌کاری نرم
۹۰	لحیم‌کاری سخت

۹۶	فصل هفتم
۹۷	جوشکاری فشاری (در حالت جامد)
۹۸	روش های گرم کردن در جوشکاری فشاری گرم
۹۹	انواع فرآیند جوشکاری در حالت جامد
۱۰۰	جوش آهنگری
۱۰۰	جوش مقاومتی
۱۰۲	نقطه جوش
۱۰۵	قابلیت جوشکاری فلزات با نقطه جوش
۱۱۰	جوشکاری پیش طرحی
۱۱۱	قرقره جوش
۱۱۲	جوش سر به سر
۱۱۳	جوشکاری اولتراسونیک
۱۱۴	جوشکاری القایی
۱۱۴	جوشکاری زائده فلزی
۱۱۵	جوشکاری اصطکاکی
۱۱۹	فصل هشتم (عملیات کارگاهی)
۱۲۰	دستورالعمل آماده سازی یک دستگاه جوشکاری سیار گاز
۱۲۴	دستورالعمل روشن و خاموش کردن شعله
۱۳۸	جوشکاری زاویه خارجی بدون مفتول
۱۴۲	ایجاد گرده جوش روی ورق فولادی
۱۴۷	خال جوش قطعات با استفاده از سیم جوش
۱۵۵	دستورالعمل جوشکاری لب به لب ورق های فولادی
۱۵۷	تست کارگاهی جوش لب روی لب
۱۶۰	جوشکاری اتصال سه پری ورق های فولادی
۱۶۳	جوشکاری لوله به صفحه
۱۶۹	جوشکاری لوله معمولی سر به سر

۱۷۳	دستورالعمل لحیم کاری ورق‌های نازک فولادی
۱۸۳	دستورالعمل لحیم کاری سخت نقره با مشعل کار
۱۸۸	دستورالعمل لحیم کاری سخت (برنج)
۱۹۱	فصل دهم
۱۹۲	آماده سازی دستگاه برشکاری با شعله گاز
۱۹۴	عملیات برشکاری با شعله اکسی استیلن
۲۰۲	دستورالعمل پخ‌بری با مشعل برش
۲۰۴	دستورالعمل سوراخ کاری با مشعل برش
۲۰۷	پیوست‌ها
۲۱۵	منابع و مآخذ

فصل اول



هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. اهمیت جوشکاری را بیان کند.
۲. جوشکاری را تعریف کند.
۳. روش‌های متداول جوشکاری ذوبی را نام ببرد.
۴. نحوه‌ی ایجاد گرما و حفاظت از حوضچه مذاب در جوشکاری با شعله گاز (OFW) را شرح دهد.
۵. دو روش جوشکاری قوسی که با محافظت سرباره انجام می‌شود را نام ببرد.
۶. نقش گازهای مورد استفاده در جوشکاری MIG/MAG را شرح دهد.
۷. جوشکاری MIG/MAG به طور کامل اتومات را معرفی کند.
۸. روش ایجاد مذاب و حفاظت از آن در جوشکاری TIG را شرح دهد.

جوشکاری و اهمیت آن در صنایع

۱-۱ تاریخچه‌ی جوشکاری

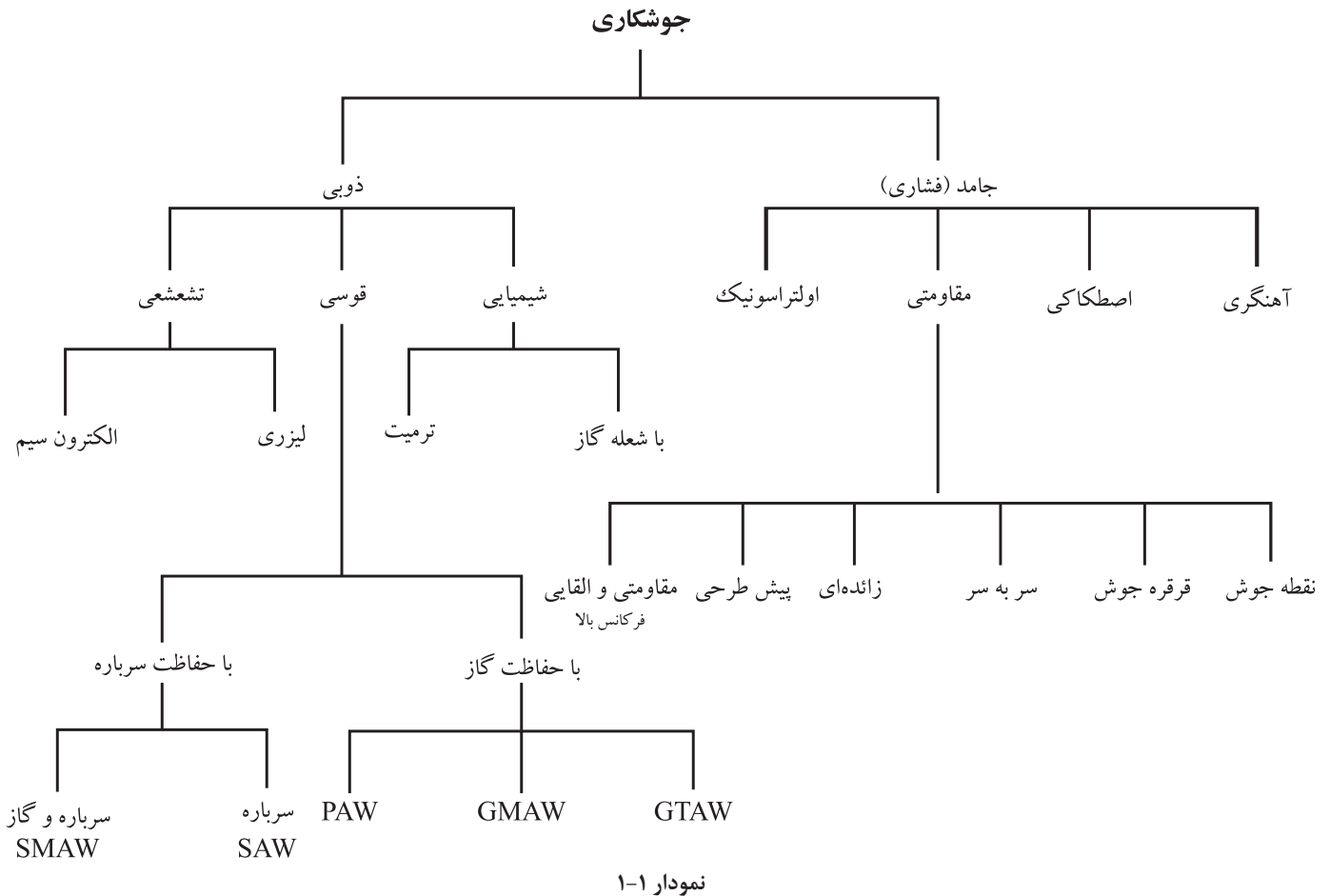
جوشکاری پتکه‌ای^۱ که با ضربات چکش، قطعات گداخته را به هم جوش می‌دهند؛ بیش از هزارها سال پیش، معمول بوده و مصریان از این روش استفاده می‌کردند. مصری‌ها، یونانی‌ها و روس‌ها برای لحیم‌کاری فلزات قیمتی و زود ذوب از نوعی مشعل ابتدایی استفاده می‌کردند. سوخت این مشعل‌ها مایعات قابل اشتعال بودند. اوایل قرن ششم جوشکاری اکسی استیلن به کار گرفته شد. در آن زمان با شعله حاصل از سوختن مخلوط استیلن و اکسیژن به راحتی فولادها را به هم جوش می‌دادند. در قرن اخیر نیز استفاده از گاز استیلن با خلوص بالا و راندمان گرمای زیاد و به کارگیری اکسیژن خالص به جای هوا در مشعل‌های جوشکاری امکان ذوب سریع لبه‌های اتصال فراهم می‌آید که با مخلوط شدن مذاب لبه‌های قطعات و مذاب سیم جوش و سرد شدن مجدد آن‌ها قطعات به هم جوش داده می‌شوند.

جوشکاری با قوس الکتریکی در سال ۱۸۸۵ توسط یک فرد روسی با نام برنادوس (N. Bernados) با الکتروود ذغالی ابداع گردید.

استفاده از الکتروود فلزی به جای الکتروود ذغالی در سال ۱۸۹۱ توسط یک آمریکایی به نام کوفین (Coffin) معرفی شد. از این تاریخ جوشکاری با قوس الکتریکی و الکتروود لخت فلزی متداول شد. ولی این شیوه دارای کیفیت مطلوب نبود. ضمن آن که انجام کار نیز با این شیوه دشوار بود.

الکتروود روپوش دار به وسیله‌ی یک مخترع سوئدی به نام اسکار کیلبرگ (Oskar Kyellberg) در سال ۱۹۰۵ موجب کاربرد فراوان این روش در صنایع شد و تا کنون مورد استفاده قرار دارد.

از این پس روش‌های دیگر جوشکاری مطابق نمودار (۱-۱) ابداع و بعضی از آنها نیز پس از مدت کمی استفاده منسوخ شده و یا روش تکامل یافته آن، امروزه نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.



1. SMAW جوشکاری با قوس الکتریکی و الکتروود روپوش‌دار
2. SAW جوشکاری قوسی پنهان (زیر بودری)
3. PAW جوشکاری پلازما
4. GMAW جوشکاری قوسی با الکتروود فلزی و گاز محافظ
5. GTAW جوشکاری قوسی با الکتروود تنگستن و گاز محافظ

نکته

در این کتاب روش‌های جوشکاری که کاربرد گسترده‌تر دارند معرفی شده‌اند و از معرفی روش‌های جوشکاری اولتراسونیک، ترمیت، لیزر، الکترون سیم و پلازما صرف نظر شده است.

۲-۱ اهمیت جوشکاری

کشف خواص مواد طبیعی و استخراج و بهینه‌سازی آن‌ها از جمله آلیاژسازی و بهبود خواص فلزات و استفاده از فنآوری اطلاعات در ایجاد سازه‌های متنوع منجر به توسعه و گسترش علوم مکانیک شده و شکل دهی و یکپارچه‌سازی یک مصنوع با اتصال اجزا به هم موجب نوآوری زیادی در برشکاری و اتصال فلزات شده است.

روش‌های اتصال که بیش از ۲۰۰۰ سال پیش مورد استفاده بوده می‌توان پرچ و پیچ و جوشکاری کوره‌ای را نام برد و بناهای تاریخی متعددی که هنوز زیبایی و استحکام خود را حفظ کرده‌اند مانند پل معلق اهواز و برج ایفل از آن جمله‌اند.

امروزه جوشکاری و برشکاری فلزات به صورت فراگیر در صنایع فلزی به عنوان برترین روش اتصال دائم فلزات کاربرد فراوانی دارد و در ساختمان‌ها و پل‌های فلزی و صنایع نظامی و استخراج و حمل و نقل جاده‌ای، ریلی، دریایی، هوایی و صنایع حرارتی - برودتی، اکتشاف و استخراج و انتقال نفت و گاز به کار گرفته می‌شود ابداع روش‌های زیاد جوشکاری موجب شده تا گروه زیادی در این صنعت به کار اشتغال ورزند.

سرعت عمل، ارزانی، کیفیت خوب اتصال جوشی و سبکی و سادگی اجرا و امکان مکانیزه و اتوماسیون شدن اکثر فرآیندهای جوشکاری باعث کاربرد بیشتر روش‌های جوشکاری نسبت به سایر روش‌های اتصال شده است.

به دلیل وابستگی این صنعت به علوم و فنون روز و علوم پایه و تخصصی فیزیک، شیمی، متالورژی و... و به دلیل گستردگی دامنه‌ی علمی آن متخصصان و دانشمندان زیادی همواره در حال پژوهش بوده و استانداردها و دستورالعمل‌های مختلفی تدوین و تنظیم گردیده است و این تحقیقات در تمام دنیا توسط انستیتوها و انجمن‌های مختلف جوشکاری و برشکاری ادامه دارد تا پروژه‌ها با طراحی مناسب و اقتصادی‌تر صورت گرفته و از نظر خواص مکانیکی ضعف نداشته باشند.

با توجه به گوناگونی فولادها و فلزات و آلیاژهای فلزی چون مس و آلومینیوم و سایر فلزات صنعتی با جوش پذیری و کاربردهای متفاوت بر اهمیت این صنعت افزوده است. به کارگیری فرآیندهای مختلف جوشکاری هنگام ساخت و استفاده از لوله‌ها در



خطوط آب، نفت و گاز، ساخت مخزن‌های تحت فشار این رشته را از جایگاه ویژه‌ای برخوردار نموده است.

سرعت اجرای تولید و سائل حمل و نقل زمینی و هوایی و دریایی نیز مدیون صنعت جوشکاری و علوم وابسته است.

به طور کلی جوشکاری جزء صنایع مادر به حساب آمده و کمتر کارخانه و کارگاه تولیدی و صنعتی را می‌توان یافت که از این صنعت بهره‌برنده نباشد.

از این رو دست‌اندرکاران این صنعت از شخصیت شغلی بالایی برخوردارند و ضرورت دارد همواره با یافته‌ها و استانداردهای روز جهان در ارتباط بوده و توانایی‌های خویش را ارتقاء دهند.



۱-۳ تعریف جوشکاری و تقسیم‌بندی آن

تعریف جوشکاری: یک پارچه شدن قطعات به کمک گرما یا فشار یا هر دو با استفاده از فلز واسطه یا بدون آن.

استحکام کافی یک اتصال جوشی فقط از طریق پیوند اتمی به وجود می‌آید.

تقسیم‌بندی جوشکاری

به طور کلی جوشکاری به دو دسته مهم جوشکاری ذوبی و جوشکاری در حالت جامد تقسیم می‌شود.

- ۱- **ذوبی:** ذوب کردن لبه‌های اتصال تا اتم‌ها دو قطعه در حالت مذاب به هم رسیده تا هیچ فاصله‌ای بین اتم‌ها در محل تماس باقی نماند و پیوند اتمی و جاذبه به وجود آید.
 - ۲- **غیر ذوبی (جامد):** اعمال فشار در حالت سرد یا گرم تا فصل مشترک قطعات در هم ادغام شده (مومسانی) و فاصله‌ی بین اتم‌های دو قطعه در محل تماس حذف شده و پیوند اتمی صورت گیرد.
- از روش‌های بیان شده روش ذوب لبه‌ها و روش فشاری را جوشکاری گویند و استفاده از فلز زود ذوب برای پر کردن درز و ایجاد اتصال را **لحیم‌کاری** گویند.

۴-۱ انواع جوشکاری‌های ذوبی

نوع انرژی گرمایی مورد استفاده و روش محافظت از مذاب دو عامل اصلی انتخاب نام برای فرآیند جوشکاری ذوبی است مثلاً جوشکاری با شعله گاز (OFW)^۱ و یا جوشکاری با قوس الکتریکی و الکتروود روپوش‌دار (SMAW)^۲.

روش‌های متداول جوشکاری‌های ذوبی که به آن‌ها خواهیم پرداخت عبارتند از:

- جوشکاری با شعله گاز (OFW)
- جوشکاری با قوس الکتریک و الکتروود روپوش‌دار (شکل ۱-۱)
- جوشکاری با قوس الکتریک تحت محافظت پودر (زیر پودری)
- جوشکاری با قوس الکتریک تحت پوشش گاز محافظ و الکتروود مصرف‌شدنی
- جوشکاری با قوس الکتریک تحت پوشش گاز محافظ و الکتروود مصرف‌نشده

۴-۱-۱ جوشکاری با شعله گاز OFW

گرمای لازم برای ذوب کردن لبه‌ها و سیم‌جوش در این روش از سوختن گاز تأمین می‌شود. یک گاز سوختنی مناسب و اکسیژن برای این که گاز قابل اشتعال، خوب و کامل



شکل ۱-۱ جوشکاری با الکتروود روپوش‌دار

۱ - Oxy Fuel Welding

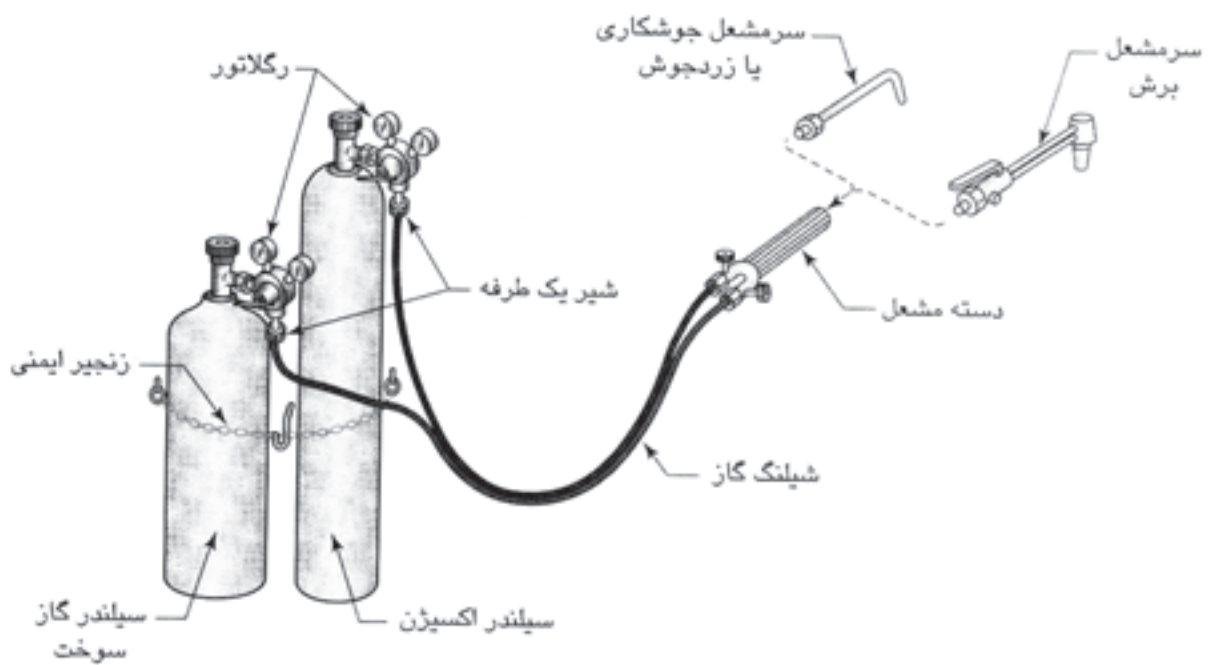
۲ - Shielded metal Arc Welding

بسوزد لازم است به طور مثال گاز استیلن C_2H_2 به عنوان گاز سوختنی و اکسیژن O_2 و یک مشعل که این دو گاز را با نسبت مناسب با هم مخلوط نموده تا شعله به صورت دستی قابل استفاده باشد مورد نیاز است.

همچنین تجهیزات لازم برای در اختیار داشتن گازها با فشار مناسب و قابل تنظیم و وسیله هدایت آن‌ها به مشعل از ملزومات است (شکل ۱-۲) در این کتاب به طور کامل به شرح این روش جوشکاری ذوبی خواهیم پرداخت.



شکل ۱-۲ تجهیزات جوشکاری و برشکاری با شعله گاز



مجموعه‌ی یک دستگاه جوشکاری و برشکاری ساده با شعله‌ی گاز

در این فرآیند شعله، (سوختن گاز و گازهای حاصل از سوخت) حفاظت منطقه ذوب از اثرات سوء آتمسفر را به عهده دارد ولی این حفاظت کامل نیست ولی برای فلزاتی که در مقابل اکسیژن حساسیت کمتری دارند به کار گرفته می‌شود. (شکل ۳-۱)

۲-۴-۱ جوشکاری با قوس الکتریک و الکتروود روپوش دار (SMAW)

گرمای لازم برای ذوب لبه‌ها از قوس الکتریک تأمین می‌شود (عبور جریان برق با شدت زیاد بین دو قطب جریان که در فاصله کمی از هم قرار گرفته باشند را قوس الکتریکی گویند) قوس الکتریکی دارای گرمای زیادی است و می‌تواند همه‌ی فلزات صنعتی را ذوب کند. (شکل ۴-۱)



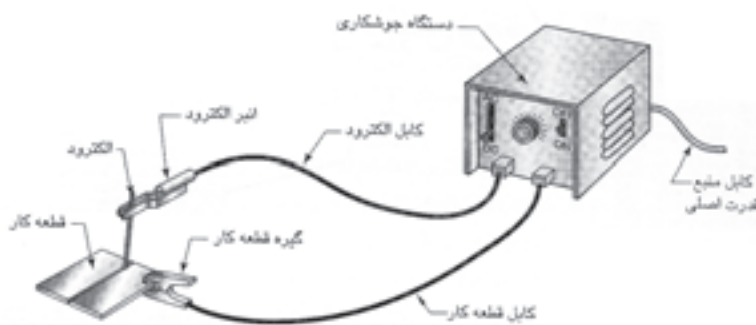
شکل ۴-۱ جوشکاری ذبی با قوس



شکل ۳-۱ جوشکاری ذوبی با شعله

در جوشکاری SMAW، قوس الکتریک در اثر تماس یک میله‌ی فلزی به نام الکتروود با قطعه کار به وجود می‌آید، روی الکتروود را موادی پوشانده است که در گرمای قوس سوخته یا تجزیه شده و گازهای محافظ برای محافظت از حوضچه‌ی مذاب و ستون قوس را تولید می‌کند «در خصوص روپوش الکتروود مواد به کار رفته در روپوش و نقش‌های روپوش در سال سوم خواهید آموخت».

الکتروود در دهانه انبر جوشکاری قرار می‌گیرد (شکل ۵-۱) و انبر با کابل روکش‌دار به دستگاه جوشکاری وصل شده و جریان برق مناسب توسط دو کابل یکی کابل انبر و دیگری کابل اتصال از طریق دستگاه جوشکاری تأمین می‌گردد. (شکل ۶-۱)

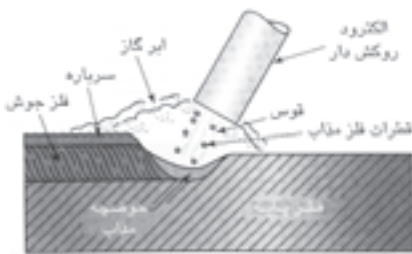


شکل ۶-۱ دستگاه ساده جوشکاری با الکتروود روپوش‌دار



شکل ۵-۱ انبر الکتروودگیر

همانطور که در شکل مشاهده می‌شود الکتروود ضمن برقراری قوس خود ذوب شده و با مذاب لبه‌ها مخلوط می‌شود که پس از انجماد فلز جوش را تشکیل داده باعث اتصال قطعات به هم می‌شود روپوش الکتروود هم در گرمای قوس سوخته و ذوب شده و مذاب روپوش به علت سبکی وزن روی فلز جوش را می‌پوشاند و تشکیل سرباره یا گل جوش می‌دهد به همین دلیل جوشکاری SMAW در ردیف جوشکاری ذوبی با محافظت گاز و سرباره قرار می‌گیرد.^۱ (شکل ۷-۱)



شکل ۷-۱ نمای انجام جوشکاری با قوس الکتریکی و الکتروود روپوش‌دار

۳-۴-۱ جوشکاری زیرپودری (قوسی پنهان) (SAW)^۲

در این فرآیند هم گرمای لازم برای ذوب لبه‌های درز اتصال از گرمای قوس تأمین می‌شود ولی چون قوس الکتریکی در زیر پودر (فلاکس) ایجاد می‌شود به جوشکاری قوس پنهان یا جوشکاری زیرپودری معروف است.

قوس بین الکتروود لخت (بدون روکش) و قطعه کار ایجاد می‌شود خود الکتروود نیز ذوب شده و با مذاب لبه‌ها مخلوط گردیده و از انجماد آن‌ها فلز جوش تشکیل می‌شود. الکتروود به صورت کلاف در بالای غلتک‌های هدایت الکتروود قرار دارد و توسط آن غلتک‌ها به طرف نازل و قوس الکتریکی هدایت می‌شود و از طریق تماسی که با نازل

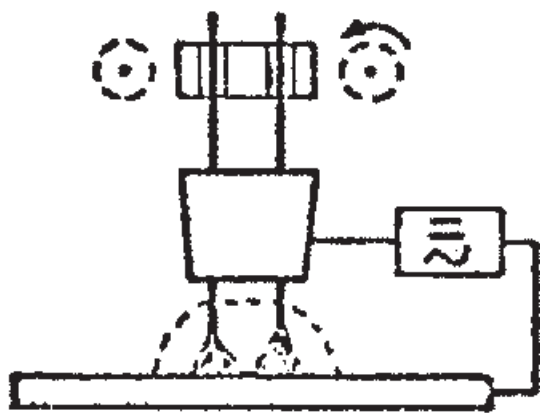
۱ - اطلاعات بیشتر درباره‌ی روپوش الکتروود و ویژگی و انواع آن در کتاب جوشکاری سال سوم آمده است.

۲ - Submerged Arc Welding

سیم دارد به قطب مثبت جریان دستگاه جوش وصل می‌شود حفاظت به وسیله‌ی پودر که توسط لوله‌ای از مخزن به محل درز جوش می‌رسد عملی می‌شود زیرا همیشه جلوتر از حرکت پیشروی الکتروود پودر در محل ریخته می‌شود، گرمای قوس باعث تجزیه و سوختن پودر فلاکس شده و گازهای محافظ مانند روش SMAW از بطن قوس به وجود می‌آید به علاوه پودر نقش آلیاژسازی را نیز به عهده دارد و به طور معمول سیم و پودر مکمل یکدیگرند.

قسمتی از پودر که ذوب می‌شود به صورت سرباره یا شلاکه روی گرده جوش قرار می‌گیرد این روش به نام روش حفاظت با سرباره شناخته می‌شود قسمت باقی مانده پودر جمع‌آوری و به مخزن پودر برگردانده می‌شود.

همانطور که در شکل (۸-۱) مشاهده می‌شود امکان مکانیزه شده (اتومات شدن) فراهم است چون الکتروود به صورت مداوم از کلاف باز شده توسط غلتک‌ها به قوس می‌رسد و در مواردی دو الکتروود که با هم کمی فاصله دارند هم به کار گرفته می‌شود و سیم‌جوش‌ها (الکتروودها) به محل درز هدایت شده و توسط قوس الکتریکی ذوب می‌شوند. (شکل ۸-۱-۱)



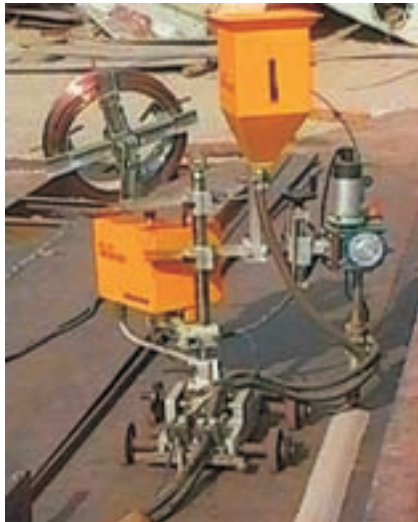
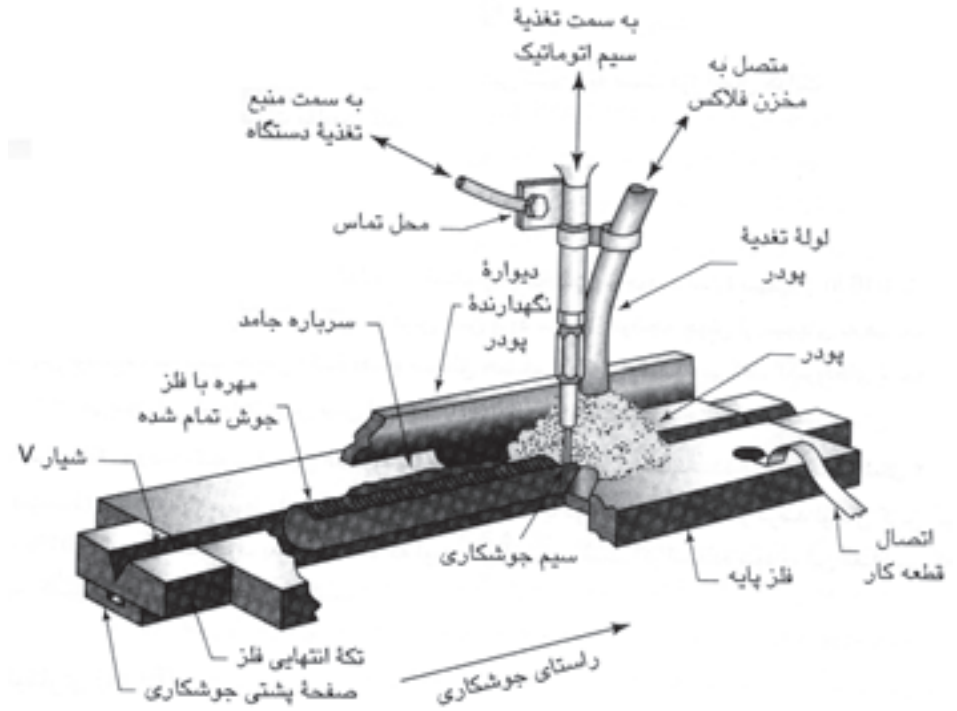
شکل ۸-۱-۱ جوشکاری زیرپودری با دو الکتروود



شکل ۸-۱ جوشکاری زیرپودری با واگن متحرک

پودر توسط لوله قیفی شکل به محل قوس الکتریکی هدایت می‌شود و کار با سرعت معینی حرکت پیشروی داشته و جوشکاری به طور اتومات اجرا می‌شود البته سرعت سیم و سرعت پیشروی باید به طور دقیق تنظیم شده باشد تا مقدار فلز رسوب داده شده به اندازه‌ی لازم باشد.

چنانچه مطابق شکل (۹-۱) کلاف سیم و غلتک‌های هدایت سیم و مخزن و مسیر اتصال پودر از مخزن به محل قوس روی یک ارابه چرخ‌دار نصب شده باشد می‌توان کار ثابت و بی‌حرکت باشد و ارابه با سرعت مناسب حرکت پیشروی را انجام دهد. (شکل ۱۰-۱)



شکل ۱۰-۱ جوشکاری زیرپودری اتومات

شکل ۹-۱ نمای انجام جوشکاری زیرپودری

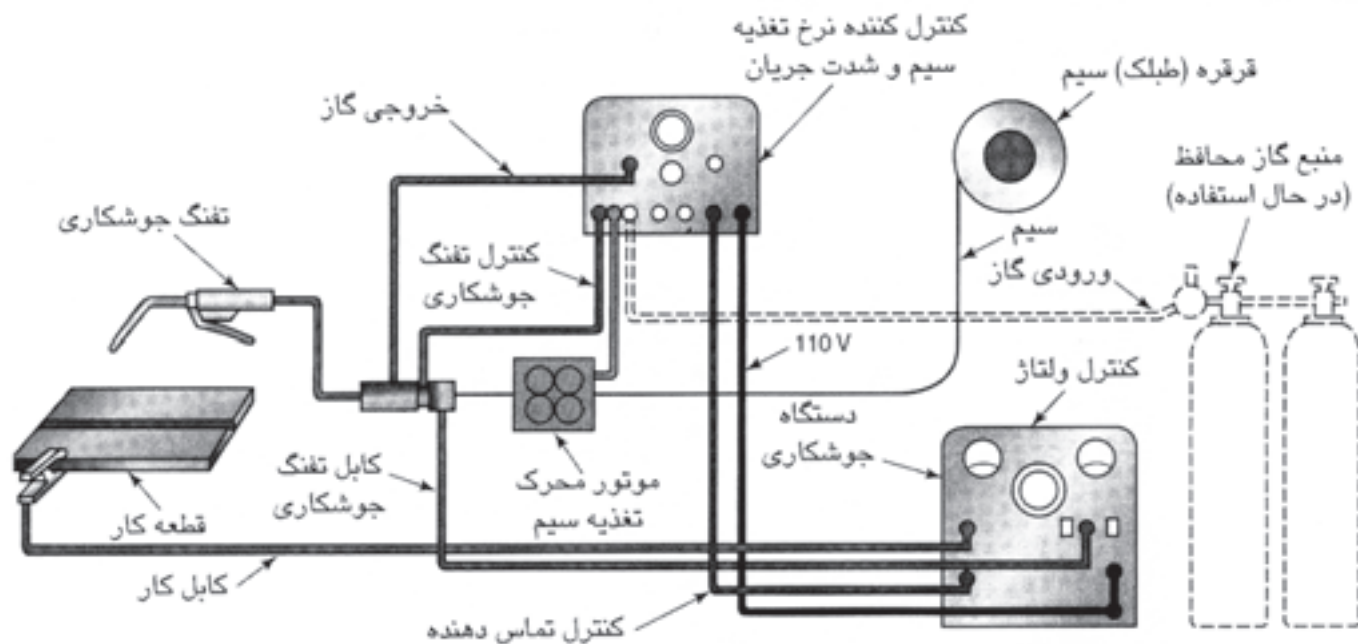
در جوشکاری زیرپودری به دلیل استفاده از کلاف سیم تا قطر ۵ و ۶ میلی‌متری و شدت جریان بالا هم‌چنین سرعت تغذیه سیم زیاد، دارای راندمان خوب بوده و جوش نفوذ کافی داشته و بدون جرقه و پاشش است به دلیل کیفیت مطلوب، جوشکاری روی قطعات ضخیم فولادی با این روش امکان‌پذیر است.

در ساختمان‌های فولادی برای تهیه ستون‌ها و تیرهای حماله که از ورق‌های ضخیم فولادی ساخته می‌شوند و همچنین در ساختار کشتی‌ها با بدنه‌ی فولادی و مخازن و سایر سازه‌های فولادی کاربرد زیادی دارند.

۴-۴-۱ جوشکاری با قوس الکتریکی و الکتروود مصرف شدنی تحت پوشش گاز محافظ (GMAW)

در این فرآیند نیز برای ذوب لبه‌های اتصال از قوس الکتریکی که بین سیم یا الکتروود

لخت و قطعه کار ایجاد می شود استفاده می کنیم الکتروود لخت توسط غلتک های دستگاه تغذیه سیم از کلاف باز شده و پس از عبور از ترچ جوشکاری به دلیل تماسی که با نازل دارد به یک قطب جریان الکتریسیته دستگاه وصل شده و در تماس با کار (که قطب دیگر دستگاه جوشکاری به آن وصل است) قوس برقرار می شود غلتک ها با سرعت تنظیم شده سیم را به قوس هدایت و مذاب سیم با مذاب لبه های کار با هم مخلوط شده فلز جوش را تشکیل داده و اتصال شکل می گیرد. (شکل ۱-۱۱)



شکل ۱-۱۱ نمای تجهیزات جوشکاری MIG/MAG



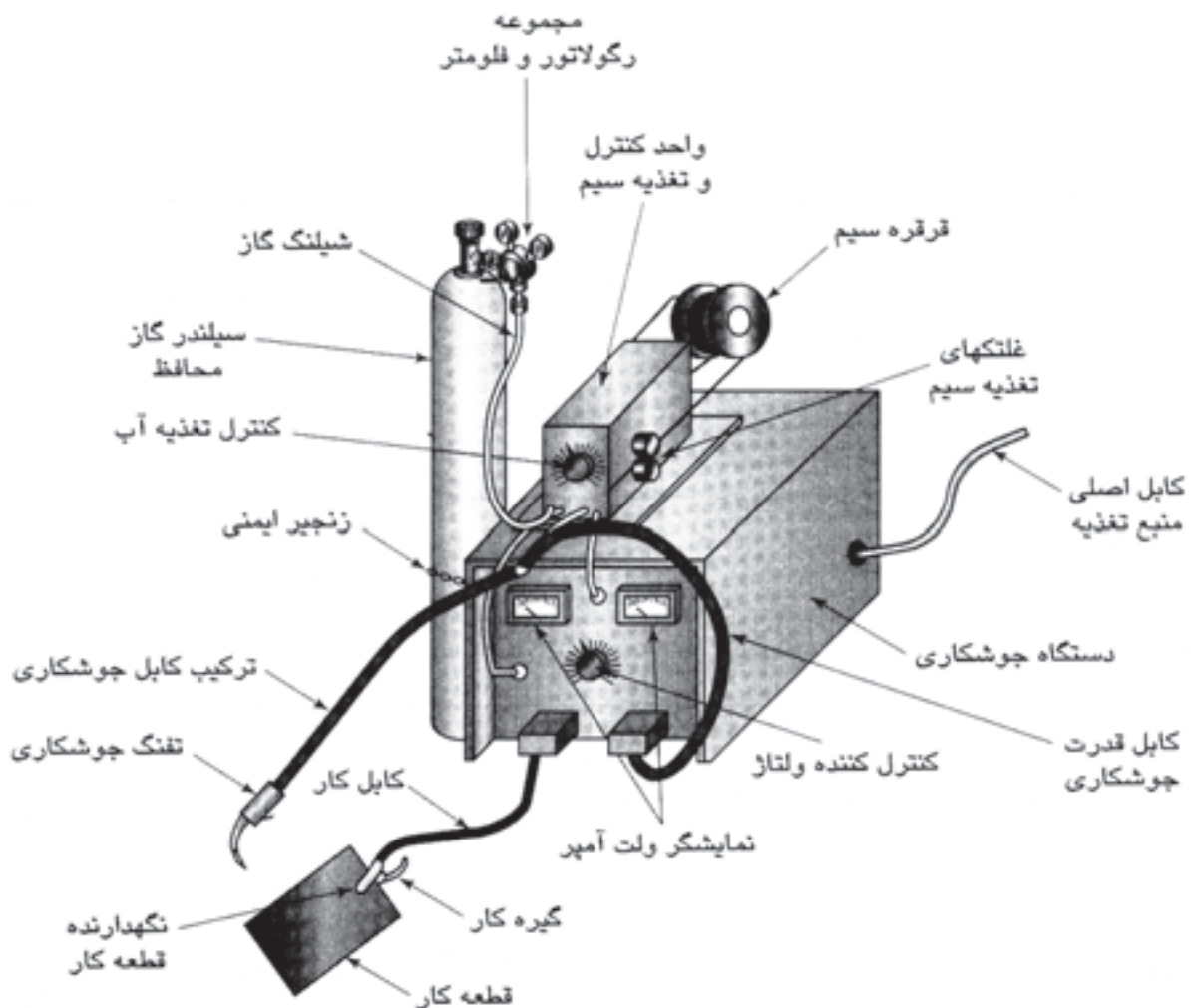
شکل ۱-۱۱-۲ جوشکاری با ترچ دستی MIG/MAG



شکل ۱-۱۱-۱ دستگاه جوشکاری MIG/MAG

حفاظت از مذاب و ستون قوس الکتریکی به عهده‌ی گاز محافظ است^۱ که از اطراف نازل سیم از درون شعله‌پوش به آرامی به سطح کار در محل تشکیل قوس دمیده می‌شود و جایگزین هوا در محل تشکیل قوس می‌شود و پوشش لازم را می‌دهد در کشورهای اروپایی این فرآیند با نام MIG/MAG^۲ شناخته می‌شود.

این فرآیند وقتی توسط جوشکار انجام شود نیم اتومات (شکل ۱۲-۱) و زمانی که با رباط به کار گرفته شود به طور کامل اتومات است و قابلیت جوشکاری در خطوط تولید صنایع فلزی که با اوراق فلزی ساخته می‌شوند کاربردی فراوانی دارد و نقش بزرگی را ایفا می‌کند.



شکل ۱۲-۱ نمای واحدهای مختلف جوشکاری MIG/MAG

۱ - در خصوص گاز محافظ و نقش آن در پایداری قوس و انتقال حرارت در تحصیلات دانشگاهی خواهید آموخت..

۲ - Metal inert Gas = MIG
Metal active Gas = MAG

تجهیزات جوشکاری «GMAW» یا MIG/MAG

تجهیزات این فرآیند مطابق شکل عبارتست از:

- دستگاه تأمین قدرت
- دستگاه تغذیه سیم
- واحد گازرسانی
- ترچ یا مشعل جوشکاری
- سیم خنک کننده ترچ (آبرسانی) در بعضی از دستگاهها



شکل ۱-۱۲-۱ تجهیزات لازم در جوشکاری MIG/MAG

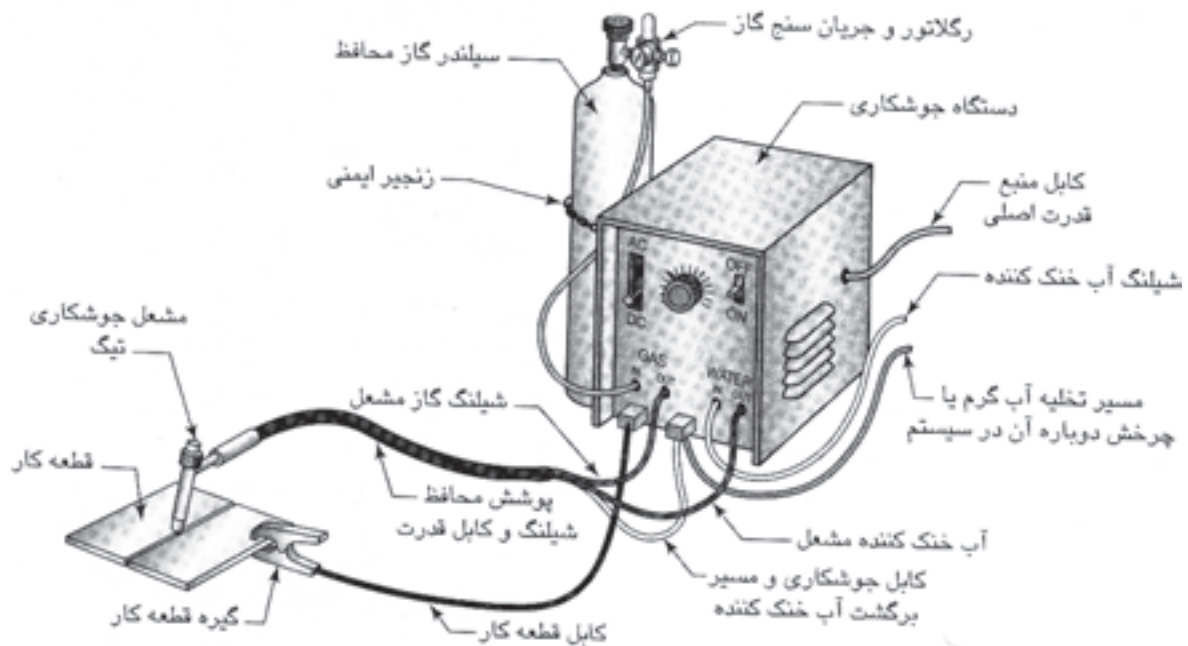
۵-۴-۱ جوشکاری با قوس الکتریکی و الکتروود مصرف نشدنی (GTAW)

و گاز محافظ

به فرآیند TIG نیز معروف است فرآیندی است که قوس الکتریکی بین الکتروود مصرف نشدنی (شکل ۱-۱۳) از جنس ولفرام یا تنگستن به وجود آمده و وظیفه‌ی ایجاد قوس الکتریکی را به عهده دارد.

با حرارت قوس لبه‌های کار ذوب شده و با مذاب فیلر^۲ (سیم جوش) با هم مخلوط شده فلز جوش را تشکیل دهند.

حفاظت از مذاب و ستون قوس در مقابل آتمسفر هم به عهده‌ی گاز بی اثر است و هیچ‌گاه از گاز کم‌اثر یا فعال حتی برای جوشکاری فلزاتی که در مقابل آتمسفر حساسیت کمتری دارند نمی‌توان استفاده کرد چون الکتروود تنگستن با گاز فعال ترکیب شده و آسیب می‌بیند گاز از طریق کپسول و رگولاتور و شیلنگ با دبی^۳ (میزان خروج گاز) قابل تنظیم به محل تشکیل قوس جریان پیدا می‌کند و می‌تواند آرگن یا هلیوم و یا مخلوط آن دو باشد. (شکل ۱-۱۳-۱)



شکل ۱-۱۳-۱ نمای دستگاه TIG

۱- Tungsten Inert Gas

۲- Filler

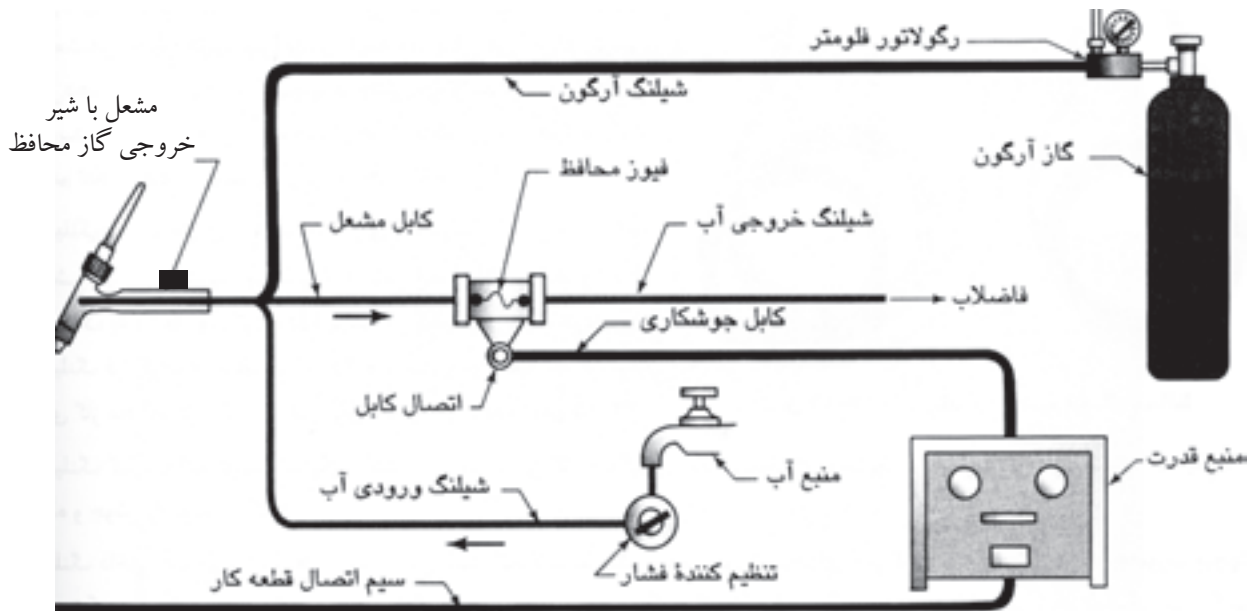
۳- Debi

تجهیزات جوشکاری TIG (جوشکاری با قوس الکتریک و الکتروود مصرف نشدنی)

- دستگاه تأمین قدرت یا دستگاه اصلی جوشکاری
- واحد گازرسانی
- ترچ یا مشعل جوشکاری (انبر جوشکاری)
- سیستم گردش آب

کاربرد جوشکاری TIG در صنعت

به دلیل عدم وجود پاشش در جوشکاری TIG به منظور جوشکاری پاس ریشه لوله‌های گاز یا مواد نفتی به کار می‌رود تا کیفیت جوش مطلوب بوده و جوش دارای نفوذ خوب در تمام طول جوش باشد هم‌چنین در جوشکاری فلزات غیر آهنی و فولادهای پُر آلیاژ کاربرد دارد. در جوشکاری پاس ریشه می‌توان از رکتی فایر جوشکاری SMAW که دارای یک کلید مخصوص جوشکاری TIG است هم استفاده کرد به شکل (۱-۱۴) توجه کنید یک کپسول گاز آرگن و یک ترچ که شیر باز و بسته کردن گاز روی آن قرار دارد به کار گرفته می‌شود و برای شروع قوس هم ابتدا آمپر دستگاه را کم کرد و با تماس الکتروود به کار قوس شروع شده سپس با گردش کلید تغییر آمپر به میزان لازم جریان را افزایش می‌دهیم و با دور کردن ترچ از کار قوس را قطع کرده و شیر گاز، روی دسته‌ی ترچ را می‌بندیم.



شکل ۱-۱۴ واحدهای مختلف دستگاه جوشکاری TIG



- ۱- کدام گزینه درباره جوشکاری غلط بیان شده است؟
- الف) جوشکاری یعنی یک پارچه شدن قطعات فلزی
- ب) استحکام کافی یک اتصال جوش از طریق پیوند بین اتمی آنها به وجود می آید.
- ج) اتصال قطعات به هم با استفاده از گرما
- د) حذف فاصله و ایجاد جاذبه بین اتمها در فصل مشترک دو قطعه
- ۲- در جوشکاری ذوبی لبه‌های قطعات تا چه مرحله‌ای باید گرم شوند؟
- الف) نزدیک ذوب شدن
- ب) سرخ شدن و چکش خوار شدن
- ج) ذوب شدن و کمی بالاتر از ذوب
- د) به نوع روش جوشکاری بستگی دارد
- ۳- در جوشکاری با شعله گاز به ترتیب تأمین گرما، حفاظت از مذاب و پر کردن درز به عهده کدام است؟
- الف) مشعل - حرارت - دست جوشکار
- ب) سوختن گاز - گازهای حاصل از سوخت - سیم جوش
- ج) گرمای سوختن - ندارد - سیم جوش
- د) سوختن گاز - ندارد - لبه‌های کار
- ۴- در جوشکاری با قوس الکتریک و الکتروود روپوش دار SMAW.....
- الف) ایجاد قوس و گرما و حفاظت از مذاب و پر کردن درز به عهده الکتروود است.
- ب) دستگاه قوس ایجاد می کند و الکتروود حفاظت و پر کردن درز را عهده‌دار است.
- ج) گرما و حفاظت به عهده قوس و الکتروود درز را پر می کند.
- د) گرما و حفاظت را روپوش الکتروود و پر کردن درز را مغز الکتروود تأمین می کند.
- ۵- در جوشکاری زیر پودری در کدام فرایند جوشکاری قوسی امکان استفاده از دو الکتروود با هم میسر است؟

الف) SMAW

ب) GTAW

ج) GMAW

د) SAW

۶- در جوشکاری GMAW سیم از کجا به یک قطب جریان وصل می شود و نقش الکتروود را ایفا می کند؟

الف) کلاف

ب) نازل

ج) قرقره ها

د) محل اتصال ترچ به سیستم تغذیه سیم

۷- در روشن GMAW گرم شدن آب و جاری شدن و سرد شدن آن به ترتیب در کجا اتفاق می افتد؟

الف) ترچ - تلمبه تا ترچ - رادیاتور

ب) در قوس - در ترچ - رادیاتور

ج) در مسیر - در ترچ - در برگشت به تلمبه

د) ترچ - در مسیر رفتن به ترچ - در برگشت

۸- در فرآیند GTAW یا TIG کدام گاز به کار نمی رود؟

الف) Ar

ب) Ar + He

ج) He

د) Ar + Co_۲

۹- کدام گزینه در GTAW در ردیف مواد مصرفی قرار ندارد ولی جزء مواد مصرفی به حساب می آید؟

الف) ترچ

ب) فیلر

ج) الکتروود تنگستن

د) کاغذ سنباده

۱۰- آیا در جوشکاری MIG، MAG و TIG ضرورت دارد بعد از قطع قوس دمش گاز کمی ادامه یابد؟ چرا؟

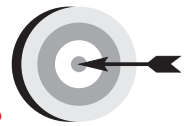
الف) بلی، حفاظت از الکتروود و انتهای خط جوش

ب) خیر، کار سریع سرد می شود

ج) بلی، سالم ماندن شعله پوش

د) بلی، سرد شدن ترچ جوشکاری

فصل دوم



هدف‌های رفتاری

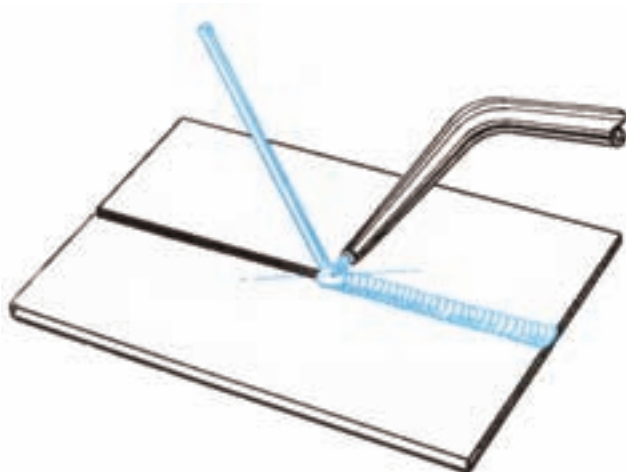
پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. گازهای قابل احتراق در جوشکاری گاز را نام ببرد.
۲. ویژگی استیلن به عنوان بهترین گاز سوختنی را شرح دهد.
۳. مقدار حجم کپسول اکسیژن و میزان فشار و ظرفیت آن‌ها را بیان کند.
۴. ویژگی‌های کپسول گاز قابل اشتعال را شرح دهد.
۵. رگولاتورهای دو مرحله‌ای و مزیت آن‌ها را توضیح دهد.
۶. تفاوت مشعل برشکاری با مشعل جوشکاری را شرح دهد.
۷. محاسن استفاده از شمعک نصب شده روی میز جوشکاری را توضیح دهد.
۸. نام دو نوع مشعل جوشکاری و تفاوت آن‌ها را بیان کند.

۲- اصول جوشکاری ذوبی با شعله گاز

با استفاده از مذاب کنترل شده می توان جوش های مناسبی به دست آورد با ایجاد حوضچه مذاب کوچک در فصل مشترک دو قطعه به وسیله ی گرمای حاصل از سوختن گاز لبه های اتصال ذوب شده و مذاب لبه ها به هم می رسند همان طور که می دانیم در مذاب اتم های فلزی بی نظم بوده و نظم خاصی ندارند و از طرف دیگر مذاب در تماس با فلز جامد است.

حال چنان چه حوضچه مذاب سرد شود انجماد صورت می گیرد یعنی از مرز مشترک حوضچه مذاب با جامد، دانه های فلزی شکل می گیرد و به مرکز حوضچه مذابی که در حال سرد شدن است گسترش می یابد تا انجماد کامل شود در حقیقت اتم های جامد در سطح تماس با مذاب دارای پیوندهای پر نشده هستند که اتم های ذوب در حال انجماد خودشان را به آن محلق می کنند و با ادامه این وضع انجماد کامل می شود و قطعات با هم یکپارچه می شوند، با ذوب کردن سیم جوش و اضافه شدن به مذاب لبه ها شیار و پخ بین دو قطعه هم به طور کامل پُر می شود. (شکل ۱-۲)



شکل ۱-۲ جوشکاری ذوبی با شعله

بدیهی است برای اتصال در تمام طول درز مشعل جوشکاری به صورت پیوسته و با سرعت مناسب پیشروی کرده و به جوشکاری تداوم می‌بخشد. امروزه این روش جوشکاری بیشتر در کارهای تعمیراتی و خصوصاً لحیم کاری سخت مورد استفاده است و کاربرد صنعتی آن بیشتر در برشکاری و گرم کاری و عملیات حرارتی است هم‌چنین برای صافکاری و راست و روکاری نیز به کار گرفته می‌شود و استفاده آن در اتصال قطعات ضخیم کم است به دلیل این که حجم وسیعی از فلز را باید حرارت دهیم تا لبه‌های آن ذوب شود، ناحیه HAZ^۱ بزرگی دارد و از نظر مصرف انرژی و زمان هم توجه ندارد. (شکل ۲-۲)

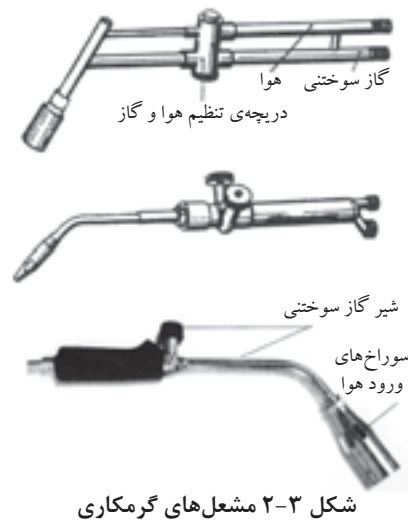


شکل ۲-۲ جوشکاری با شعله گاز

۲-۱ گازهای قابل احتراق

چند نوع گاز سوختنی در جوشکاری و برشکاری با شعله به کار گرفته می‌شود از جمله:

- ئیدروژن
- استیلن
- پروپان
- گاز مپ استیلن پروپادین MPS.MAPP
- گازهای طبیعی مخلوطی از ئیدروکربوها



شکل ۲-۳ مشعل‌های گرمکاری

^۱- Haz = Heat Afect Zone منطقه تحت تأثیر گرما

در این میان استیلن بهترین گازها است زیرا تمرکز حرارتی بیشتری داشته و کمترین واکنش را با فلز در حوضچه مذاب جوش دارد ولی گازهای دیگر برای برشکاری، جوشکاری بعضی از فلزات، لحیم کاری سخت و گرمکاری استفاده می شود (شکل ۲-۳) و برای استفاده هر گاز، مشعل مخصوص همان گاز باید به کار گرفته شود و حداکثر دمای گازهای مختلف در جدول (۲-۱) آمده است.

جدول ۲-۱		
راندمان حرارتی شعله Kcal/m ^۲	درجه حرارت شعله به °C	گاز سوختنی
۱۳۰۹۰	۳۰۸۷	گاز استیلن
۸۹۰۰	۲۵۳۸	گاز طبیعی
۲۲۲۴۰	۲۵۲۶	گاز پروپان
۲۱۲۴۰	۲۹۲۷	گاز مپ
-	۲۲۶۰	گاز نیدروژن

۲-۱-۱-۱ استیلن

گاز استیلن بهترین گاز سوختنی برای جوشکاری و برشکاری با شعله است که با راندمان حرارتی بالا سوخته و درجه حرارتی در حدود ۳۲۰۰°C تولید می کند (شکل ۲-۴) که با این درجه حرارت می توان اکثر فلزات و آلیاژها را ذوب نمود. گازی است بی رنگ با بوی نامطبوع و در اغلب مایعات آلی به نسبت های متفاوت حل می شود و مهمترین حلال گاز استیلن مایع استن (CH_3COCH_3) است، هر لیتر استن در درجه حرارت ۱۵°C و فشار معمولی ۲۵ لیتر استیلن را در خود حل می کند و به آرامی می تواند گازهای حل شده را آزاد کند به همین دلیل و برای ذخیره بیشتر در یک کپسول گاز استیلن را در مایع استن به صورت محلول ذخیره و نگهداری می کنند. (شکل ۲-۵)



شکل ۲-۴ شعله ی سوختن گاز استیلن با اکسیژن

زیرا چنانچه:

استیلن خالص متراکم شود خود به خود تجزیه و منفجر می شود.

همین طور:

مخلوط استیلن با اکسیژن یا هوا قابلیت انفجار دارد.



شکل ۲-۵ فضای داخل کپسول استیلن

۱- مخلوط ۲/۳ استیلن و ۹۷/۳ هوا

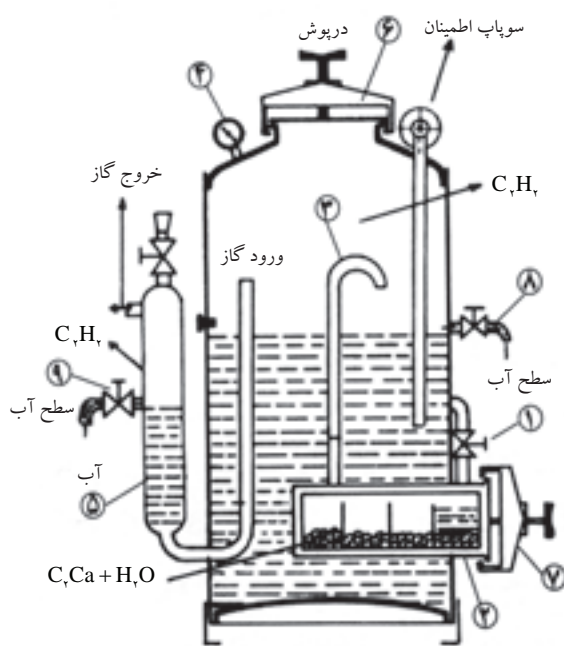
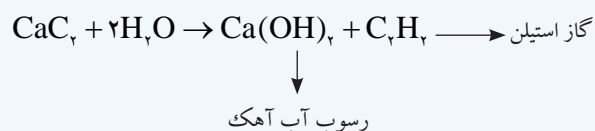
۲- مخلوط ۸۲/۱ استیلن و ۱۸/۱ هوا

۳- مخلوط ۹۳/۱ استیلن با ۷/۱ اکسیژن

نسبت مخلوط قابل انفجار استیلن با اکسیژن یا هوا			
درصد اکسیژن	درصد هوا	درصد استیلن	ردیف
—	۹۷/۳	۲/۳	۱
—	۱۸	۸۲	۲
۷	—	۹۳	۳
با ۲ اتمسفر فشار		۱۰۰	۴

وقتی استیلن به صورت واحدهای کوچک در استن حل باشد خطر انفجار از بین می‌رود.

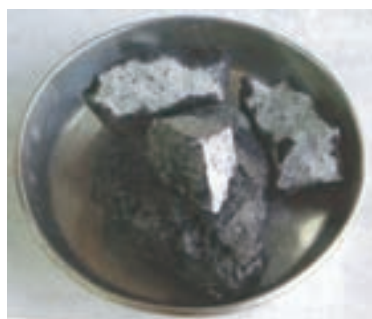
● طرز تهیه استیلن:



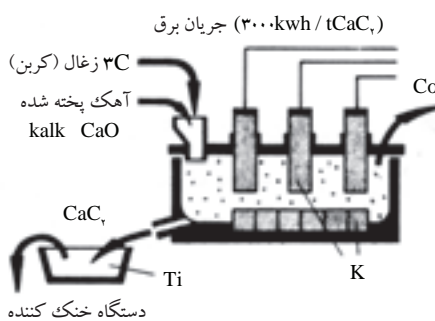
شکل ۶-۲ یک نوع مولد استیلن

از ترکیب کاربید کلسیم با آب گاز استیلن تولید می‌شود در سال‌های گذشته تهیه استیلن در کارگاه‌های کوچک جوشکاری توسط مولد استیلن انجام می‌شد (شکل ۶-۲) و کاربید و آب را در مولد با هم ترکیب کرده و از گاز استیلن تولید شده برای جوشکاری و برشکاری استفاده می‌کردند ولی امروزه این گاز به صورت محلول در استن در کپسول‌ها ذخیره شده و در اختیار صنعت گران قرار می‌گیرد.

در کارخانجات تولید کاربید، آهک زنده (CaO) را با ذغال کک (C) در کوره الکتریکی حرارت داده و کاربید کلسیم به صورت مذاب تولید می‌شود (شکل ۲-۷) که پس از سرد شدن به صورت کلوخه و پودر در بشکه‌های سر بسته به بازار عرضه می‌شود. کاربید علاوه بر مصارف جوشکاری در صنایع پتروشیمی نیز کاربرد دارد. (شکل ۲-۸)

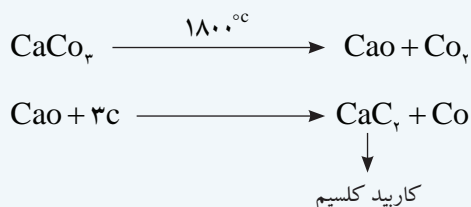


شکل ۲-۸ مقطع شکسته شده‌ی سنگ کاربید و شکل ظاهری آن



شکل ۲-۷

فرمول شیمیایی تهیه‌ی کاربید به شرح زیر است:



۲-۱-۲ ویژگی‌های حرارتی گازها

در جوشکاری ارزش حرارتی - درجه حرارت شعله - و نسبت مخلوط گاز با اکسیژن برای رسیدن به سوخت کامل همواره مورد توجه قرار دارد.

- انرژی حرارتی: مقدار گرمایی که یک گاز سوختنی هنگام احتراق کامل در شرایط معمول ایجاد می‌کند ارزش حرارتی آن گاز نامیده می‌شود.
- درجه حرارت شعله: بیشترین دمای سوختن کامل هر گاز را گویند.
- میزان اکسیژن مصرفی: نسبت مخلوط اکسیژن با گاز سوختنی زمان احتراق کامل مورد نظر است و در جدول (۲-۲) خصوصیات حرارتی گازها آمده است.

جدول ۲-۲ درجه حرارت شعله و ارزش حرارتی گازهای سوختنی در برشکاری

راندمان حرارتی شعله Kcal/m ^۲	درجه حرارت شعله به C°	گاز سوختنی
۵۶۹۰۰	۳۰۸۷	استیلن
۱۸۰۰۰	۲۵۳۸	گاز طبیعی
۹۲۹۰	۲۵۲۶	گاز پروپان

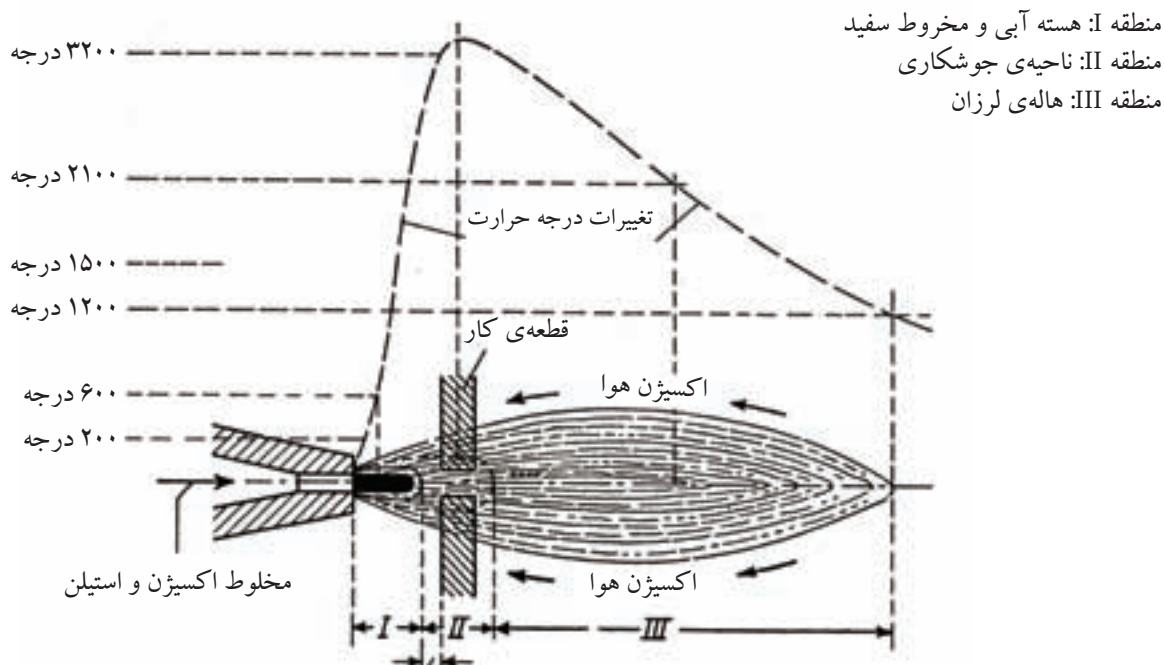


شکل ۹-۲ شیر تنظیم گاز

● شعله اکسی استیلن

ایجاد شعله و کامل شدن عمل احتراق در دو مرحله انجام می‌گیرد: مرحله‌ی اول گاز استیلن و اکسیژن به نسبت یک به یک از مشعل خارج می‌شود (به وسیله‌ی پیچ‌های تنظیم روی مشعل) (شکل ۹-۲) و مشتعل می‌گردد و گاز نیدروژن و اکسید کربن حاصل می‌شود.

در مرحله‌ی دوم گازهای نیدروژن و اکسید کربن (Co) از هوای اطراف خود اکسیژن گرفته و سوختن کامل می‌شود و گازهای H_2O و Co^2 حاصل سوختن است به شکل (۱۰-۲) توجه کنید.



۲ تا ۵ میلی‌متر بر حسب بزرگی و طول شعله

شکل ۱۰-۲ نمودار درجه حرارت شعله

۲-۲ اکسیژن

آتمسفر موجود در اطراف کره‌ی زمین چنانچه عاری از رطوبت باشد دارای درصدهای حجمی زیر است: (جدول ۲-۳)

ردیف	نام گاز	فرمول گاز	درصد موجود در آتمسفر
۱	ازت	N _۲	۷۸
۲	اکسیژن	O _۲	۲۱
۳	آرگون	Ar	۰/۹۴
۴	بی‌اکسید کربن	CO _۲	۰/۰۳
۵	نیدروژن	H _۲	۰/۰۱
۶	نئون	Ne	۰/۰۰۲۳
۷	هلیوم	He	۰/۰۰۰۴
۸	کریتون	Kr	۰/۰۰۰۰۵
۹	گزنون	Xe	۰/۰۰۰۰۰۶

البته همیشه همراه هوا درصد بیشتری از گاز CO_۲ وجود دارد که پس از تصفیه مقدار جزئی در هوا خواهد بود.

در جوشکاری گازی تنها اکسیژن عامل سوختن است و سایر گازها نقشی در احتراق ندارد. (استفاده از هوای فشرده به عنوان عامل سوخت در جوشکاری گاز باعث کاهش راندمان حرارتی شده و بعضی از گازهای موجود در هوا مثل ازت و هیدروژن می‌تواند با فلز جوش ترکیب یا مخلوط شده و کیفیت جوش را کاهش دهند).

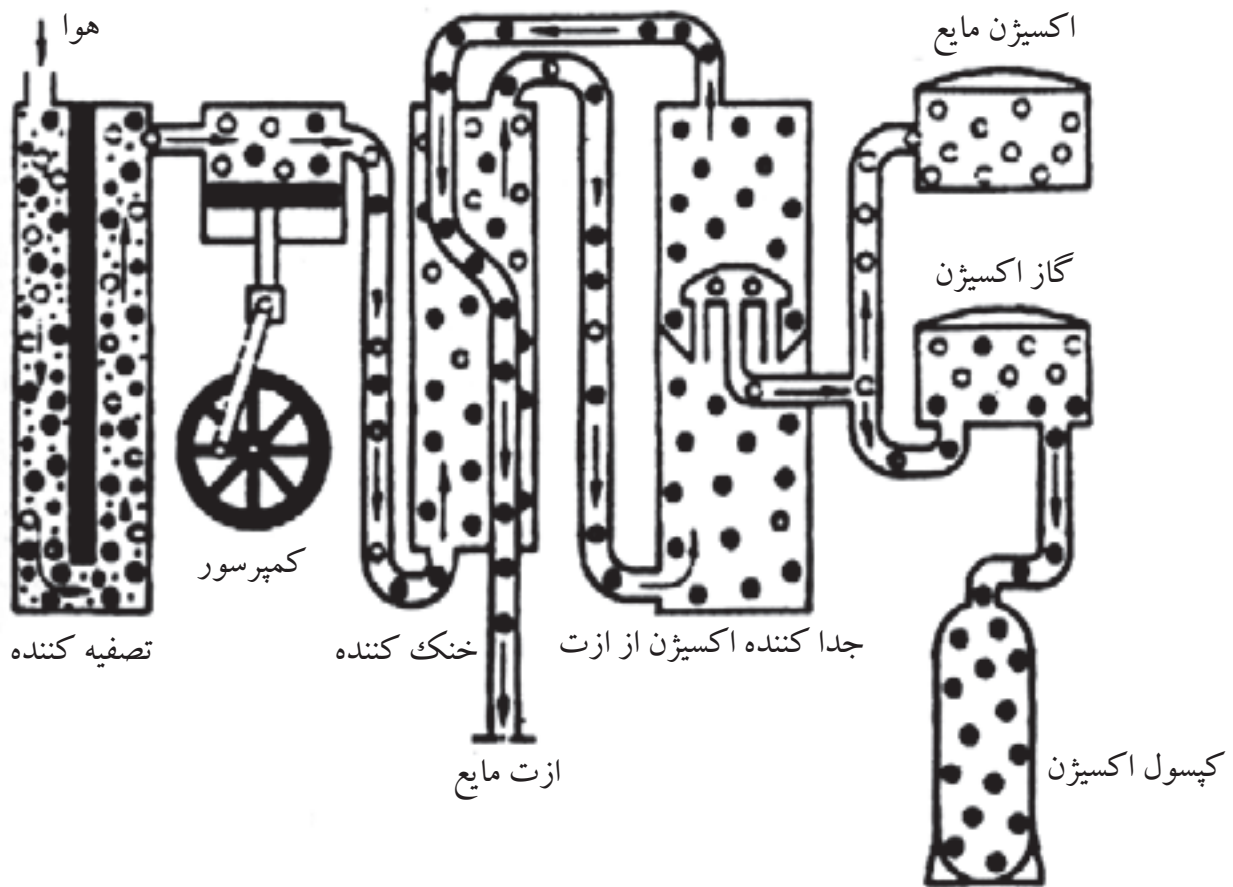
اکسیژن گازی است بی‌بو بدون رنگ و بدون طعم و یکی از فراوان‌ترین عنصر موجود در طبیعت است، $\frac{۷}{۸}$ وزن آب‌ها را نیز تشکیل می‌دهد. اکسیژن خود نمی‌سوزد ولی برای احتراق و اشتعال هر ماده سوختنی لازم است.

۲-۲-۱ طرز تهیه اکسیژن

گاز اکسیژن که مورد نیاز صنایع مختلف و خدمات پزشکی است امروزه طی مراحل زیر از هوا تهیه می‌کنند که در نظر اقتصادی مقرون به صرفه است.

الف) حذف ناخالصی‌ها شامل گرد و غبار، دی اکسید کربن، رطوبت و غیره از هوا.
 ب) متراکم کردن هوا از ۶ تا ۲۰۰ برابر فشار هوای جو
 ج) سرد کردن هوای فشرده در فشار ۳۹ اتمسفر و دمای -140°C تا مایع شود
 د) کاهش فشار برای جدا شدن ازت از هوای مایع
 هـ) اکسیژن مایع باقی مانده دارای خلوص ۹۸٪ است.

که هم به صورت مایع در مخازن مخصوص ذخیره می‌شود و هم به صورت گاز در کپسول‌ها با ظرفیت‌های متفاوت برای مصارف مختلف به صورت متراکم ذخیره می‌شود. شکل (۱۱-۲) هر لیتر اکسیژن مایع به ۸۵۰ لیتر اکسیژن ۱۵ درجه سانتیگراد تبدیل می‌شود پس در صنایعی مانند صنایع فولادسازی برای جاگیری کمتر از اکسیژن مایع ذخیره شده در مخزن استفاده می‌کنند یا از تولید مستقیماً توسط لوله به محل مصرف هدایت می‌شود.



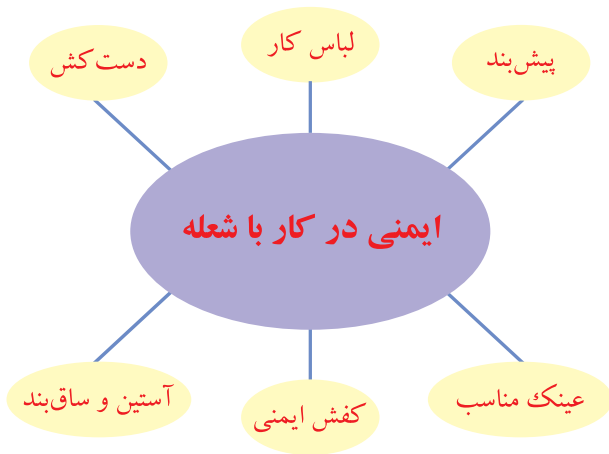
شکل ۱۱-۲ نمای طرز تهیه اکسیژن از هوا

● برای کار کردن ایمن با شعله‌ی به اقلام زیر نیاز

است:

لباس کار، پیش‌بند، دست‌کش چرمی، کفش ایمنی، ساق‌بند و گاهی آستین هم‌چنین از عینک جوشکاری با شیشه و شماره‌ی مخصوص جوشکاری که به طور مختصر به آن‌ها خواهیم پرداخت.

(شکل ۱۴-۲)



شکل ۱۴-۲

۱-۳-۲ کپسول اکسیژن

اکسیژن مورد استفاده جوشکاری در کپسول‌های فولادی که به روش کششی عمیق و بدون درز ساخته شده است با فشار ۱۵۰ تا ۱۶۵ bar پر می‌شود و حجم داخلی کپسول‌های جوشکاری ۴۰ لیتر و یا ۵۰ لیتر است و چون با فشار ۱۵۰ برابر آتمسفر پر شده بنابراین ظرفیت کپسول‌ها $Q = 40 \times 150 = 6000 \text{ lit}$ یا معادل ۶ متر مکعب گاز در شرایط متعارفی است. کپسول‌های گاز اکسیژن با ظرفیت‌های کم‌تر برای مصارف خاص نیز می‌سازند. ضخامت دیواره کپسول اکسیژن ۱۰-۹ میلی‌متر شیر فلکه کپسول راست گرد و با دست باز و بسته می‌شود یک کلاهک شیر فلکه کپسول را حفاظت می‌کند که موقع استفاده از کپسول باید باز شود. کپسول‌های گاز باید همواره به دیوار یا چرخ حمل کپسول با زنجیر بسته شوند. (شکل ۱۵-۲) رنگ کپسول اکسیژن سیاه بوده و به رنگ تیره مشاهده می‌شود.

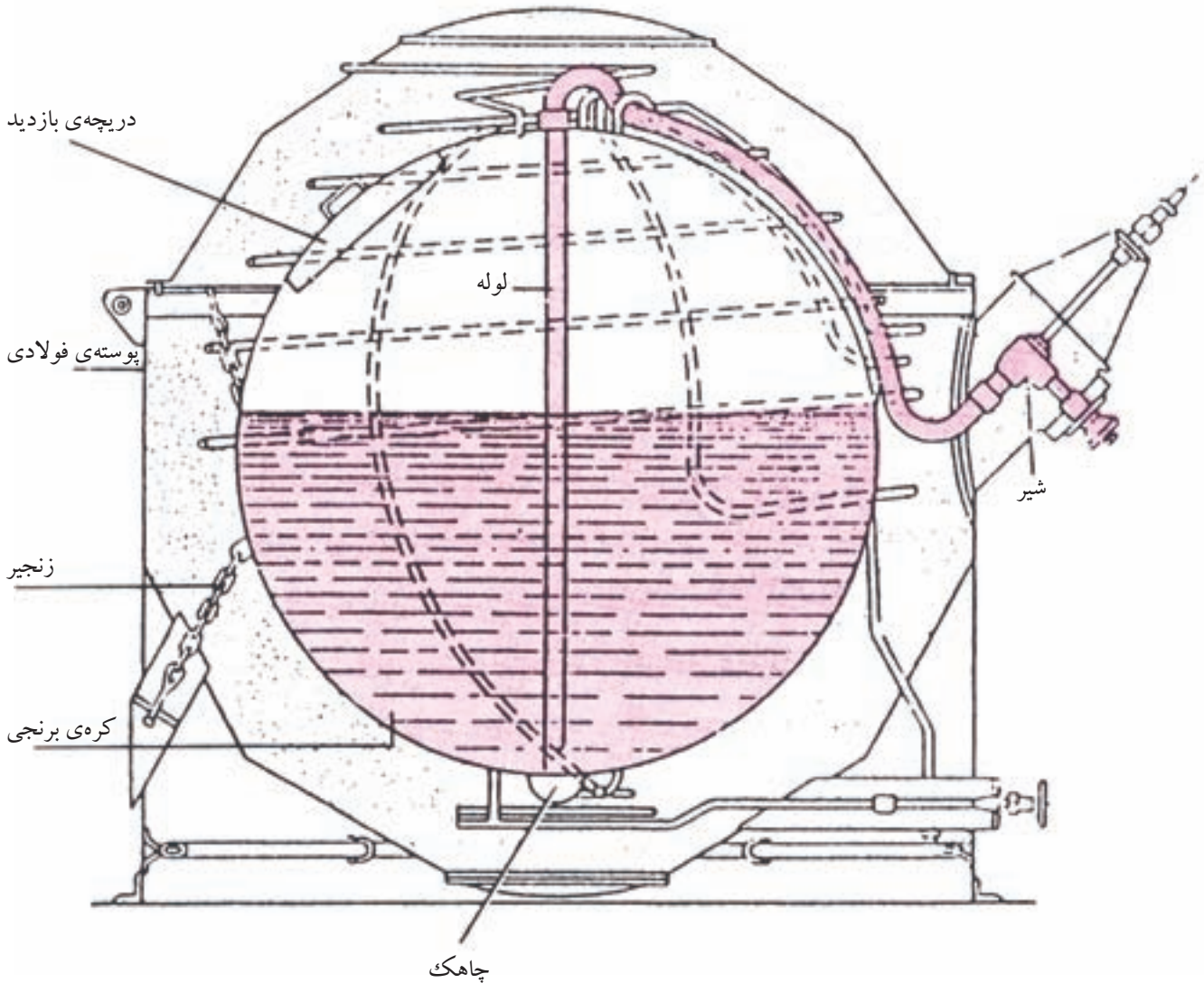


شکل ۱۵-۲ کپسول‌ها بالت وزنجیر

● مخزن اکسیژن مایع

اگر مصرف اکسیژن خیلی زیاد باشد می‌توان از اکسیژن مایع استفاده کرد در شکل (۱۶-۲) نوعی مخزن اکسیژن مایع نشان داده شده است که قسمت‌های مختلف آن نمایان است. در کارگاه‌های بزرگ که چندین جوشکاری مشغول کار هستند می‌توان با به هم بستن

کپسول‌های اکسیژن یک پست مرکزی اکسیژن تدارک کرد و توسط لوله‌ی فولادی بدون درز که اکسیژن با فشار ایمن را در آن‌ها جریان پیدا کند به چندین محل جوشکاری رساند. (شکل ۲-۱۶)



شکل ۲-۱۶ نوعی مخزن برای ذخیره‌سازی اکسیژن مایع

۲-۳-۲ کپسول استیلن

یک کپسول فولادی است که قطر بزرگ‌تری از کپسول اکسیژن دارد و در ورق‌ها فولادی ساخته شده و درزهای آن جوشکاری شده است داخل کپسول بر خلاف کپسول اکسیژن توسط ماده‌ای متخلخل (سیمان مخصوص و ذغال چوب و سنگ‌های متخلخل

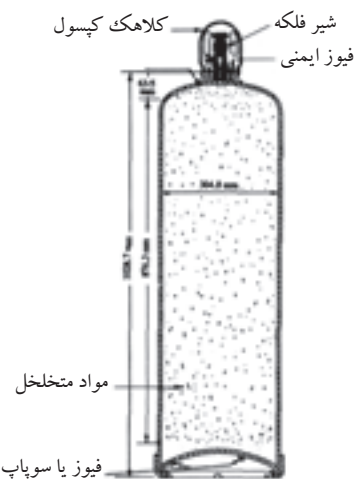
سیلیس دار) پوشانده شده که با مقدار ۱۶ لیتر مایع استن قابلیت حل مقدار ۶ متر مکعب گاز استیلن را در خود دارد.

چون هر لیتر استن در شرایط متعارفی ۲۵ لیتر استیلن را در خود حل می کند و در فشار ۱۵ bar ($25 \times 15 = 375$) لیتر استیلن در یک لیتر استن حل می شود و در ۱۶ لیتر یعنی $Q = 16 \times 375 = 6000 \text{ lit}$ ظرفیت کپسول پر است. (شکل ۱۷-۲)

چون هر لیتر استن در فشار ۱۵ bar (وقتی کپسول پر است) می توان ۳۷۵ لیتر استیلن را در خود حل کند.

زروه محل اتصال به رگولاتور در کپسول های استیلن مانند سایر گازهای قابل اشتعال چپ گرد ساخته شده و روی سطوح جانبی مهره اتصال رگولاتور به کپسول استیلن شیاردار است و قابل شناسایی می باشد. (شکل ۱۸-۲)

نمی توان از هر کپسول استیلن در ساعت بیش از $\frac{1}{4}$ ظرفیت آن گاز دریافت نمود (مایع استن با گاز خارج می شود) لذا برای مصرف بیشتر و استفاده در خط لوله گاز باید از پست مرکزی استیلن مطابق شکل (۱۹-۲) استفاده کرد.



شکل ۱۷-۲

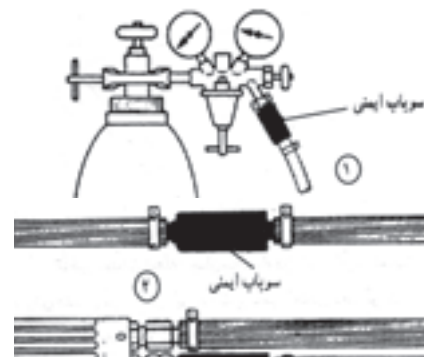


شکل ۱۹-۲ پست مرکزی استیلن



شکل ۱۸-۲ مهره چپ گردوشیار

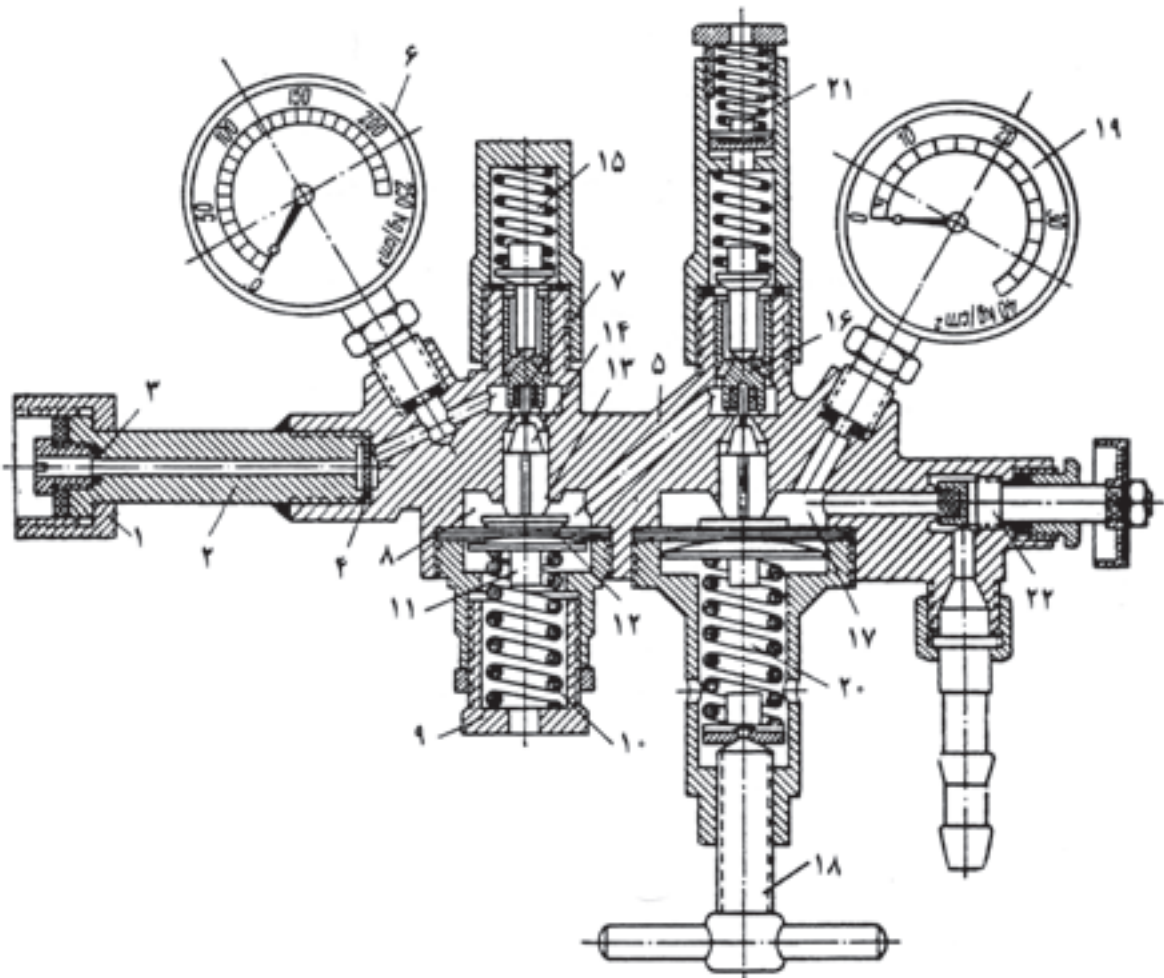
گاز استیلن چون به راحتی مشتعل می شود و با فشار کم مورد استفاده واقع می شود امکان برگشت شعله به داخل لوله گاز وجود دارد ضرورت دارد هر کجا از خط لوله استیلن می گیریم یک سوپاپ یک طرفه یا یک کپسول حفاظتی سر راه قرار داشته باشد تا خطر انفجار خط لوله و مخازن گاز مرتفع شود (شکل ۲۰-۲) کپسول های استیلن همواره باید ایستاده مورد استفاده واقع شود و یا به دیواره و یا ارابه محکم بسته شده باشد.



شکل ۲۰-۲ سوپاپ یک طرفه

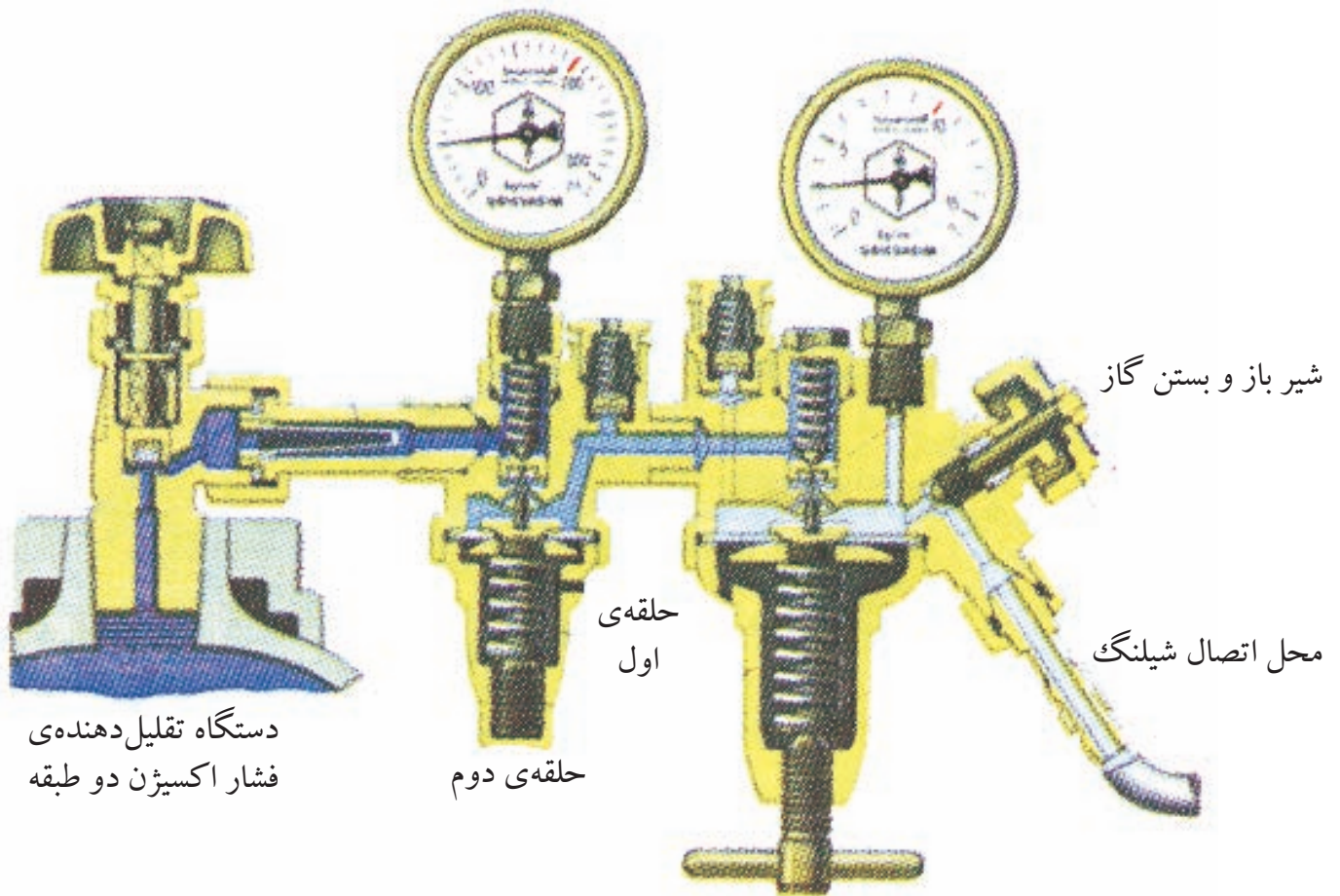
۲-۳-۳ رگولاتورها

گازها در کپسول با فشار زیادی ذخیره می‌شوند و این فشار برای جوشکاری مناسب نیست و باید با رگولاتور (دستگاه تقلیل و تنظیم فشار) فشار گاز کاهش داده شود تا گاز به طور یکنواخت و با فشار مناسب به طرف مشعل هدایت شود. در عمل از رگولاتورهای یک مرحله‌ای و رگولاتورهای دو مرحله‌ای استفاده می‌شود. (شکل‌های ۲-۲۱ و ۲-۲۱-۱)



- | | | |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| ۱- مهره اتصال روی کپسول | ۹- مهره تنظیم فشار | ۱۷- اتافک دوم کاهش فشار |
| ۲- لوله واسطه | ۱۰- فنر اصلی | ۱۸- پیچ تنظیم فشار مورد لزوم |
| ۳- مجرای ورود گاز | ۱۱- میله تنظیم فشار | ۱۹- درجه فشار گاز مورد لزوم |
| ۴- واشر جذب کننده حرارت | ۱۲- صفحه تنظیم فشار | ۲۰- فنر اصلی تنظیم فشار مورد لزوم |
| ۵- بدنه | ۱۳- واسطه اتصال حرکت | ۲۱- سوپاپ ایمنی |
| ۶- درجه فشار کپسول | ۱۴- واسطه بالا برنده سوپاپ | ۲۲- پیچ قطع جریان گاز |
| ۷- سوپاپ کاهش فشار | ۱۵- فنر برگشت سوپاپ | |
| ۸- اتافک اول کاهش فشار | ۱۶- سوپاپ کاهش فشار | |

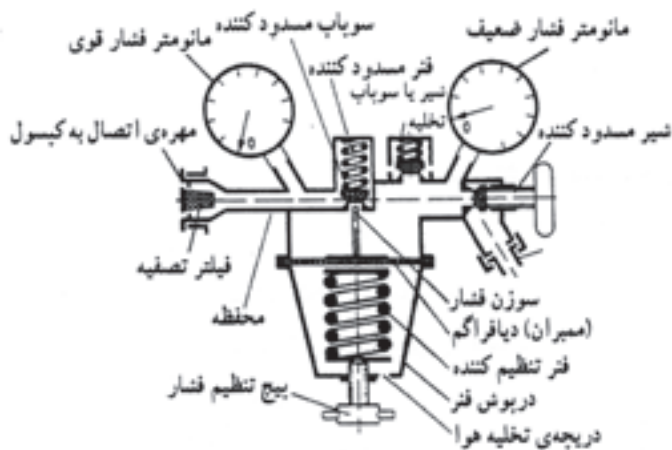
شکل ۲-۲۱-۱ نمای برش خورده‌ی یک نمونه رگولاتور فشار گاز، نوع دو مرحله‌ای



پیچ تنظیم گاز

شکل ۱-۲۱-۲ برش کبرل و رگولاتور دو مرحله ای گاز اکسیژن

در عمل بیشتر از رگولاتورهای یک مرحله استفاده می شود در این رگولاتورهای یک فشارسنج فشار گاز داخل کپسول و فشارسنج دیگر فشار گاز مصرفی را نشان می دهد. (شکل ۲۲-۲)



شکل ۲-۲۲ برش و رگولاتور یک مرحله ای

روش کار بدین ترتیب است که گاز از دریچه‌ی اول وارد یک فضای بزرگ‌تر شده و انبساط پیدا می‌کند و فشار آن کاهش می‌یابد و از طریق شیر به شیلنگ هدایت می‌شود. هر رگولاتور دارای یک پیچ است که با گردش آن می‌توان حجم این فضا را بزرگ‌تر کرده و یا کاهش داد و فشار گاز را تنظیم نمود با توجه به شکل (۲۲-۲) سایر قسمت‌های رگولاتور و طرز کار آن‌ها مشاهده کنید و برای دوستان خود توضیح دهید.

در رگولاتور دو مرحله‌ای فشار گاز در دو مرحله کاهش یافته و تنظیم می‌شود مطابق شکل (۲۲-۱) مثلاً از مرحله‌ی اول از ۱۵۰ به ۱۵ و در مرحله‌ی بعد به ۲ یا سه بار کاهش می‌یابد. حُسن رگولاتورهای دو مرحله در تنظیم دقیق‌تر و ثابت بودن فشار گاز مصرفی در مراحل مختلف خالی شدن کپسول گاز است.



شکل ۱-۲۲-۲ بستن رگولاتور به کپسول

رگولاتور کپسول اکسیژن دارای نشانه‌ی آبی در وسط صفحه مدرج است به علاوه فشار اولیه تا (۲۰۰ bar) درجه‌بندی شده.

و چنانچه گفته شد رگولاتور استیلن دارای مهره چپ گرد بوده و مهره اتصال به کپسول شیاردار است به علاوه روی فشار سنج اولیه درجات تا (۱۵ bar) مشاهده می‌شود و در داخل صفحه مدرج نشانه زرد رنگ دیده می‌شود.

۲-۳-۴ شیلنگ‌های انتقال گاز



شکل ۲-۲۳ لایه‌های شیلنگ‌های گاز

شیلنگ‌های مورد استفاده در جوشکاری گاز در ردیف انواع پر فشار و از جنس نئوپرن ساخته شده و روکش سه لایه کامپوزیت از برزنت و لاستیک دارند در نتیجه هم سبک بوده و هم استحکام کافی داشته و در مقابل سایش مقاومت می‌کنند. (شکل ۲-۲۳)

گروهی از این شیلنگ‌ها دو قلوبه هم چسبیده بارنگ‌های سبز و قرمز یا آبی و نارنجی تهیه می‌شوند. شیلنگ‌ها با قطر داخلی $\frac{3}{16}$ ، $\frac{1}{4}$ و $\frac{3}{8}$ اینچ در بازار وجود دارد نوع $\frac{3}{16}$ اینچ بسیار سبک و قابل انعطاف است و برای کارهای سبک جوشکاری مورد استفاده است.

نوع $\frac{3}{8}$ اینچ برای جوشکاری و گرمکاری و برشکاری قطعات فلزی ضخیم تر مورد استفاده است شیلنگ‌ها واسطه‌ی بین رگولاتور و مشعل جوشکاری هستند.

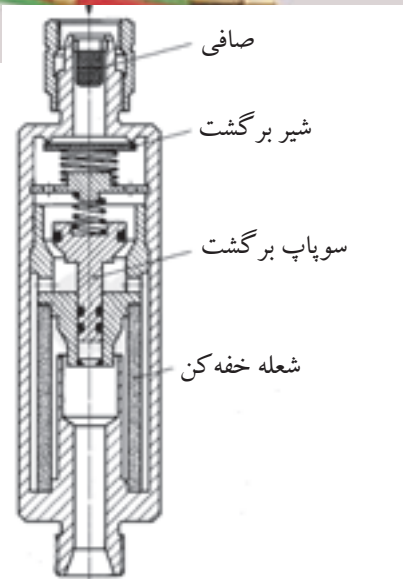
دو سر شیلنگ‌ها به وسیله‌ی بست مخصوص بر سر شیلنگی محکم شده و به رگولاتور و مشعل پیچ می‌شوند. (شکل ۲-۲۴)



شکل ۲-۲۴ شیلنگ و سر شیلنگی

۲-۳-۵ شیر، مانع برگشت شعله

با نصب شیر مانع برگشت شعله در مسیر عبور گازها می‌توان از خطر انفجار مخلوط گاز و اکسیژن در اثر برگشت شعله جلوگیری کرد، برگشت شعله زمانی اتفاق می‌افتد که فشار یک گاز کم شده و گاز دیگر وارد شیلنگ گاز دوم شود و دو گاز در حالی که گرم هستند با هم مخلوط شوند که باعث ترکیب سریع آن دو شده و سریعاً انفجار اتفاق می‌افتد این گونه شیرها مانع برگشت گازها شده و خطر مرتفع می‌شود شیرها مانع برگشت مورد استفاده باید استاندارد باشد و مورد تأیید قرار گرفته باشد. (شکل ۲-۲۵)



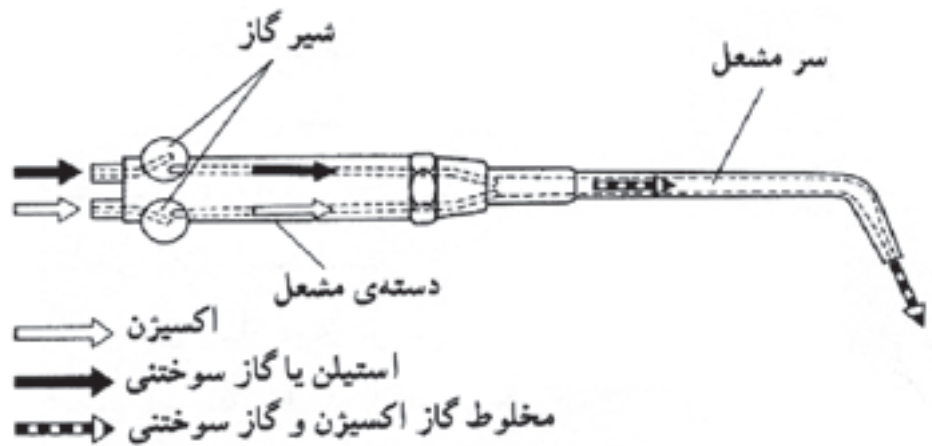
شکل ۲-۲۵ سوپاپ یک طرفه

۲-۳-۶ مشعل های جوشکاری

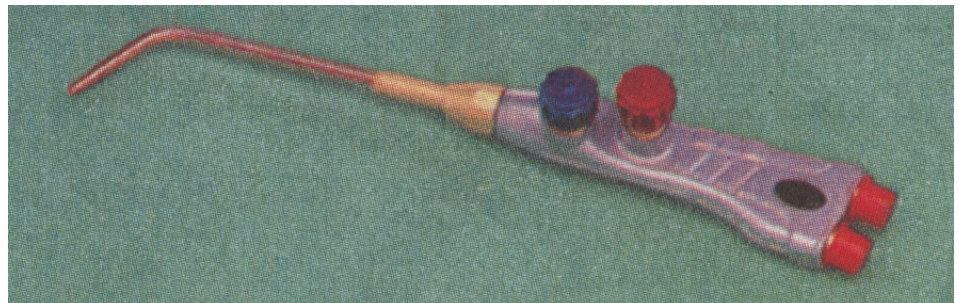
وسیله ای برای مخلوط کردن گازها و تنظیم میزان و نسبت آن‌ها تا از دهانه سر مشعل خارج شده و بسوزد به علاوه شعله حاصل از سوخت یک شعله هم گرا باشد تا تمرکز حرارت ایجاد شده موجب ذوب کردن حجم کوچکی از لبه های اتصال شود. مشعل های جوشکاری دو دسته اند:

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

در مشعل های فشار برابر مطابق شکل (۲-۲۶) گاز اکسیژن و استیلن با فشار مساوی وارد محفظه اختلاط شده و با هم مخلوط می شوند و در سر مشعل با جرقه فندک جوشکاری روشن شده و شعله متمرکز ایجاد می کنند در گذشته این مشعل در جوشکاری بیشتر مورد استفاده بوده است. (شکل ۱-۲۶-۲)



شکل ۲-۲۶-۲ مسیر گاز در مشعل جوشکاری



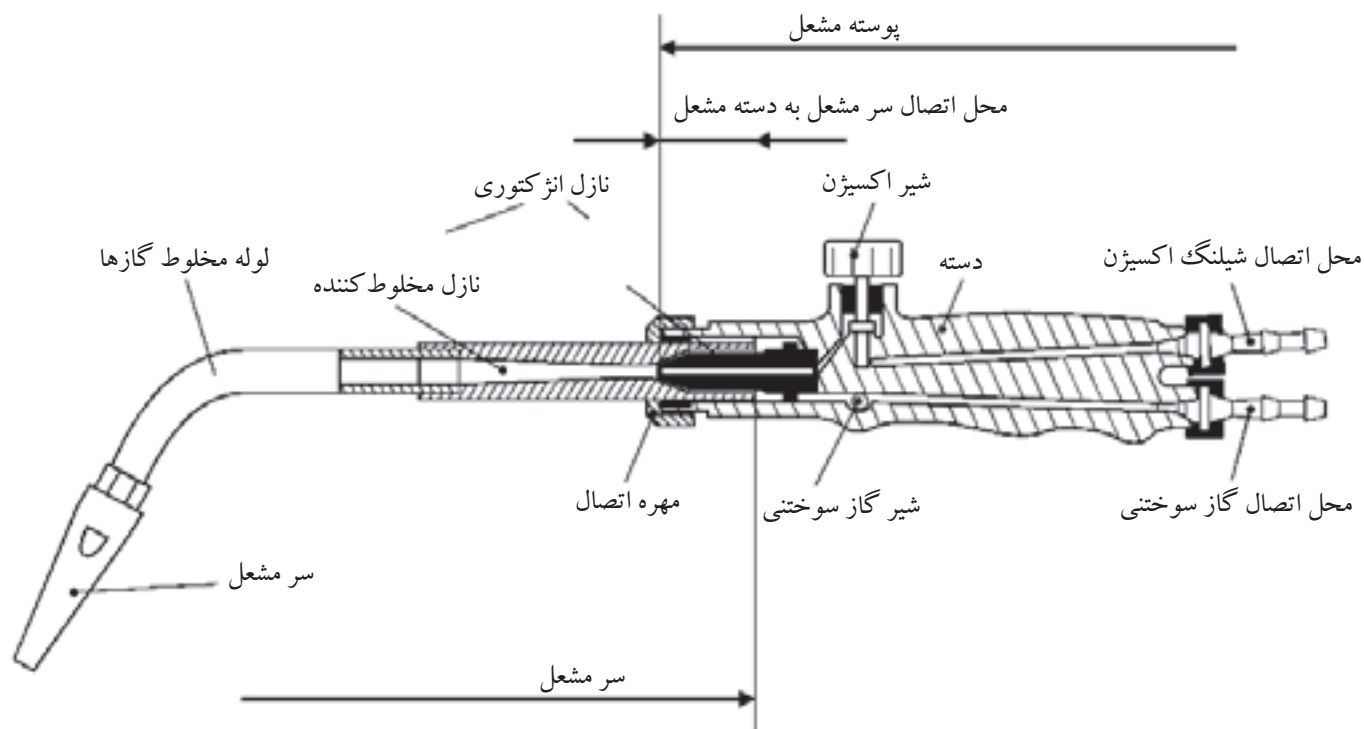
شکل ۱-۲۶-۲ قسمت های ظاهری مشعل

● مشعل های فشار ضعیف یا انژکتوری

در این مشعل ها فشار گاز سوختنی کم و فشار اکسیژن بیشتر است و گاز سوختنی و اکسیژن به وسیله ای انژکتور با هم مخلوط می شوند و امروزه بیش تر مورد استفاده است.

عمل مخلوط شدن گاز اکسیژن با گاز سوختی در سر مشعل انجام می شود انژکتور سوراخ ریزی است در وسط که اطراف آن روزنه هایی به شکل تاج دایره تعبیه شده است.

(شکل ۲۷-۲)



شکل ۲۷-۲ دسته مشعل و سر مشعل جوشکاری

گاز سوختی از روزنه های اطراف انژکتور با فشار کمتر از یک bar وارد محفظه اختلاط شده و اکسیژن از طریق سوراخ ریز انژکتور که در وسط قرار دارد با فشار (۲-۳ bar) به محفظه دمیده می شود تا گازها را با هم مخلوط کند و از پستانک سر مشعل خارج شوند سوراخ پستانک سر مشعل مخروطی شکل است و شعله متمرکز ایجاد می کند.



شکل ۲۸-۲

همراه هر دسته مشعل جوشکاری چند سر مشعل جوشکاری با شماره های مختلف وجود دارد در بعضی از انواع قدیمی تعداد زیادی سر مشعل وجود دارد و امروزه با تعداد کمتری سر مشعل به بازار عرضه می شود که در شکل های (۲-۲۸) و (۲-۲۸-۱) مشاهده می شود.



شکل ۲۸-۱ سر مشعل های مخصوص جوشکاری

سر مشعل ها دارای شماره هایی هستند که روی سر مشعل حک می شود و استاندارد خاصی ندارند و با توجه به ضخامت ورق مورد استفاده یا مصرف هر کدام از گازها در

یک ساعت شماره گذاری شده‌اند جدول (۲-۴).

جدول ۲-۴ شماره‌ی مشعل با توجه به ضخامت ورق			
شماره‌ی مشعل میلی متر	ضخامت ورق میلی متر	مصرف استیلین لیتر در ساعت	۷
۱-۲	۱	۱۵۰	۱۵۰
۲-۴	۲ تا ۴	۳۰۰	۳۰۰
۴-۶	۴ تا ۶	۵۰۰	۵۰۰

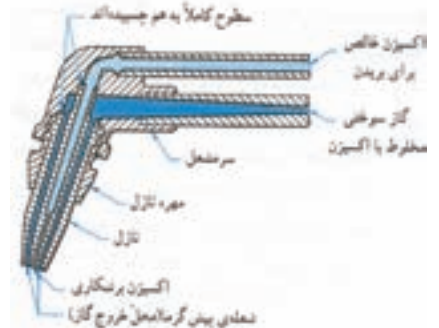
فشار گازها با توجه به بزرگی و کوچکی سر مشعل باید تنظیم شود به جدول (۲-۵) توجه کنید.

جدول ۲-۵ انتخاب سر مشعل در رابطه با ضخامت ورق و فشار گاز					
ضخامت ورق فولادی بر حسب اینچ	فشار گازها بر حسب پوند بر اینچ مربع PSi				اندازه‌ی قطر سوراخ نازل بر حسب اینچ
	فشار قوی		انژکتوری		
	O _۲	C _۲ H _۲	O _۲	C _۲ H _۲	
۰/۰۱	۱	۱	۵-۷	۵	۰/۰۲۲۵
۰/۰۱۶	۱	۱	۷-۸	۵	۰/۰۲۸۰
۰/۰۱۹	۱	۱	۷-۱۰	۵	۰/۰۲۸۰
$\frac{1}{32}$	۲	۲	۷-۱۸	۵	۰/۰۳۵۰
$\frac{1}{16}$	۳	۳	۸-۲۰	۵	۰/۰۴۶۵
$\frac{3}{32}$	۴	۴	۱۵-۲۰	۵	۰/۰۵۵۰
$\frac{1}{8}$	۴	۴	۲۴-۱۲	۵	۰/۰۵۹۰
$\frac{3}{16}$	۵	۵	۲۵-۱۶	۵	۰/۰۷۰
$\frac{1}{4}$	۶	۶	۲۰-۲۹	۵	۰/۰۸۱
$\frac{3}{8}$	۷	۷	۲۴-۳۳	۵	۰/۰۸۶
$\frac{1}{2}$	۸	۸	۲۹-۳۴	۵	۰/۰۹۸
$\frac{5}{8}$	۹	۹	۳۰-۴۰	۵	۰/۱۲۸۵
$\frac{3}{4}$	۱۰	۱۰	۳۰-۴۰	۵	۰/۱۳۶۰
۱	۱۲	۱۲	۳۰-۴۲	۵	۰/۱۵۴۰

۷-۳-۲ مشعل برشکاری

مشعل جوشکاری دارای قسمت‌های زیر است:

- دسته مشعل
- شیرهای تنظیم گاز
- لوله اختلاط
- پستانک



مسیر عبور گاز در مشعل برش

در مشعل برشکاری علاوه بر شیر اکسیژن برای سوختن گاز یک مسیر اضافی اکسیژن دارد که به آن اکسیژن برشکاری گویند در حقیقت اکسیژن برشکاری که با یک اهرم یا یک شیر اضافی باز و بسته می‌شود موجب سوختن فلز شده و آن را اکسید کرده و ضمن ایجاد گرمای بیشتر عمل برشکاری هم انجام می‌شود و با حرکت پیشروی مشعل روی مسیر حرکت برشکاری انجام می‌شود. (شکل ۲-۲۹)



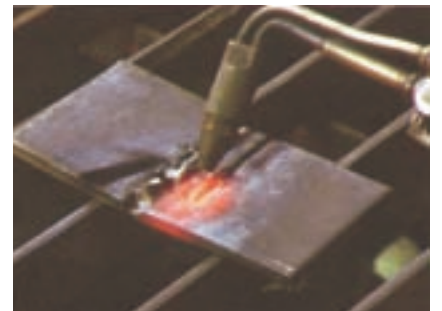
شکل ۲-۲۹ مشعل دوپارچه برشکاری



مقطع مشعل برش

مشعل برشکاری دو گونه‌اند یکی از این مشعل‌ها به دسته مشعل جوشکاری بسته می‌شود زیرا این گونه دسته مشعل هم برای جوشکاری و هم برای برشکاری طراحی شده است. (شکل ۲-۳۰)

گروه دیگر مشعل‌های مخصوص برشکاری هستند که فقط برای برشکاری مورد استفاده واقع می‌شود. (شکل ۲-۳۰-۱)



شکل ۲-۳۰ برشکاری با مشعل

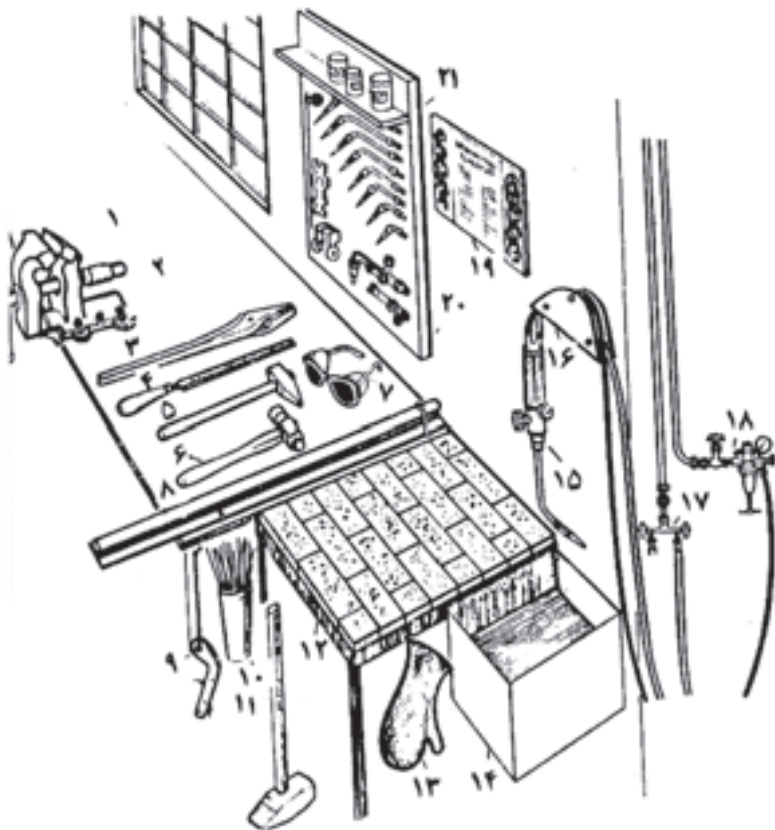


شکل ۲-۳۰-۱ مشعل یک پارچه برشکاری

در این نوع مشعل‌های برش، مشعل و دسته مشعل یکپارچه هستند و شیلنگ‌های گاز سوختنی و اکسیژن به طور مستقیم به آن‌ها وصل شده و مورد استفاده واقع می‌شود چون در برشکاری از گازهای پروپیلن و پروپان و استیلن استفاده می‌شود لازم است از مشعل برش مخصوص همان گاز استفاده شود. مشعل‌های برشکاری که با استیلن کار می‌کنند دارای مسیرهای عبور گاز باریک‌تر و مشعل‌هایی که با گازهای نفت کار می‌کنند دارای مسیرهای گاز سوختنی با قطر بیشتر هستند در شکل (۲-۳۱) قسمت‌های مختلف یک مشعل جوشکاری که تبدیل به مشعل برشکاری شده مشاهده می‌شود.



شکل ۲-۳۱ یک مشعل جوشکاری که با نصب «کله‌گی» مبدل به مشعل برشکاری شده در انتهای آن چرخ‌های هدایت، قرار گرفته است.



شکل ۲-۳۲ میز و ابزار کار جوشکاری با شعله گاز

۲-۳-۸ میز کار جوشکاری

یک میز کار جوشکاری با شعله گاز مطابق آن چه که در شکل (۲-۳۲) مشاهده می‌کنید برای جوشکاری و لحیم‌کاری سخت روی قطعات کوچک مورد استفاده است. گازهای مصرفی از طریق سیستم لوله‌کشی به محل کار می‌رسد.

۲-۳-۹ دستگاه شمعک روی میز کار

برای صرفه‌جویی در گاز وسیله‌ی بسیار سودمندی در محل جوشکاری گاز و یا روی میز کار جوشکاری نصب می‌شود این وسیله از دو شیر تشکیل می‌شود که در حالت عادی یک فنر آن دو شیر را باز نگه می‌دارد و گازها از این مسیر به مشعل می‌رسند اما به محض آن که جوشکار مشعل را به اهرم کنترل این وسیله آویزان کند (قرار دهد) شیرها بسته می‌شود و شعله خاموش می‌شود و با برداشتن دسته‌ی مشعل از روی اهرم گازها جریان پیدا کرده و مشعل با شمعک روشن می‌شود.

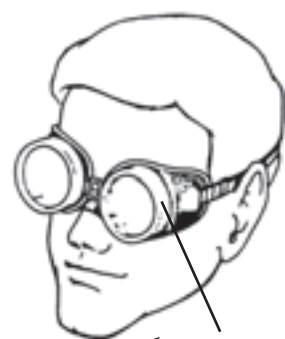


شکل ۲-۳۲ شمعک نصب شده روی میز

با وجود دستگاه شمعک با یک بار تنظیم شعله می‌توانیم بارها و بارها شعله را خاموش و یا روشن کنیم بدون این که نیاز به تنظیم مجدد یا استفاده از فندک داشته باشیم. (شکل ۲-۳۲)

۲-۳-۱۰ عینک جوشکاری

شعله گاز دارای نور خیره کننده بوده و درخشندگی زیادی دارد و برای چشم ضرر دارد و استفاده از عینک مخصوص جوشکاری با شماره شیشه ۵ یا ۶ مطابق جدول (۲-۶) ضروری است با استفاده از عینک جوشکاری چشم از آسیب جرقه‌های جوشکاری و برشکاری نیز در امان خواهد بود. (شکل ۲-۳۳)



عینک محافظ جوش گاز
شکل ۲-۳۳

جدول ۲-۶ شماره‌ی شیشه‌ی عینک و ماسک جوشکاری برای کارهای مختلف

شماره‌ی شیشه	موارد استفاده	درصد اشعه‌های عبوری از شیشه		
		نور مرئی	مادون قرمز	ماوراء بنفش
۲	انعکاس نور شدید و گرم کاری	۲۸	۰/۸۷	۱۰/۷۵
۳	لحیم نرم با شعله	۱۶	۰/۴۳	۱۰/۳۵
۴	لحیم سخت با شعله‌ی استیلن	۶/۵	هیچ	۰/۰۹۷
۵	جوشکاری و برشکاری سبک استیلن	۲	هیچ	۰/۰۴۶
۶	استاندارد جوشکاری استیلن	۰/۸	هیچ	هیچ
۸	جوشکاری سنگین با گاز برشکاری و جوشکاری برق تا ۷۵ آمپر	۰/۲۵	هیچ	هیچ
۱۰	جوشکاری و برشکاری برق تا ۲۵۰ آمپر	۰/۰۱۴	هیچ	هیچ
۱۲	جوشکاری و برشکاری برق بالاتر از ۲۵۰ آمپر	۰/۰۰۲	هیچ	هیچ
۱۴	جوشکاری و برشکاری با الکتروود کربنی	۰/۰۰۰۳	هیچ	هیچ

سوالات پایانی فصل دوم



- ۱- کدام یک از گزینه‌های زیر غلط است؟
- الف) استیلن گازی است که شعله آن تمرکز حرارتی دارد.
ب) گاز استیلن بی‌رنگ بوده و در اغلب مایعات حل می‌شود.
ج) دمای سوختن شعله استیلن 3200°C است.
د) کپسول استیلن پر محتوی گاز حل شده در استن با فشار ۱۵۰ bar است.
- ۲- اگر به جای اکسیژن از هوای فشرده در مشعل جوشکاری استفاده شود
- الف) راندمان حرارتی کاهش می‌یابد
ب) هوا دارای گازهای مضر برای جوشکاری است
ج) فلزات صنعتی به راحتی ذوب نمی‌شوند
د) تمام گزینه‌ها مصداق دارد
- ۳- حداکثر فشار گاز در کپسول و ظرفیت کپسول‌های معمولی اکسیژن کدام است؟
- الف) ۱۶۵ bar و ۴۰ لیتر
ب) ۱۵۰ bar و ۳۰ لیتر
ج) ۴۰ bar و ۱۵ لیتر
د) ۱۶۰ bar و ۵ لیتر
- ۴- در کپسول استیلن چند لیتر مایع استن باید وجود داشته باشد؟
- الف) ۱۵ لیتر
ب) ۳۷۵ لیتر
ج) ۱۵۰ لیتر
د) ۶۰۰۰ لیتر
- ۵- تنظیم دقیق تر و ثابت بودن فشار در کدام رگولاتور عملی است.
- الف) استیلن
ب) اکسیژن
ج) یک مرحله‌ای
د) دو مرحله‌ای
- ۶- شعله خنثی و دارای است.
- الف) هم‌گرا - دو مخروط
ب) هم‌گرا - سه مخروط
ج) واگرا - دو مخروط
د) واگرا - سه مخروط

۷- فشار گازها با توجه به و سر مشعل باید تنظیم شود.

الف) نوع - شکل (ب) اندازه - فرم

ج) بزرگی - کوچکی (د) گاز - نوع آن

۸- در مشعل‌های انژکتوری باید گاز باشد.

الف) فشار - اکسیژن بیشتر (ب) سوختن - اکسیژن بیشتر

ج) نوع - معلوم (د) نوع شعله - معین

۹- در هر ساعت چه حجم از یک کپسول استیلن پر می‌توان مصرف کرد؟

پاسخ:

.....

.....

۱۰- هر لیتر اکسیژن مایع در دمای 15°C می‌تواند به چند لیتر اکسیژن گاز تبدیل شود؟

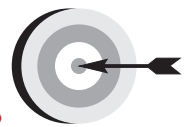
پاسخ:

.....

.....



فصل سوم



هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. وسایل ایمنی فردی در جوشکاری را نام ببرد.
۲. گازهایی که مخاطرات زیادی دارند را معرفی کند.
۳. مواقع استفاده از ماسک دهنی و دلایل آنرا شرح دهد.
۴. نحوه‌ی صحیح حمل و نقل و نگهداری کپسول‌ها را توضیح دهد.
۵. چگونگی نشستی‌یابی و محل‌های کنترل آنرا معرفی کند.

۳- ایمنی در جوشکاری و برشکاری با شعله گاز



اجرای قواعد و مقررات حفاظت فنی و ایجاد شرایط ایمن در کار یکی از مهمترین و اساسی ترین موضوعی است که هر کس باید قبل از شروع به کار با آن آشنا بوده و با مطالعه و بررسی همه جانبه محیط شروع به کار نماید. (شکل ۳-۱)

اجرای صحیح مقررات و قواعد و دستورات و نکات ایمنی مانع بروز حوادث و گوناگون و سوانحی است که در حین کار باعث آسیب رسیدن به کارگران، خسارت جانی و مالی، نقص عضو شده و حتی مانع به خطر افتادن جان انسان می شود و انسان در مقابل سلامتی خود و دیگران مسئول است پس توجه به نکات و دستورات ایمنی و همکاری با کارفرما از نظر معنوی و مادی دارای کمال اهمیت است. (شکل ۳-۲)



شکل ۳-۱

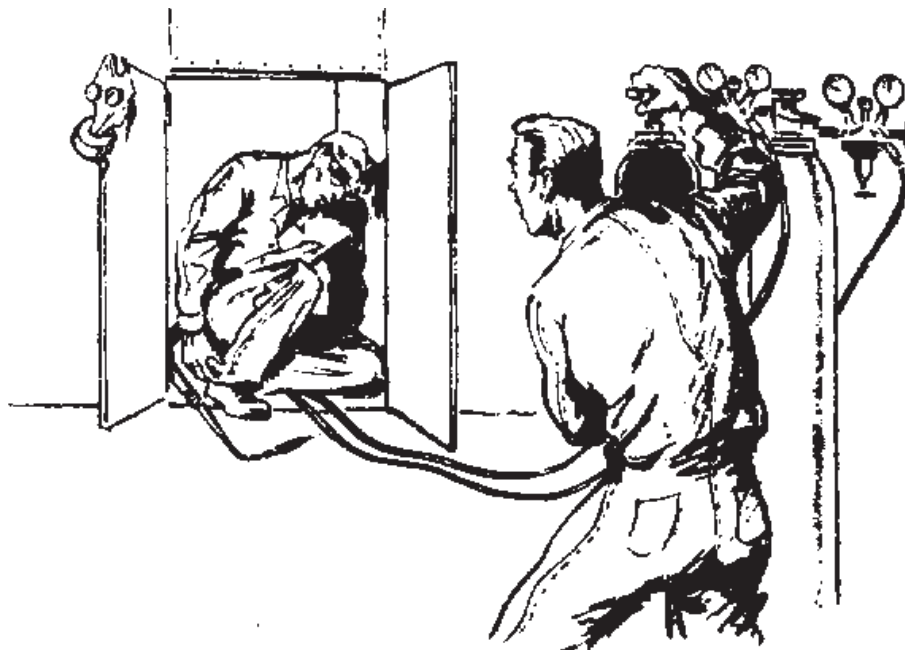


توجه!

اول ایمنی، بعد کار

شکل ۳-۲

کارگاه‌های جوشکاری و برشکاری در ردیف مکان‌های پرخطر است و در صورت عدم رعایت ایمنی خطراتی مانند: انفجار، آتش‌سوزی، خفگی، سوختگی سطحی و عمقی، آسیب رسیدن به چشم و پوست، برق‌گرفتگی، بریدگی و جراحات سطحی و عمقی و سقوط از ارتفاع در کمین ما خواهد بود که با تقسیم‌بندی مناسب به آن‌ها خواهیم پرداخت. (شکل ۳-۳)



شکل ۳-۳ خفگی در فضای محدود

۳-۱ آلودگی‌های گازی

از سوختن گاز استیلن و یا گازهای دیگر برای جوشکاری و برشکاری دود و CO_2 و CO تولید می‌شود همچنین در جوشکاری و برشکاری قطعات رنگ شده گاز منواکسید کربن CO تولید می‌شود.

گاز کربنیک CO_2 فضای جوشکاری را اشغال کرده و اکسیژن هوا هم صرف سوختن گاز در مشعل می‌شود پس در محل جوشکاری اکسیژن کافی وجود ندارد استنشاق گاز CO موجب سرگیجه و تهوع و استفراغ و تاری چشم می‌شود.

در درجات حرارت شعله امکان تشکیل اکسیدهای ازت نیز وجود دارد همچنین در اثر حرارت زیاد شعله فلزات هم تبخیر شده و بخارات فلزی تولید می‌کنند استنشاق بخارات تازه تشکیل شده بسیاری از اکسیدهای فلزی مثل روی، نیکل، مس و کروم می‌تواند

موجب عارضه تب بخارات فلزی شود جوشکاری ورق‌های گالوانیزه این مشکل را به وجود می‌آورد. بخارات حاصل از سیالات چربی‌گیر نیز بسیار زیان‌آور است و به طور کلی گازها و بخارات ممکن است عارضه ریوی ایجاد کنند روان‌سازها و تنه‌کارها در لحیم‌کاری سخت گازهای سمی اسیدی و یا بازی تولید کرده و به مجاری تنفسی به طور جدی آسیب می‌رسانند. مجاری تنفسی تحریک‌پذیر است و در صورتی که در این خصوص بی‌توجهی شود مشکلات زیادی به بار خواهد آمد. راه‌های جلوگیری تهویه کارگاه و کابین جوشکاری است که می‌تواند توسط هواکش‌های قوی گازها را به خارج هدایت کرد این روش خود موجب آلودگی محیط زیست می‌شود. (شکل ۳-۴)



شکل ۳-۴ تهویه دود و گاز از کابین

تهویه از محل تولید و تصفیه گاز روش قابل قبول است مطابق شکل (۳-۵) توسط یک مجموعه که مکش و عبور دادن از دستگاه تصفیه گاز با هم انجام می‌شود.



شکل ۳-۵ خروج گاز از محل جوشکاری و تصفیه و هدایت به هوای بیرون

استفاده از ماسک‌دهنی مناسب خصوصاً زمانی که برشکاری روی ورق‌های گالوانیزه یا رنگ شده انجام می‌شود یا موقع لحیم‌کاری و استفاده از نشادر و روان‌سازها به طور حتم باید از دهنی با فیلتر مناسب همان گازها استفاده کرد مؤلف خود کارگران زیادی که با لحیم سخت سرکار داشته را ملاقات کرده‌ام که در سن ۵۰ سالگی به علت مشکلات ریوی دچار بیماری قلبی شده و زندگی را بر خود و خانواده‌ی خویش دشوار کرده‌اند. (شکل ۳-۶)



شکل ۳-۶ استفاده از ماسک تنفسی

۳-۲ نکات ایمنی در خصوص آتش سوزی

در کارگاه هر دو گاز سوختنی و اکسیژن عامل سوخت در کنار هم و در چند میلی متری یکدیگر قرار دارند کمترین بی توجهی آتش سوزی و انفجار را موجب می شود. (شکل ۷-۳)

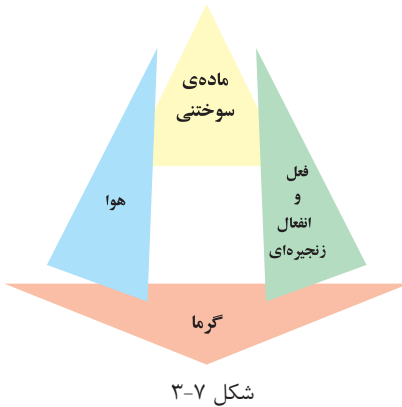
استیلن با هوا ترکیب و انفجار را موجب می شود لذا مسیرهای عبور گاز استیلن اتصالات این مسیر و کپسول استیلن باید دقیقاً بازرسی شود تا از عدم نشت گاز مطمئن بود این عمل با آب صابون انجام شود.

اکسیژن آتش نمی گیرد اما موجب سوختن مواد می شود و آتش سوزی را شدت می بخشد لذا نشت اکسیژن از لوله یا شیلنگ و یا اتصالات آنها موجب غنی شدن هوا از اکسیژن شده و با یک جرقه ممکن است مواد آتش زار را محترق کند. اکسیژن می تواند روغن و چربی را مشتعل کند پس کف کارگاه و لباس کار نباید به روغن آلوده باشد. شاید خود شاهد آتش سوزی بزرگی بوده اید که توسط یک کبریت نیم سوخته یا یک جرقه یا ته سیگار روشن اتفاق افتاده است. عامل اصلی آتش سوزی مثلث حریق است که در شکل (۸-۳) مشاهده می کنید.

توجه کنید در کارگاه جوش گاز کدام عامل آتش سوزی وجود ندارد؟
آیا لازم است نکات ایمنی در خصوص آتش سوزی را بدانید؟

رعایت نکات زیر ضروری است

۱. جلو و پشت درهای خروجی اضطراری مانعی نباشد.
۲. محل نصب کپسول های آتش نشانی و شیلنگ های آب و ظرف شن مخصوص آتش نشانی را به خاطر بسپارید.
۳. قبل از روشن کردن مشعل اطراف محل کار را از مواد سوختنی پاک کنید.
۴. از جوشکاری سطوح رنگ شده خودداری نمایید چون امکان آتش سوزی وجود دارد.
۵. وجود سیم های سیار برق در کنار شیلنگ های گاز خطر ساز است.
۶. در هنگام آتش سوزی فلکه گازها را بسته و مواد قابل اشتعال را از محل دور کنید.

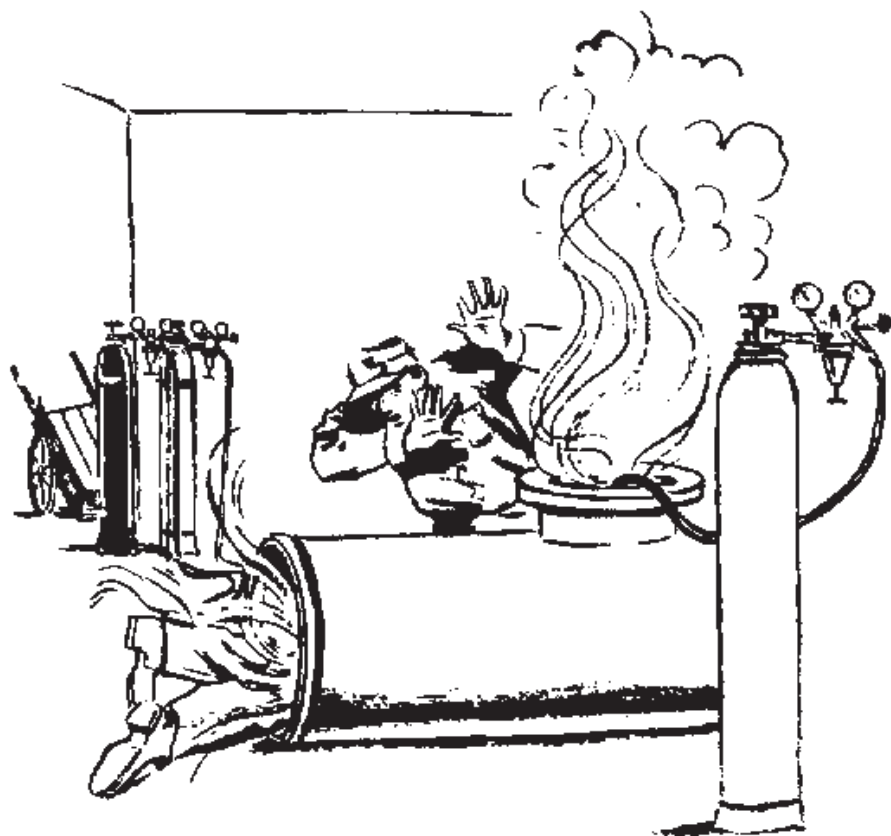


شکل ۷-۳



شکل ۸-۳ مثلث کامل اشتعال

۷. طرز کار و نوع کپسول آتش‌نشانی برای مصارف گوناگون را کاملاً فرا بگیرید و گاهی از خود و دیگران در خصوص آتش‌سوزی، نحوه‌ی اطفاء حریق و طرز کار کپسول‌های آتش‌نشانی و راه‌های فرار هنگام آتش‌سوزی را سؤال کنید. (شکل ۹-۳)



شکل ۹-۳ حریق در اثر آزاد شدن گاز سوختی در فضای

۳-۳ ایمنی کپسول اکسیژن

- ۱- کپسول‌ها به طور عمود روی زمین قرار داده و با بست و زنجیر مناسب به دیوار یا ارابه‌ی (گاری) ویژه حمل محکم بسته شود.
- ۲- از آلوده شدن کپسول و شیر فلکه آن‌ها به روغن و گریس و سایر چربی‌ها جلوگیری شود. (شکل ۱۰-۳)
- ۳- از وارد شدن ضربه و شوک مکانیکی به هر قسمت از کپسول جلوگیری شود.
- ۴- کپسول را از هر نوع منبع حرارتی و قرار دادن در گرمای شدید آفتاب محافظت کنید زیرا افزایش دما باعث فشار گاز درون کپسول خواهد شد.
- ۵- از اکسیژن برای پاک کردن لباس کار و باد کردن چرخ دوچرخه و... خودداری



شکل ۱۰-۳ کار اشتباه روغن‌کاری کپسول اکسیژن

کنید.

۶- از غلتاندن کپسول‌ها روی زمین خودداری کنید. (شکل‌های ۳-۱۰-۱ و ۳-۱۰-۲)



شکل ۳-۱۰-۲ روش غلط جابه‌جایی کپسول



شکل ۳-۱۰-۱ روش صحیح جابه‌جایی کپسول

۷- کپسول‌های پر و خالی را جدا انبار کنید.

۸- هر سه سال یک بار باید کپسول اکسیژن از سوی مؤسسات صلاحیت‌دار از نظر

ایمنی مورد آزمایش قرار گیرد.

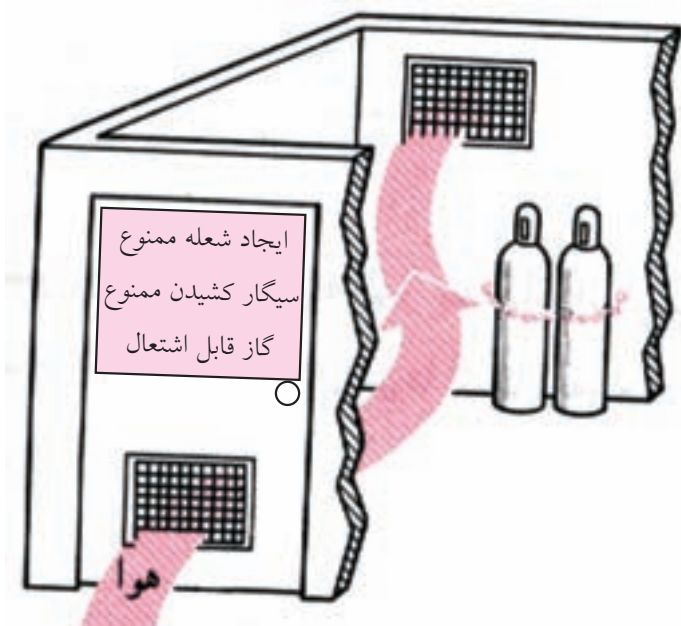
۳-۴ ایمنی کپسول‌های استیلن

۱- برای جلوگیری از افتادن کپسول‌ها باید به دیوار با

بست و مهار محکم شوند.

۲- محل نگهداری کپسول‌ها باید دارای تهویه مناسب

باشد. (شکل ۳-۱۰-۳)



شکل ۳-۱۰-۳ ورود و خروج هوا در انبار نگهداری کپسول

۳- کلید چراغ داخل انبار نگهداری کپسول‌های استیلن باید خارج از انبار باشد تا جرقه‌ای ایجاد نکند هم‌چنین کپسول پر و خالی جدای از هم انبار شود. (شکل ۱۱-۳)



شکل ۱۱-۳ انبار کردن درست کپسول

۴- اگر بر اثر سرمای شدید کپسول استیلن یخ زد با آب گرم (نه آب جوش) نسبت به رفع یخ زدگی اقدام کنید.

۵- از وارد کردن ضربه به کپسول خودداری نمائید.

۶- اگر به هر دلیل کپسول محتوی گاز استیلن گرم شد به هوای آزاد انتقال داده و با آب خنک کپسول را سرد کنید و گازهای آن را به آرامی خارج کنید در صورت لزوم به شرکت پُر کننده‌ی کپسول گزارش دهید.



شکل ۱۲-۳ حمل و نقل غلط کپسول

۷- هرگز از اتصالات ساخته شده از مس یا آلایژی که بیش از ۷۰٪ مس داشته باشد برای استیلن استفاده نکنید چون ترکیب قابل انفجار ایجاد می‌کنند.

۸- برای حمل کپسول‌ها از وسائل مخصوص استفاده کنید. (شکل ۱۲-۳)

۵-۳ ایمنی و حفاظت از شیلنگ‌های گاز

شیلنگ‌ها را باید از مجاورت و مقابل گرمای شدید، شعله، جرقه‌های سنگ به دور نگه داشت.

شیلنگ‌های گاز استیلن با استفاده از واسطه‌های مسی به هم اتصال ندهید.

شیلنگ‌ها را در مقابل تماس با لبه‌های تیز و داغ فلزات مصون سازید.

شیلنگ‌های آسیب دیده را با چسب و امثال آن تعمیر نکنید. (شکل ۱۳-۳)



شکل ۱۳-۳ کار اشتباه تعمیر شیلنگ با چسب

چرخ‌های لیفت تراک یا اجسام سنگین مانند کپسول را از روی شیلنگ‌ها عبور ندهید. برای کنترل نشتی شیلنگ از ظرف آب استفاده کنید.

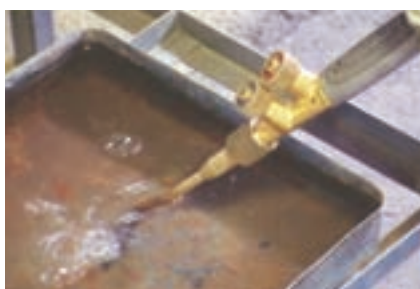
شیلنگ‌های نو به پودر تالک آغشته هستند برای خارج کردن پودر از هوای فشرده استفاده کنید. (شکل ۳-۱۴)



شکل ۳-۱۴ خروج پودر تالک از شیلنگ نو

۳-۶ ایمنی و حفاظت از مشعل‌های جوشکاری و برشکاری

از باز و بسته کردن سر مشعل و پستانک مشعل وقتی که داغ هستند خودداری کنید. در صورت داغ شدن سر مشعل آن را با آب خنک کنید. (شکل ۳-۱۶)



شکل ۳-۱۶ خنک کردن مشعل با آب



شکل ۳-۱۶-۱ کار اشتباه قراردادن مشعل روی زمین

از رها کردن مشعل روی زمین خودداری کنید. (شکل ۳-۱۶-۱)

مشعل روشن را روی میز کار قرار ندهید.

هرگاه در حین کار اختلالی پیش آمده مشعل را فوری خاموش کنید و سپس به رفع اشکال اقدام کنید.



شکل ۳-۱۷ کار اشتباه روغن کاری مشعل

هیچ قسمت از مشعل را روغن کاری نکنید. (شکل ۳-۱۷)

۶- کلید چراغ روشنایی انبار کپسول استیلن باید باشد.

الف) گردان (ب) اهرمی

ج) خارج انبار (د) داخل انبار

۷- گزینه غیر ایمن کدام است؟

الف) تعمیر شیلنگ‌های گاز با نوار چسب

ب) استفاده از لوله‌ی مسی برای اتصال دو شیلنگ استیلن به هم

ج) استفاده از کبریت برای کنترل نشتی گاز استیلن

د) گزینه الف، ب و ج

۸- گزینه غلط کدام است؟

الف) برای یخزدگی کپسول استیلن از آب گرم استفاده می‌کنیم.

ب) کارگران لحیم‌کار در معرض بیماری‌های دستگاه تنفسی هستند.

ج) تنه‌کارها و روان‌سازها گازهای اسیدی و بازی تولید می‌کنند.

د) پیچ اتصال رگولاتور به کپسول اکسیژن چب‌گرد است.



فصل چهارم



هدف‌های رفتاری

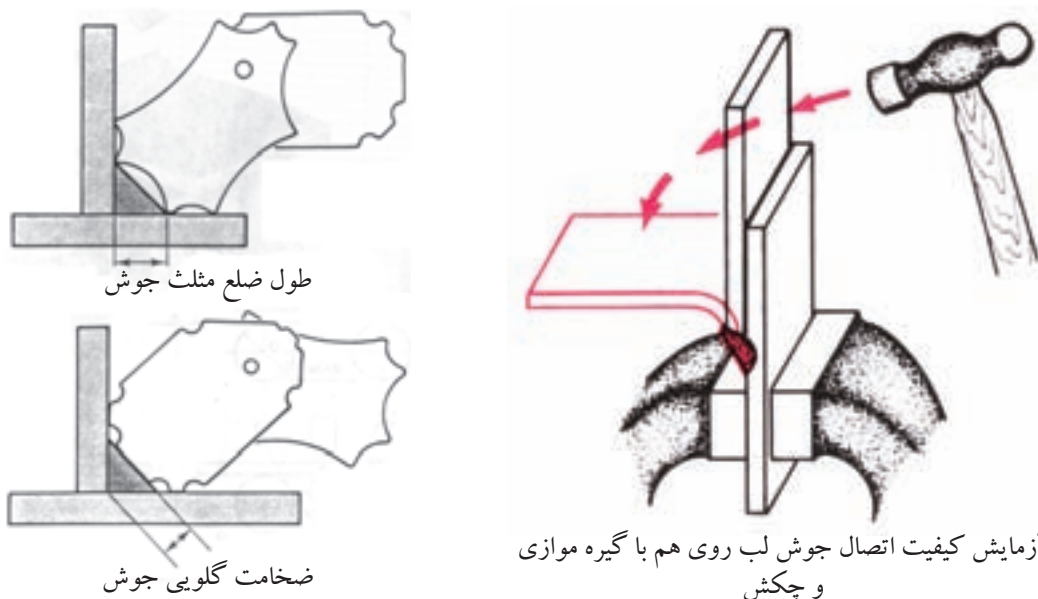
پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. کنترل‌هایی که با دست جوشکار باید انجام شود را نام ببرد.
۲. ضعف‌هایی که در عیب بریدگی کناره جوش به وجود می‌آید را توضیح دهد.
۳. دلایل به وجود آمدن مشکلات در نقطه‌ی پایانی جوش را شرح دهد.
۴. دلایل نفوذ بیش از اندازه را توضیح دهد.
۵. روش جوشکاری پس‌دستی را شرح دهد.
۶. دلایل پیچیدگی در ایجاد انشعابات یک‌طرفه لوله را بیان کند.

۴- عیوب جوشکاری با شعله گاز

جوش ها به خودی خود خوب یا بد نیستند هنگامی یک جوش بد نامیده می شود که اهداف مورد نظر محاسب طراح را برآورده نسازد.

یادآوری می شود که استاندارد یا کیفیتی که برای یک اتصال در نظر گرفته می شود ممکن است برای موارد دیگر بسیار سخت گیرانه و یا لازم نباشد ولی چون نقص در جوش ممکن است موجب خسارات سنگین و خطرناک شود همیشه دستورالعمل های بازرسی و کنترل بر اساس نکته سنجی های دقیق تدوین می شود و بازرسی (شامل بازرسی های مخرب DT^۱ و بازرسی های غیر مخرب NDT^۲) انجام می گیرد. (شکل ۴-۱)



شکل ۴-۱ اندازه ی برش

۱- Destructive Testing

۲- Non Destructive Testing

آزمایشات کارگاهی در اتصالات جوش هم بر اساس این دو تست عملی می‌شود گاهی اتصالات نمونه را تخریب و در موارد دیگر با بازرسی چشمی و سپس در صورت لزوم با روش‌های غیر مخرب به عیب‌یابی می‌پردازیم.

ناگفته نماند جوشکاری با شعله گاز به دلیل این که حفاظت از مذاب را شعله عهده‌دار است و (گازهای حاصل از سوختن گاز محل حرارت دیده کار را از اثرات سوء آتمسفر مصون می‌سازد) انتخاب شعله مناسب نقش مؤثری در کیفیت جوش خواهد داشت. زیرا سوختن ناقص گرمای کافی نداشته و حوضچه مذاب مطلوبی شکل نمی‌گیرد و در مورد جوشکاری فولادها باعث افزایش کربن در فلز جوش می‌شود.

شعله با اکسیژن بیشتر از اندازه موجب اکسید شدن و ایجاد حالت شکنندگی در جوش می‌شود.

انتخاب سر مشعل مناسب نیز نقش مؤثر در کیفیت جوش دارد سر مشعل بزرگ‌تر از اندازه و شعله کوچک سبب ناپایداری شعله و قطع و وصل آن شده و مذاب را به اطراف می‌پاشد. استفاده از مشعل کوچک باعث کاهش راندمان جوشکاری و کوچک شدن حوضچه مذاب می‌شود و اتصال جوش شده و نفوذ ناکافی را به دنبال خواهد داشت.

تمیزی سطح کار یکی دیگر از پارامترهای مؤثر در انجام جوش مطلوب خواهد بود چون اکسیدهای فلزی دیر ذوب‌تر هستند و مانع از پیشروی مذاب در درز شده و حوضچه مذاب دارای آلودگی اکسیدی می‌شود و چنانچه اکسیدها در فلز جوش حل شوند جوش دچار شکست خواهد شد. (شکل ۲-۴)



شکل ۲-۴ سنبناده‌زنی سطح کار درز کار و برس‌زنی کار قبل از جوشکاری

کنترل حوضچه مذاب، سرعت پیشروی جوشکاری و مقدار رسوب (فلز جوش) توسط دست جوشکار انجام می شود لذا جوشکاران باید از مهارت کافی برخوردار بوده و سعی در اجرای صحیح جوشکاری که بدون عیب، باشد را همیشه در نظر داشته باشند.

۴-۱-۴ عیوب ظاهری جوش

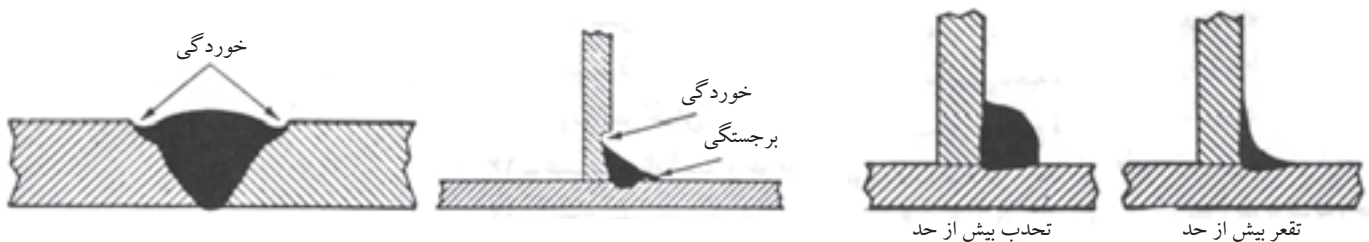
عیوبی که با چشم رؤیت می شود به بازرسی چشمی مربوط می شود و عبارتند از عدم یکنواخت بودن گرده جوش، بریدگی کناره، برجستگی نامناسب گرده جوش، گودافتادگی، ترک چاله جوش، نفوذ ناکافی و سررفتگی، و ذوب ناقص. (شکل ۴-۳)

۴-۱-۱-۴ یکنواخت بودن گرده جوش

گرده جوش در تمام طول درز باید دارای پهنای یکسان و موج های جوش منظم باشد و در طول خط جوش به ویژه در محل هایی که ادامه جوشکاری قبلی انجام می شود (سربندها) یکسانی گرده جوش و ذوب شدن انتهای جوش خیلی ضروری است و وجود ناهمواری نشانه عدم کنترل جوش در ذوب سیم جوش است.

۴-۱-۲-۴ بریدگی کناره جوش (Under Cut)

موقع جوشکاری به ویژه جوشکاری های ماهیچه ای (Fillet) چنانچه جوشکار در حرکت مشعل مهارت کافی نداشته باشد دیواره کار ذوب شده و این گود افتادگی کناره جوش به وسیله مذاب سیم جوش توسط جوشکار پر نمی شود و باعث کاهش ضخامت قطعه، اکسید شدن آن منطقه و ضعف در استحکام جوش می شود به علاوه به دلیل تمرکز تنش در گوشه های تیز موجب شکست و احتمال به وجود آمدن ترک در آن ناحیه خواهد بود شکل (۴-۴) بریدگی کناره در جوش ماهیچه ای و شیاری مشاهده می شود.

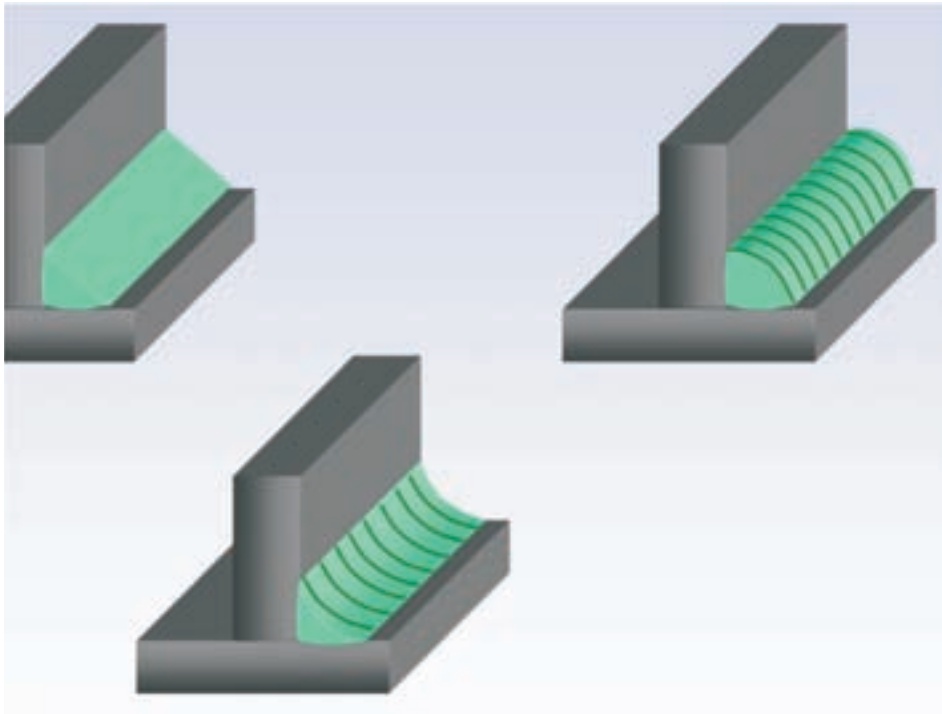


شکل ۴-۴ بریدگی کناره جوش

شکل ۴-۳

۳-۱-۴ برجستگی بیش از اندازه (Convexity)

برجستگی بیش از اندازه آن طور که در شکل (۴-۵) مشاهده می کنید موجب هدر رفتن انرژی و مواد و زمان بوده به علاوه در گوشه های جوش زوایای تیز درست می شود تمرکز تنش به دنبال داشته و موجب ضعف جوش می شود.

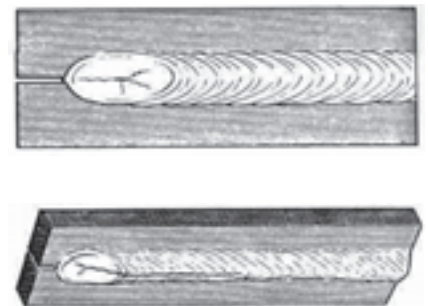


شکل ۴-۵ تعقر و تحدب در جوش ماهیچه ای و جوش مناسب

تعقر در جوش باعث کاهش اندازه گلوله جوش شده و استحکام جوش در حد قابل قبولی نخواهد بود.

۴-۱-۴ ترک چاله جوش (Crater)

چاله جوش به نقطه پایانی جوش گفته می شود که در این محل کل حوضچه مذاب جامد می شود و ناخالصی ها زود ذوب هم که همراه مذاب به این نقطه رسیده اند جامد می شوند پس می توان گفت چاله جوش از ناخالصی ها غنی است سرعت سرد شدن هم بالا است چون جوشکاری قطع می شود، حال چنانچه این منطقه توسط جوشکار با ذوب اضافی از سیم جوش پر نشود عیب دیگر یعنی ضخامت کم فلز جوش هم وجود دارد و موجب ترک های ستاره ای شده خوردگی و شکست نتیجه کار خواهد بود. (شکل ۴-۶)



شکل ۴-۶ چاله جوش

۴-۱-۵ عدم نفوذ کافی (Lop)

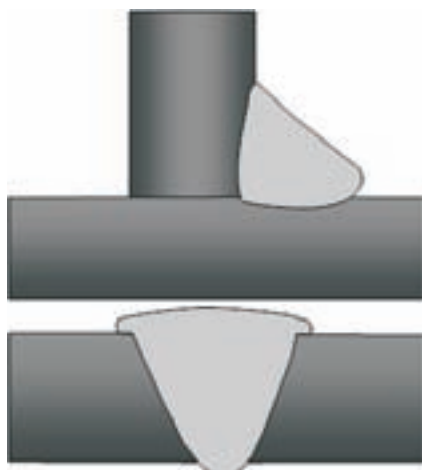
در اتصالات که از یک طرف جوشکاری می‌شوند جوشکار باید به طرف دوم جوش توجه داشته باشد تا لبه‌های کار ذوب شده و با مذاب سیم جوش فلز جوش را به وجود آورند. در صورتی که شعله لبه‌ها را ذوب نکند و با مذاب سیم جوش مخلوط نشود عدم نفوذ یا نفوذ ناقص مشاهده می‌شود. (شکل ۴-۷)



شکل ۴-۷ عدم نفوذ در ریشه

۴-۱-۶ نفوذ بیش از اندازه

جوشکاری با گازها با فشار زیاد و عدم کنترل گرمای حوضچه مذاب باعث ایجاد ریزش جوش در ریشه‌ی جوش می‌شود یعنی مذاب از درز جوش بیرون زده و اکسید شدن و سخت شدن را به دنبال خواهد داشت. (شکل ۴-۸)



شکل ۴-۸ سرفتگی جوش شیاری

۴-۱-۷ سرفتگی (Over Lop)

در جوشکاری گوشه یا ماهیچه‌ای احتمال این که مذاب روی لبه پایین کار پیشروی کرده و لبه کار ذوب نشده باقی بماند وجود دارد که به آن سرفتگی گویند که علاوه بر صرف هزینه باعث ایجاد گوشه تیز در فصل مشترک فلز جوش و قطعه کار می‌شود و باعث تمرکز تنش و ضعف می‌گردد. (شکل ۴-۹)



شکل ۴-۹ سرفتگی جوش ماهیچه‌ای

۴-۱-۸ عدم ذوب (Lof)

در صورتی که لبه کار ذوب نشود و در شکل‌گیری فلز جوش نقش نداشته باشد عدم ذوب به وجود می‌آید در جوش‌های سرازیر این موضوع بیشتر به وقوع می‌پیوندد همچنین در ادامه جوشکاری وقتی انتهای خط جوش سرد شده را کاملاً ذوب نکنیم مذاب جدید با جوش قبلی با هم مخلوط نشده و جدایی ایجاد می‌کند که به عدم ذوب معروف است.

۴-۲ شکست در جوش

زمانی اتفاق می‌افتد که جوشکاری روی قطعات سختی پذیر انجام شود آن گاه سرعت سرد شدن زیاد باعث افزایش سختی شده و در اثر انقباض ناشی از سرد شدن شکست ایجاد شود که در سال سوم بیشتر خواهید آموخت. جوشکاری به روش پس دستی مانع از سریع سرد شدن فلز جوش می‌شود. (شکل ۴-۱۰)

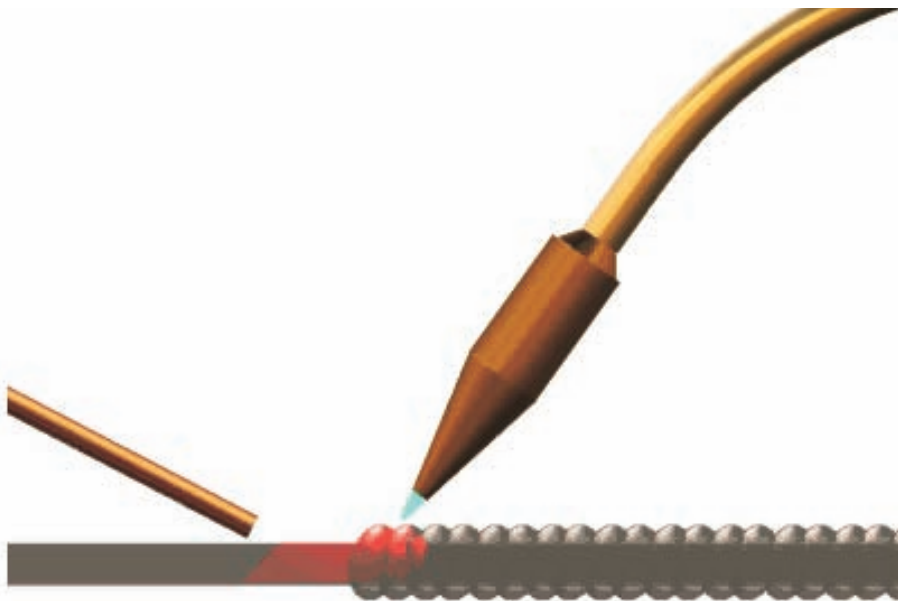


شکل ۴-۱۰

۴-۲-۱ تأثیر پیش دستی و پس دستی در جوشکاری با شعله گاز

جوشکاری با روش‌هایی که سرباره سازی ندارد قابلیت اجرای هر دو روش را دارا هستند.

● **جوشکاری به روش پیش دستی:** یعنی گرما به طرف قسمت جوش نخورده کار است یعنی درز اتصال قبلاً گرم می‌شود (پیش گرم می‌شود) و سپس ذوب شده و حوضچه جوش را به وجود می‌آورد شعله باعث می‌شود که مذاب میل به پیشروی داشته باشد و سیم جوش هم جلوتر از شعله حرکت می‌کند در نتیجه برجستگی جوش کمتر است و چون گرمای شعله بلافاصله از محل منجمد شدن مذاب دور می‌شود جوش سریع‌تر سرد می‌شود، احتمال شکل‌گیری ترک در جوش قطعات سخت وجود دارد ولی در جوشکاری ورق‌های نازک و کم کربن هیچگونه شکست اتفاق نمی‌افتد. (شکل ۴-۱۱)



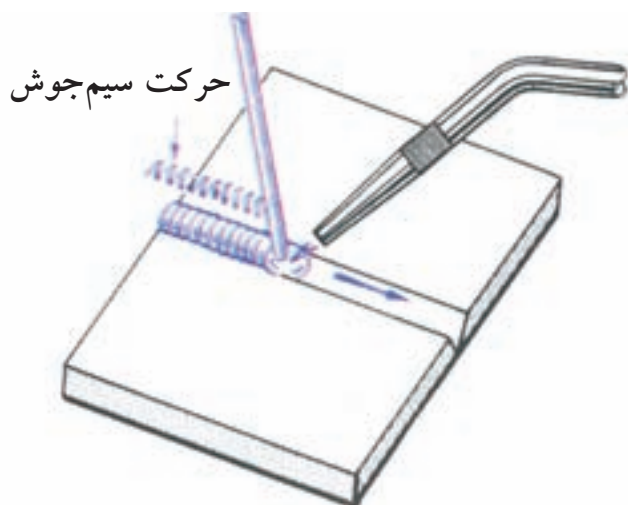
شکل ۴-۱۱ جوشکاری پیش دستی



شکل ۱۲-۴ جوشکاری پیش دستی

● **جوشکاری به روش پس دستی:** همان طور که در شکل (۱۲-۴) مشاهده می شود حرارت به طرف قسمت جوش خورده کار است جوش از نفوذ خوبی برخوردار است و گرده جوش هم آهسته سرد می شود و برای جوشکاری قطعات ضخیم مناسب است چون شعله روی قسمت جوش خورده کار قرار دارد جوش آرام سرد می شود در نتیجه جوش زیاد سخت نمی شود و احتمال شکست و ترکیدگی جوش کمتر است.

در روش پس دستی استحکام جوش بیشتر و در تمام وضعیت ها قابل اجرا است همان طور که در شکل مشاهده می شود سیم جوش بین مشعل و گرده جوش واقع شده است و با حرکت زیگزاگی مشعل می توان جوش ها با پهنای بیشتر انجام داد. (شکل ۱۳-۴)



پس دستی



پیش دستی

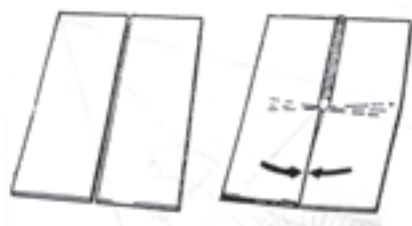
شکل ۱۳-۴

در این روش باید سعی شود که حوضچه مذاب کوچک تر باشد و پخ سازی با زاویه نیم پخ 30° درجه انجام می شود.

۳-۴ انقباض و تغییر شکل در جوشکاری ذوبی

از آن جا که جوشکاری ذوبی شامل دوره گرم کردن - سرد کردن است الزاماً به دلیل افزایش و کاهش حجم قطعه اندازه ها تغییر می کند.

در عمل ما به انقباض هنگام سرد شدن پس از عبور منبع گرما از خط اتصال مواجه می شویم و انبساط ناشی از گرم کردن قبل از ذوب شدن لبه ها در بعضی قطعات (مثل ورق های نازک) می تواند باعث پیچیدگی در قطعات گردد. (شکل ۱۴-۴)



۴-۱۴

تغییرات فاصله در حین جوشکاری

۱-۳-۴ انقباضی که پس از جوشکاری ایجاد می شود ریشه در سه قسمت دارد

الف) انقباض مذاب

ب) کاهش حجم هنگام انجماد

ج) انقباض فلز جامد گرم شده

● الف) انقباض مذاب:

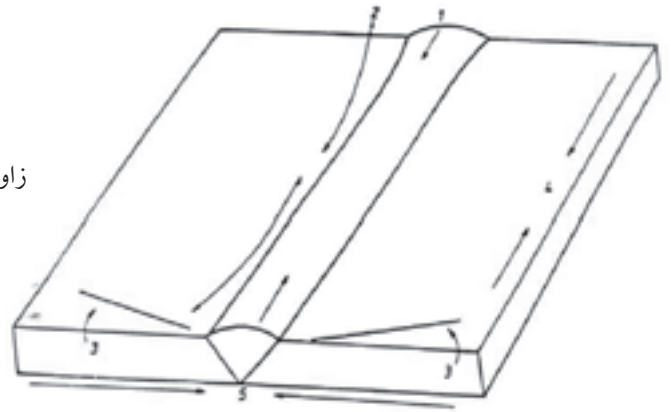
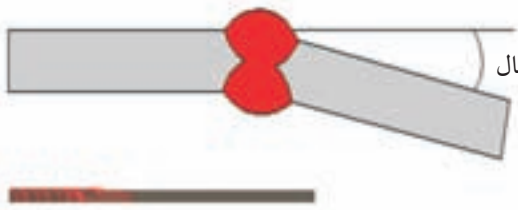
انتهای یک خط جوش (چاله جوش) نمونه خوبی است اگر منبع گرما به طور ناگهانی برداشته شود انجماد به شکل طبیعی رشد می کند ولی به دلیل این که مذاب بعدی جایگزین نمی شود ارتفاع سطح جوش پایین می آید و یک شکافی ایجاد می کند.

● ب) کاهش حجم هنگام انجماد:

به همین منظور جوشکاران ماده پرکننده (سیم جوش) اضافه کرده و گرمای ورودی را همزمان کاهش می دهند تا چاله جوش پر شود (همان طور که بیان شد) پر شدن چاله جوش از اهمیت زیادی برخوردار است. در غیر این صورت شروع ترک از این محل خواهد بود.

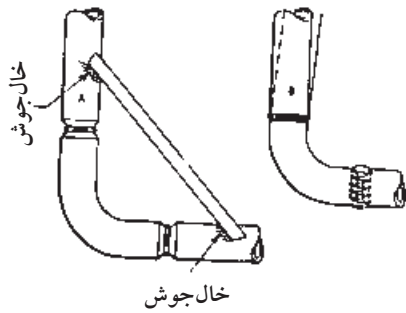
● ج) انقباض فلز جامد:

در شروع جوشکاری وقتی فلز حرارت می بیند و ذوب می شود به دلیل این که جوش از هر طرف به صفحات متصل است و امکان انبساط محل حرارت دیده کار در آن جهت وجود ندارد انبساط با افزایش ضخامت محل گرم شده عملی می شود. زمانی که فلز جوش می خواهد منقبض شود هم امکان کم شدن فاصله درز وجود ندارد، و با جلوگیری از انقباض در طول اولیه اش نگهداشته می شود و در نتیجه تغییر شکل مومسان اتفاق می افتد و خود صفحات تغییر شکل مومسان خواهند داشت و به دلیل این که پهنای جوش در بالای اتصال بیشتر از ریشه است انقباض حاصل با تغییر شکل زاویه ای رو به رو خواهد شد. (شکل ۱۵-۴)



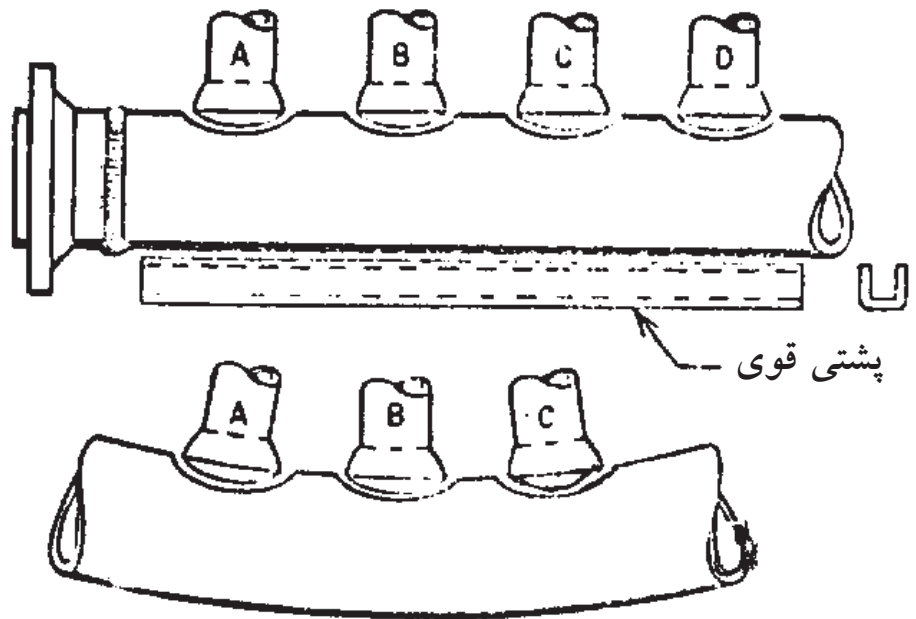
شکل ۱۵-۴ پیچیدگی در جوش

تغییر شکل زاویه‌ای و کمانش طولی به طور معمول در اتصالاتی که با جوش‌های
گرفته‌ای ایجاد شده‌اند مشاهده می‌شود. (شکل ۱۶-۴)



شکل ۱۶-۴ مهار قطنعات قبل از جوشکاری

برای جلوگیری از پیچیدگی محل انشعابات لوله که در یک طرف باشد ضرورت دارد
برای جلوگیری از پیچیدگی و خم شدن لوله به طرف اتصالات از مهار استفاده کنیم و یا
این که تمام طول لوله قسمتی که انشعابات در آن ناحیه است به طور کامل حرارت دهیم
و پیش گرم کنیم و یا از پشت بند مهاری قوی استفاده کنیم که مانع خم شدن لوله اصلی
باشد. (شکل ۱۷-۴)



شکل ۱۷-۴ پیچیدگی در اثر جوشکاری بدون پشت بند

سوالات پایانی بخش عیوب جوشکاری با شعله گاز



۱- به چه دلیل بازرسی در جوشکاری انجام می‌شود؟

الف) اهداف مورد نظر محاسب و طراح در جوشکاری برآورده شود.

ب) جوش‌ها انجام شده و دارای ظاهری خوب باشد.

ج) تمام درزهای اتصال جوشکاری شده باشد و سپس رنگ کاری صورت گیرد.

د) جوشکاران از وسائل ایمنی استفاده کنند.

۲- کدام گزینه با بازرسی چشمی ارزیابی نمی‌شود؟

الف) اندازه جوش
ب) ناپوستگی‌های داخلی جوش

ج) چاله جوش
د) بریدگی کناره جوش

۳- کدام گزینه موجب تمرکز تنش می‌شود؟

الف) تقعر در جوش ماهیچه‌ای

ب) برجستگی بیش از اندازه در جوش ماهیچه‌ای

ج) بریدگی کناره جوش

د) گزینه ب و ج

۴- کدام قسمت جوش از ناخالصی‌ها غنی‌تر است؟

الف) سطح جوش
ب) ریشه جوش

ج) چاله جوش
د) وسط فلز جوش

۵- اشک جوش چه زمانی به وجود می‌آید؟

الف) فشار گازها زیاد باشد

ب) شعله بزرگ‌تر از اندازه تنظیم شده باشد

ج) سرعت پیشروی کم باشد

د) تمام موارد را شامل می‌شود

۶- کدام ویژگی در جوشکاری به روش پیش‌دستی وجود ندارد؟

الف) پیش‌گرما
ب) آهسته سرد شدن جوش

ج) پیشروی بیش‌تر
د) عمق ذوب کم‌تر

۷- پر شدن کدام قسمت از اهمیت زیادی برخوردار است؟

الف) چاله جوش
ب) سطح جوش

ج) حوضچه مذاب
د) کپسول گاز

۸- در جوشکاری کدام گزینه اتفاق می‌افتد؟

الف) انقباض مذاب

ب) کاهش حجم فلز جوش

ج) گزینه الف و ب و ناحیه اطراف جوش H.A.Z انقباض دارند

د) فلز مذاب کاهش وزن دارد





هدف‌های رفتاری

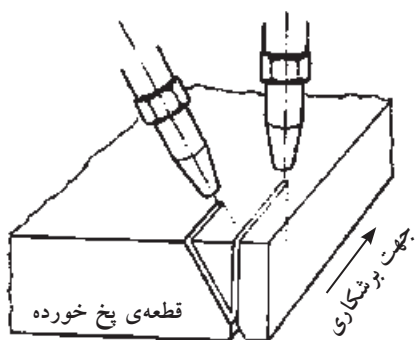
پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. برشکاری حرارتی را معرفی کند.
۲. عوامل مؤثر در برشکاری صاف با دست را نام ببرد.
۳. مزایای برشکاری ریلی را شرح دهد.
۴. قابلیت برشکاری با شعله را توضیح دهد.
۵. ویژگی‌های گاز یونیزه را شرح دهد.
۶. برشکاری با الکتروود روپوش‌دار را توضیح دهد.
۷. کاربرد گوجینگ را شرح دهد.
۸. دلایل کاربرد وسیع لیزر در برشکاری را شرح دهد.

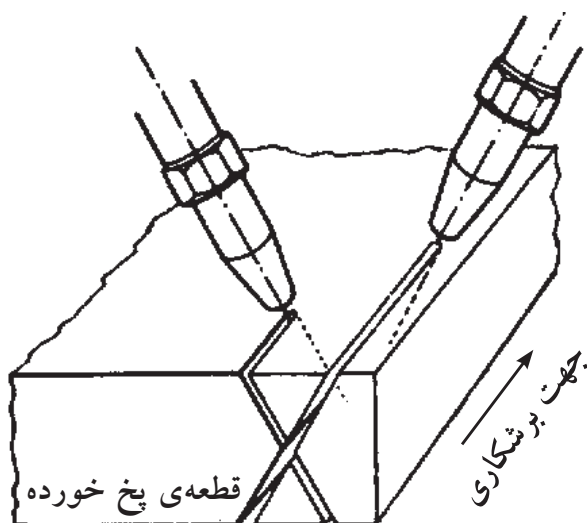
۵- برشکاری

عملیات اجرایی سازه‌ها و مصنوعات فلزی به ترتیب با کمک فرآیندهای برشکاری و جوشکاری تحقق می‌یابد دو عمل متضادی که با جمع آن‌ها فعالیت‌های صنعتی گوناگون شکل می‌گیرد. برشکاری برای بریدن و جداسازی قطعات از نیم ساخته‌های فلزی گرفته تا تکه‌برداری و پخ‌سازی (شکل ۵-۱) لبه‌های مورد جوشکاری و یا برداشتن قسمتی از یک جوشکاری عیب دار، حذف راهگاه‌ها در ریخته‌گری و... به کار گرفته می‌شود. عملیات برشکاری می‌تواند مکانیکی بوده (مانند برشکاری با ارّه و گیوتین) و می‌تواند حرارتی باشد، در این کتاب به برشکاری حرارتی می‌پردازیم.

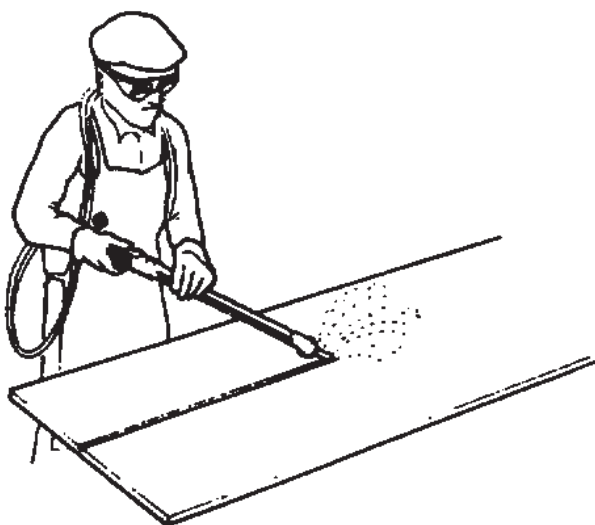
ساده‌ترین و معمولی‌ترین فرآیند حرارتی برای آماده‌سازی ورق‌های فولادی برشکاری اکسیژن، گاز سوختن است (شکل ۵-۲) این یک فرایند صنعتی بسیار با اهمیت است و برشکاری با اکسیژن و گاز سوختن خیلی بیشتر از جوشکاری با شعله گاز در صنعت کاربرد دارد. (شکل ۵-۲-۱)



پخ یک‌طرفه
شکل ۵-۱



پخ دو طرفه
شکل ۵-۲-۱



شکل ۵-۲ برشکاری با دست

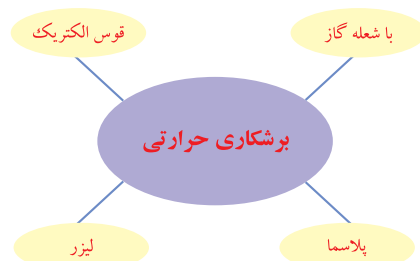
وسائل مورد استفاده ارزان و قابل حمل هستند و از نظر اقتصادی با صرفه هستند مطابق استاندارد AWS با نام OFC^۱ و برشکاری اکسی استیلن (OAC)^۲ در ردیف همین خانواده است. فقط با تعویض سر مشعل و یا حداکثر با تعویض مشعل جوشکاری دستگاه جوشکاری به دستگاه برشکاری تبدیل می شود که با آن برشکاری سبک و سنگین انجام می شود. تفاوت مشعل یا سر مشعل برشکاری با مشعل جوشکاری در این است که مشعل برشکاری دارای یک مسیر جداگانه گاز اکسیژن است که با یک شیر یا اهرم به محل داغ شده کار هدایت می شود. (شکل ۳-۵)



شکل ۳-۵ مشعل های مختلف برشکاری

۱-۵ روش کار در برشکاری با شعله

برای ایجاد یک برش ابتدا فولاد به وسیله شعله گاز سوختنی با اکسیژن گرم می شود تا به دمای نزدیک سرخ شدن برسد آن گاه با شیر اکسیژن یا اهرم اکسیژن مسیر عبور اکسیژن اضافی را باز کرده و اکسیژن با فشار به محل داغ شده کار دمیده می شود و فولاد را می سوزاند، اکسید شدن و سوختن فولاد گرمازا است و دما را نیز افزایش می دهد و با حرکت پیشروی مشعل برشکاری تداوم پیدا می کند و باید خاطر نشان ساخت که مصرف اکسیژن به طور نسبی زیاد است. (شکل ۴-۵)

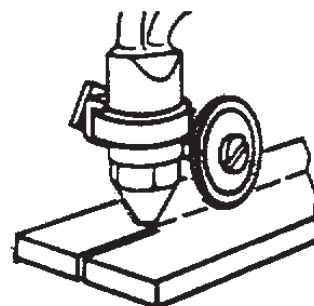
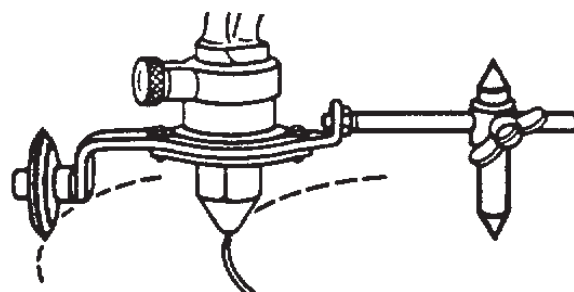
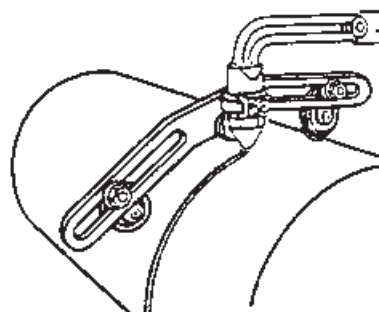


شکل ۴-۵ برشکاری با دست

۱- OFC=Oxy Fuel Cutting

۲- OAC=Oxy Acetylen cutting

در برشکاری با دست تمیزی سطح کار و مهارت برشکار در تنظیم فاصله مشعل تا کار و سرعت پیشروی مناسب بدون لرزش در کیفیت و تمیزی و صاف بودن مسیر برش بسیار مؤثر است. لذا می‌توان با استفاده دستگاه تمام موارد فوق را کنترل کرد. ابزارهایی نیز وجود دارد که فاصله مشعل تا کار را ثابت نگاه می‌دارد مطابق شکل (۵-۵).



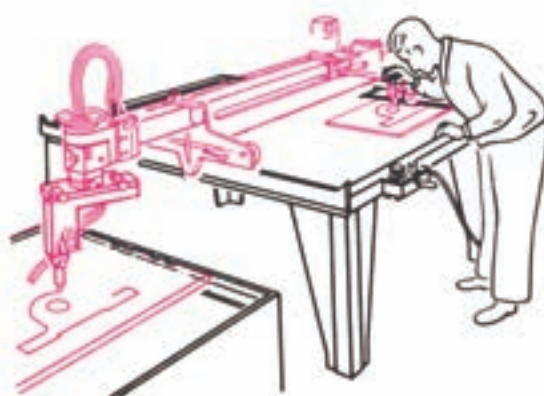
استفاده از چرخ برش برای بریدن لوله‌ها با شعله گاز

استفاده از چرخ و پرگار برای برش‌های دایره‌ای

استفاده از چرخ در برش‌های مستقیم

شکل ۵-۵

ماشین‌های برشکاری از یک دستگاه ساده برشکاری ریلی تا دستگاه میز برشکاری با امکان برشکاری از روی نقشه (شکل ۵-۶) و چندین برش یکسان با هم طراحی و ساخته و مورد استفاده صنعتگران قرار دارد. (شکل ۵-۷)



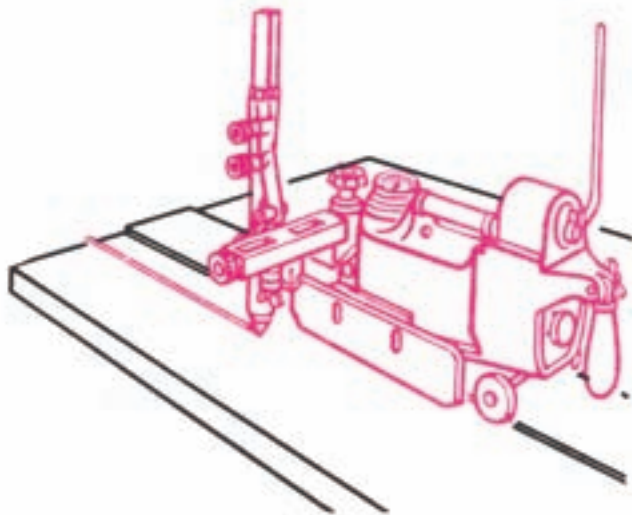
شکل ۵-۷ برشکاری اتومات

شکل ۵-۶ برشکاری از روی شابلون

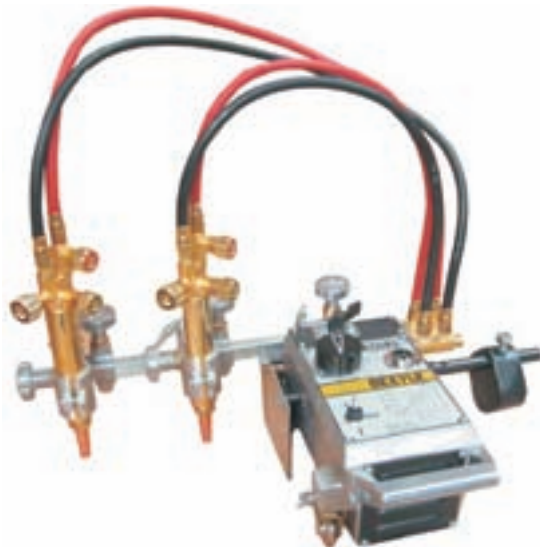
۱-۱-۵ دستگاه کوچک برشکاری ریلی

دستگاه ریلی برشکاری می‌تواند روی یک ریل مستقیم با سرعت قابل تنظیم حرکت کند و فاصله نوک مشعل تا کار قابل تنظیم است همچنین می‌توان زاویه مشعل به کار را تنظیم نمود تا پخ‌سازی کند و برشکاری با خط مستقیم و با لبه پخ‌دار و بدون پخ قابل اجرا

است. همچنین دارای یک محور شعاعی است که می‌تواند حول آن محور با شعاع قابل تنظیم خطوط دایره با شعاع‌های متفاوت را برشکاری کند. (شکل‌های ۵-۸-۱ و ۵-۸)



شکل ۵-۸-۱ ماشین‌های ساده برقی برشکاری



شکل ۵-۸

۲-۱-۵ میز برشکاری

مانند دریل اورنیو سال یک مجموعه متحرک که در جهت و طول و عرض قابل جا به جایی به صورت دستی و اتومات طراحی شده شکل (۵-۹) و قابلیت نصب مشعل برشکاری با سوخت گازی یا برشکاری پلاسما یا هردو وجود دارد (در دو قسمت جداگانه). این سیستم اتومات توسط یک شعاع نوری و وسائل نرم‌افزاری می‌تواند دور یک نقشه را به طور اتومات با سرعت مناسب طی کند و مشعل برش یا مشعل پلاسما را برای بریدن همان شکل با مقیاس بزرگ‌تر، حرکت کند.



شکل ۵-۹ میز برشکاری با دو نوع مشعل

امکان دیگر میز برشکاری در این است که همزمان چند مشعل برش می‌توانند با هم عملیات برشکاری را انجام دهند و در یک زمان چند قطعه با هم برشکاری شود. (شکل ۵-۱۰)

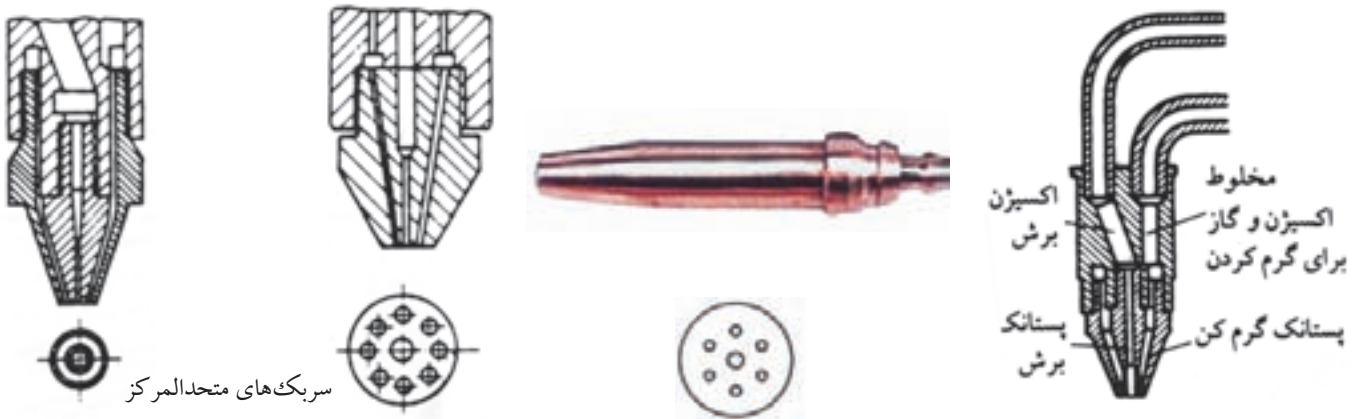


شکل ۵-۱۰ برشکاری هم زمان چند خط برش با دستگاه اتومات

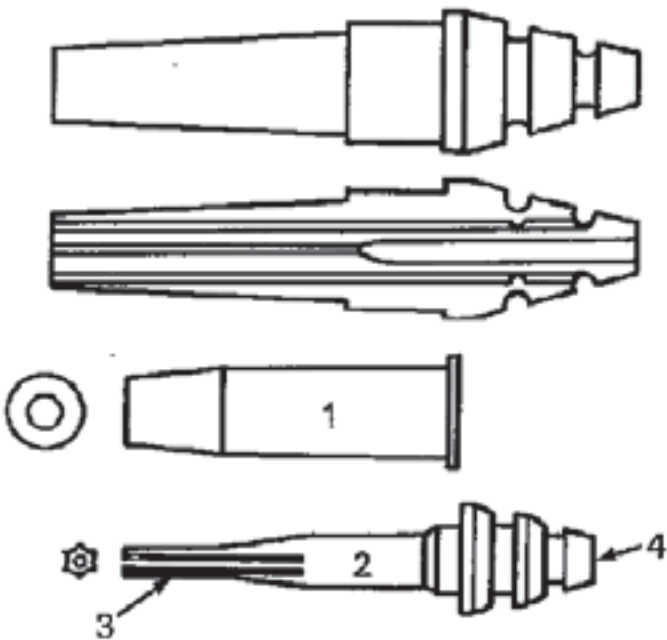
۳-۱-۵ سر مشعل‌های برشکاری

در سطح قاعده سر مشعل‌های برشکاری چندین سوراخ محیطی برای ایجاد شعله پیش گرم کننده و یک سوراخ بزرگ‌تر در وسط برای عبور گاز اکسیژن اضافی با فشار بالا تعبیه شده است.

گروهی از سر مشعل‌ها دارای ۴ یا ۶ یا ۸ سوراخ محیطی هستند که مخلوط اکسیژن و گاز سوختنی از آن‌ها خارج شده و می‌سوزد و به طور عمود به مشعل بسته می‌شود و نوک آن‌ها صاف یا مایل است. (شکل ۵-۱۱)



شکل ۵-۱۱ سر مشعل‌های مختلف برشکاری



شکل ۵-۱۲ فشنگی و سر مشعل برشکاری

گروه دیگر دارای یک فشنگی هستند که مخروطی شکل بوده و روی سطح جانبی مخروط شیارهایی وجود دارد که مخلوط گاز سوختنی و اکسیژن از آن عبور کند و در وسط این مخروط سوراخ اکسیژن برشکاری است این مخروط درون سوراخ مخروطی شکل جای می‌گیرد و شیارهای سطح جانبی مخروط در تماس با سوراخ مخروط راه‌های باریک برای عبور مخلوط گازها ایجاد می‌شود. برای برشکاری قطعات با ضخامت‌های بیشتر از فشنگی‌های متفاوت استفاده می‌شود که وقتی درون محفظه مخروطی سر مشعل قرار می‌گیرند مسیرهای عبور گاز درشت‌تر به وجود آورند و شعله قوی‌تری تشکیل شود. (شکل ۵-۱۲)

با توجه به ضخامت قطعه مورد برشکاری جداول زیر را ملاحظه کنید.

(جدولهای ۱-۵ و ۲-۵)

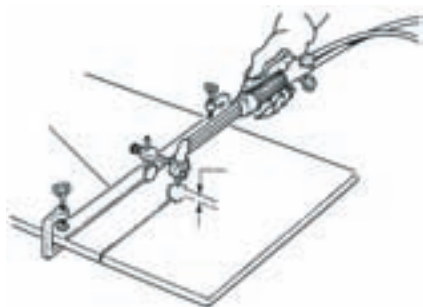
جدول ۱-۵ فشار گازها، فاصله سربک و سرعت پیشروی مشعل در برش با گاز				
۸۰ تا ۵۰	۵۰ تا ۲۵	۲۵ تا ۱۰	۱۰ تا ۳	ضخامت قطعه کار بر حسب میلی متر
۶/۵ تا ۵	۵ تا ۳/۵	۳/۵ تا ۲	۲ تا ۱/۵	فشار گاز اکسیژن بر حسب بار
۰/۵	۰/۴	۰/۳	۰/۲	فشار گاز استیلن بر حسب بار
۵	۴	۳	۲	فاصله سربک تا سطح کار بر حسب میلی متر
۲۱۰ تا ۱۷۰	۲۶۰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

جدول ۲-۵ برشکاری فولاد کم کربن به روش دستی با شعله اکسیژن - استیلن						
ضخامت ورق میلی متر	قطر مجرای پستانک برش میلی متر	سرعت برش متر در ساعت	مصرف اکسیژن		مصرف استیلن	
			لیتر در ساعت	لیتر در متر	لیتر در ساعت	لیتر در متر
-	۰/۹۵-۱	۳۰-۴۵	۱۲۶۰-۱۵۴۰	۳۵-۴۲	۱۹۶-۲۵۲	۶-۷
۶	۰/۹۵-۱/۵	۲۴-۳۹	۱۴۰۰-۲۶۰۴	۵۹-۶۷	۲۵۲-۳۰۸	۸-۱۱
۹	۰/۹۵-۱/۵	۲۲/۵-۳۶	۱۶۸۰-۳۲۲۰	۷۵-۹۰	۲۸۰-۳۳۶	۱۰-۱۲
۱۲/۵	۱/۲-۱/۵	۱۸-۳۳	۱۸۴۸-۳۵۰۰	۱۰۳-۱۰۶	۲۸۰-۳۶۴	۱۲-۱۶
۱۹	۱/۲-۱/۵	۱۸-۳۰	۳۲۷۶-۴۰۰۴	۱۳۳-۱۸۲	۳۳۶-۴۲۰	۱۴-۱۹
۲۵	۱/۲-۱/۵	۱۳/۵-۲۷	۳۶۴۰-۴۴۸۰	۱۶۶-۲۶۹	۳۶۴-۲۵۶	۱۷-۲۷
۳۷/۵	۱/۵-۲	۹-۲۱	۴۰۰۴-۴۹۸۴	۱۸۳-۲۹۶	۴۲۰-۵۰۴	۲۰-۳۱
۵۰	۱/۷-۲	۹-۱۹/۵	۵۱۸۰-۶۴۶۸	۳۳۱-۵۷۳	۴۴۸-۵۶۰	۲۹-۵۰
۷۵	۱/۷-۲	۶-۱۵	۶۷۲۰-۸۱۲۰	۵۴۰-۱۱۱۶	۵۳۲-۶۴۴	۴۳-۸۹
۱۰۰	۲-۲/۲	۶-۱۲	۸۲۰۴-۱۰۸۶۴	۹۰۲-۱۳۶۲	۵۸۸-۷۲۸	۶۱-۹۸
۱۲۵	۲-۲/۲	۵/۲۵-۹/۶	۹۷۱۶-۱۲۲۳۶	۱۲۷۱-۱۸۴۵	۶۷۲-۸۱۲	۸۵-۱۲۸
۱۵۰	۲/۴-۲/۵	۴/۵-۸/۱	۱۱۲۰۰-۱۵۸۷۶	۱۹۵۳-۲۴۸۳	۷۵۶-۹۹۶	۱۱۱-۱۶۸
۲۰۰	۲/۵	۳/۹-۶/۳	۱۴۱۴۰-۱۷۲۲۰	۲۷۲۵-۲۶۱۳	۸۸۲-۱۰۷۸	۱۷۱-۲۲۵
۲۵۰	۲/۵	۲/۸۵-۴/۸	۱۷۰۸۰-۲۱۰۰۰	۴۳۶۲-۵۹۷۱	۱۰۳۳-۱۲۶۳	۲۳۹-۳۵۸
۳۰۰	۳	۲/۱-۳/۹	۲۰۱۶۰-۲۴۶۴۰	۶۲۹۶-۹۵۷۹	۱۱۸۴-۱۴۴۸	۳۷۱-۵۶۳

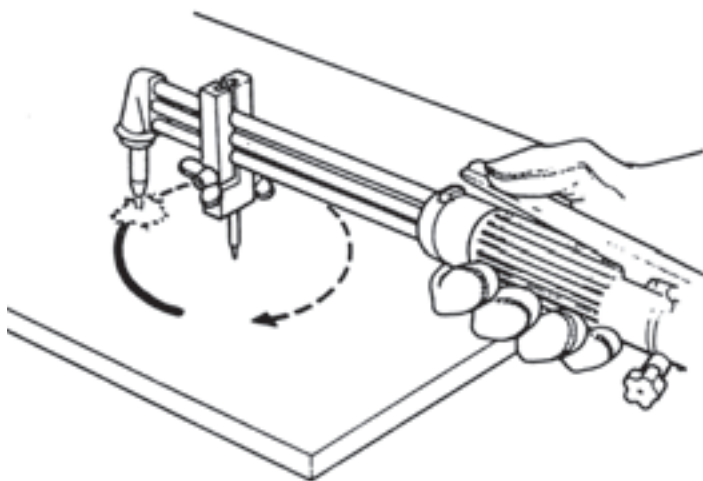
● وسایل کمکی برای برشکاری با دست

از آهن نبشی می‌توان به عنوان هادی یا گونیای برش مستقیم و یا پخ‌بری با زاویه 45° استفاده کرد. (شکل ۱۳-۵)

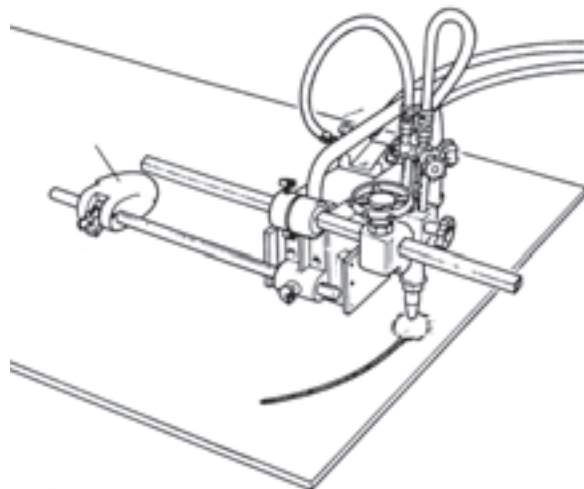
همراه مشعل‌های دستی برشکاری وسیله‌ای که دارای دو چرخ فلزی است وجود دارد که می‌توان به مشعل بست تا فاصله مشعل و کار در طول مسیر برش ثابت بماند. با استفاده از پرگار همراه مشعل می‌توان دواير مختلف را با دست برشکاری نمود. (شکل‌های ۱۴-۵ و ۱۴-۱)



شکل ۱۳-۵



شکل ۱-۱۴-۵-گرد بری بادست



شکل ۱۴-۵-گرد بری باماشین برقی ساده

۳-۱-۵ قابلیت برشکاری با شعله

با توجه به اساس برشکاری شعله‌ای می‌توان گفت این روش برای بریدن فولادهای کم کربن و میان کربن و کم آلیاژ مناسب بوده و فلزاتی که نقطه ذوب اکسید آن‌ها بالاتر از نقطه ذوب فلز باشد یا در آلیاژ عناصری مانند کربن و کروم به مقدار زیاد باشند باعث جذب اکسیژن شده و مانع اکسید شدن و سوختن فلز اصلی می‌شوند لذا با این روش برشکاری نمی‌شوند.

مثل فولادهای پر کربن، فولاد آلیاژی، چدن‌ها، به دلیل کربن بالا و آلومینیوم و کروم و آلیاژهای آن‌ها به دلیل بالا بودن درجه ذوب اکسیدهای آن‌ها با این روش برشکاری نمی‌شوند در مورد فولادها و چدن‌های فوق روش‌های کمکی وجود دارد مانند قرار دادن یک ورق فولاد کم کربن روی قطعه مورد برشکاری و یا رساندن میله آهنی یا پودر آهن، یا فلاکس مخصوص به محل برشکاری است تا با سوختن آن‌ها گرمای زیادی تولید شده و یا اکسیدها را در خود حل کند.

پودر آهن ضمن سوختن و ایجاد گرما، باعث رقیق شدن سرباره اکسیدی فلزات نظیر کروم هم می‌شود، فلاکس‌ها هم با اکسیدها ترکیب شده و باعث ذوب شدن آن‌ها می‌شود.

۲-۵ برشکاری با قوس پلاسما

برای بریدن فلزات غیر آهنی و فولادهای پر آلیاژ (زنگ‌نزن) با سرعت بالا از گرمای پلاسما استفاده می‌شود.

پلاسما حالت چهارم ماده است یعنی (جامد - مایع - گاز - پلاسما) وقتی گازها گرم شوند و بین دو قطب جریان الکتریسیته با ولتاژ بالا قرار گیرند یونیزه می‌شوند (یعنی تعدادی از الکترون‌ها از اتم گاز جدا شده) و گاز مجموعه‌ای از الکترون‌ها و ذرات مثبت یون خواهد بود.

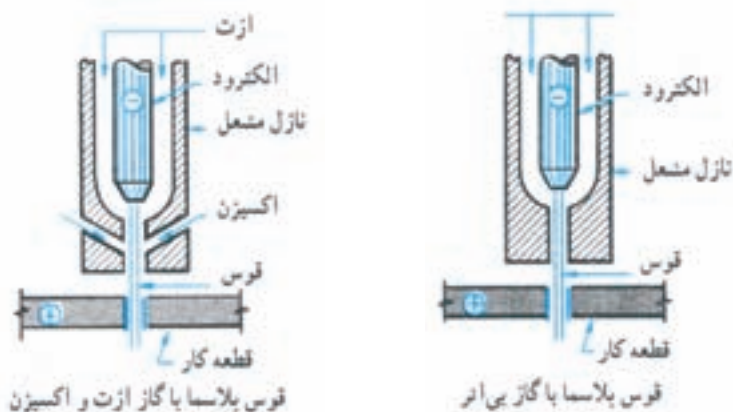
برای یونیزه شدن گازها انرژی گرمایی و انرژی الکتریکی مصرف شود و گاز یونیزه ضمن دارا بودن انرژی گرمایی با افزایش حجم هم روبرو خواهد بود.

حال چنانچه این عمل در یک نازل مطابق شکل (۱۵-۵) متمرکز شود گازهای یونیزه با حرارت و سرعت بالا به هر فلزی برخورد کند آنرا ذوب کرده و با سرعت مذاب را دور می‌سازد و برشکاری انجام می‌شود. امروزه برشکاری پلاسما به فلزات محدود نمی‌شود و امکان بریدن سرامیک و... نیز فراهم است.

در عمل گازها بین الکترود تنگستن و جداره نازل که دارای اختلاف پتانسیل بالاتر از ۱۰۰ ولت هستند عبور کرده و یونیزه می‌شوند. (شکل ۱۶-۵)



شکل ۱۵-۵ برشکاری پلاسما



شکل ۱۶-۵

برای برشکاری آلومینیوم و فولاد زنگ نزن از مخلوط گاز آرگن و هیدروژن یا ازت و هیدروژن و برای فولادهای کربنی از گاز اکسید کننده مثل مخلوط ازت و اکسیژن (هوا) استفاده می شود. دستگاه های برشکاری در صنعت مورد استفاده است به نام Air Cut که در آن هوا با فشار ۴bar در حدود $\frac{۴kg}{cm^2}$ وارد و پس از عبور از نازل پلاσμα شده و فولاد را به راحتی برشکاری می کند چون در هوا اکسیژن وجود دارد اکسیژن یونیزه شده فولاد را می سوزاند و گرما نیز افزایش می دهد. فولادهای پر آلیاژ هم با این روش بریده می شوند ولی برشکاری دقیق تر آن ها با گاز آرگن و درصد کمی هیدروژن عملی می شود. در جدول (۳-۵) پارامترهای مناسب برای برشکاری فلزات آمده است.

جدول ۳-۵					
نوع فلز	ضخامت in	سرعت in/min	قطر	قدرت KW	جریان گاز لیتر در ساعت
فولاد زنگ نزن	$\frac{1}{2}$	25	$\frac{1}{8}$	45	N2 39
	$\frac{1}{2}$	7	$\frac{1}{8}$	60	N2 39
	$1\frac{1}{2}$	25	$\frac{5}{32}$	85	31H2 39N2
	$2\frac{1}{2}$	18	$\frac{1}{4}$	150	4.5H2 52.5N2
	4	8	$\frac{1}{2}$	160	4.5H2 52.5N2
آلومینیوم	$\frac{1}{2}$	25	$\frac{1}{8}$	50	*
	$1\frac{1}{2}$	30	$\frac{3}{32}$	75	*
	$2\frac{1}{2}$	20	$\frac{5}{32}$	80	*
	4	12	$\frac{3}{16}$	90	*
فولاد کربنی	$\frac{1}{4}$	200	$\frac{1}{8}$	55	*
	1	50	$\frac{5}{32}$	70	*
	2	25	$\frac{3}{16}$	100	*

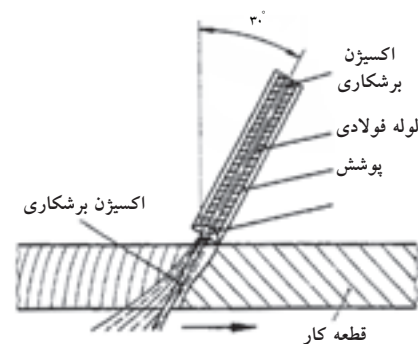


چگونگی برش قوسی با اکسیژن

۳-۵ برشکاری با قوس الکتریک

از گرمای قوس برای بریدن فلزات استفاده می‌شود. الکترودهای روپوش‌دار مخصوص برشکاری که موقع سوختن روپوش حجم زیادی گاز تولید کرده و پلاسما جت قوس درست می‌کنند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

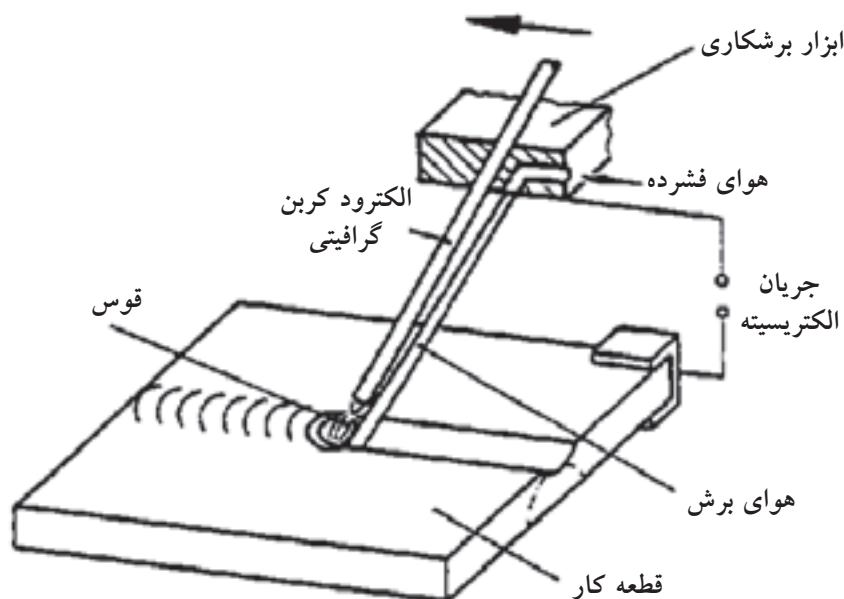
روش دیگر استفاده از الکترودهای توخالی است که از سوراخ وسط الکتروود گاز اکسیژن دمیده می‌شود یعنی قوس گرما و ذوب را به وجود آورده و اکسیژن باعث سوختن و اکسید کردن نموده و برشکاری انجام می‌شود که به آن جوشکاری قوس اکسیژن گویند. (شکل ۱۷-۵)



شکل ۱۷-۵ برشکاری با الکتروودتوخالی

۴-۵ گوجینگ (Goging) برشکاری با قوس و هوای فشرده

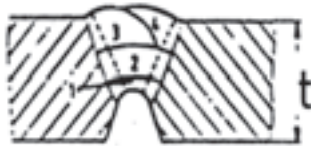
روش دیگر، استفاده از الکتروود ذغالی است در این عملیات الکتروود گرافیتی با روپوش نازکی از فلز مس قوس الکتریکی ایجاد می‌کند و گرما و ذوب به وجود می‌آورد و از کنار انبر، جت هوا به محل ذوب دمیده می‌شود و برشکاری یا برداشت انجام می‌شود به این روش گوجینگ گویند. و برای برداشتن جوش عیب‌دار و شیارزنی پشت کار هم مورد استفاده قرار می‌گیرد شیار حاصل بسیار صاف بوده و هیچ گونه گوشه‌ی تیز که باعث تمرکز تنش شود ایجاد نمی‌کند. (شکل ۱۸-۵)



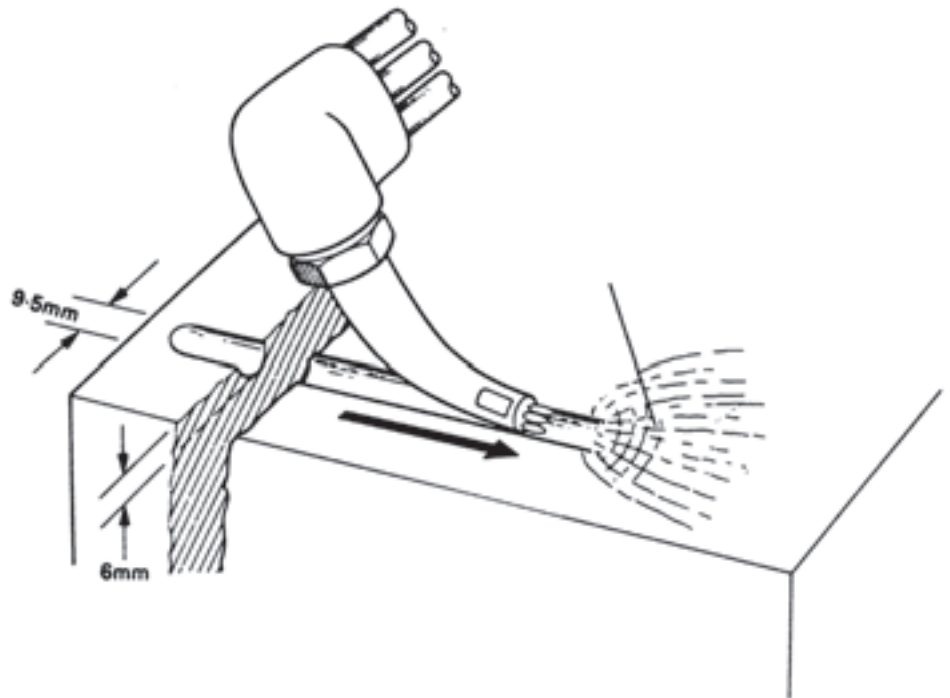
شکل ۱۸-۵ برشکاری با الکتروودذغالی و هوای فشرده

۵-۴-۱ شیارزنی و ایجاد پخ پشت درز جوشکاری شده

در دستورالعمل‌های جوشکاری^۱ (WPS) عملیات پشت‌برداری و شیارزنی با شعله هم‌اجازه داده می‌شود روش کار به این صورت است که بعد از اجرای پاس ریشه و پاس گرم (پاس میانی) توسط مشعل برشکاری از پشت پاس ریشه مقداری از فلز جوش و لبه‌های پشت کار را برداشته و یک پاس جوشکاری در شیار حاصل اجرا می‌شود که به آن (Back Weld) گویند. مطابق شکل (۵-۱۹) ایجاد شیار با مشعل برشکاری انجام می‌شود. برای ایجاد شیار و پشت‌برداری از ریشه جوش از روش گوجینگ یا براده‌برداری با سنگ و با ماشین هم در مواردی استفاده می‌شود. (شکل ۵-۲۰)



شکل ۵-۱۹ پشت‌برداری اتصال



شکل ۵-۲۰ شیارزنی با مشعل

۵-۵ برشکاری با لیزر

استفاده نور تقویت شده (هم فاز که دارای یک طول موج است) برای برشکاری در صنایع مختلف به کار می‌رود و روز به روز بیشتر در خدمت خواهد بود انرژی لیزری در جوشکاری به دلیل تمرکز حرارت در یک سطح بسیار کوچک کاربرد وسیعی در صنایع الکترونیک دارد.

۱- در اجرای عملیات جوشکاری بر اساس استاندارد برای هر اتصال یک دستورالعمل تهیه می‌شود که تمام مراحل کار و پارامترهای جوشکاری از پیش تعیین شده که جوشکار، ناظر و بازرش جوش ملزم به اجرای آن هستند.

برشکاری فلزات با این روش بر مبنای ایجاد سوراخ کلید برای نفوذ در ضخامت قطعه استوار است و فلز مذاب هم به کمک یک جت گاز از سوراخ بیرون رانده می شود این جت می تواند گاز خنثی، ازت و یا برای فولادها اکسیژن باشد برشکاری لیزری به فلزات محدود نمی شود.

چوب، پارچه، مقوای نازک، سرامیک، پلاستیک بدون نیاز به جت گاز بریده می شود ولی برشکاری فلزاتی که دارای ضخامت زیاد هستند دارای کیفیت مطلوب نمی باشد. (شکل ۲۱-۵)



شکل ۲۱-۵ برشکاری با لیزر

● مزایای برشکاری با لیزر

- عرض شیار باریک است
- سرعت برشکاری زیاد است
- کیفیت سطوح و لبه ها مطلوب است
- منطقه حرارت دیده کوچک و پیچیدگی کم است

سوالات پایانی بخش برشکاری



۱- برای تبدیل یک واحد جوشکاری با شعله گاز به واحد برشکاری باید:

الف) یکی از گازها را عوض کرد

ب) مشعل را تعویض نمود

ج) هر دو گاز باید عوض شود

د) مشعل و گازها باید تغییر کنند

۲- از کدام گزینه گرمای لازم برای برشکاری تأمین می‌شود؟

الف) سوختن گاز استیلن

ب) سوختن گاز اکسیژن

ج) سوختن فولاد

د) گزینه الف و ج با هم

۳- کدام پارامترها هنگام برشکاری باید ثابت باشد؟

الف) فاصله سر مشعل تا کار

ب) سرعت پیشروی

ج) زاویه سر مشعل به کار

د) گزینه الف و ب و ج

۴- برش همزمان چند قطعه با هم از روی نقشه چه موقع عملی است؟

الف) چند نفر برشکار از روی نقشه رسم شده روی کار برشکاری کنند

ب) برشکاری ریلی با بستن چند مشعل روی آن

ج) استفاده از وسیله چرخ‌دار همراه با مشعل برشکاری

د) استفاده از میز برشکاری با سیستم شعاع نوری

۵- چرا چدن‌ها را نمی‌توان با مشعل برشکاری اُکسی استیلن برید؟

الف) وجود گرافیت آزاد و کربن زیاد در چدن

ب) بالا بودن درجه ذوب چدن

ج) ناصاف بودن سطح چدن

د) رقیق نشدن مذاب چدن

۶- با مشعل برشکاری (OAC) کدام گزینه راحت بریده می شود؟

الف) آلومینیوم چون زود ذوب است.

ب) فولاد زنگ‌نزن چون گرما را پخش نمی کند.

ج) فولاد معمولی چون می سوزد و گرما هم تولید می کند.

د) فولاد پر کربن چون کربن‌ها سوخته و گرما تولید می کند.

۷- پلاسما یعنی چه؟

الف) گازهای اتمی

ب) گاز مولکولی

ج) گاز یونیزه

د) مخلوط گازها

۸- جریان برق از کدام گاز عبور می کند؟

الف) گاز اتمی

ب) گاز مولوکولی

ج) گاز پلاسما

د) گزینه الف و ج

۹- گوجینگ در کدام گزینه بیان شده است؟

الف) ایجاد قوس با الکتروود فلزی و هدایت گاز اکسیژن از سوراخ وسط الکتروود به

قوس

ب) برقراری قوس با الکتروود روپوش دار که گاز زیادی تولید می کند

ج) تشکیل قوس با الکتروود ذغالی و دمیدن هوای فشرده به فلز حوضچه مذاب

د) برشکاری با استفاده از پلاسمای هوا

۱۰- با کدام روش می توان پارچه و مقوا و سرامیک و را بُرید.

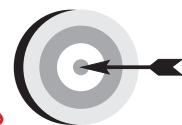
الف) قوس الکتریک و الکتروود روپوش دار

ب) الکتروود مجوف (توخالی)

ج) برشکاری با اُکسی استیلن

د) برشکاری لیزر

فصل ششم



هدف‌های رفتاری

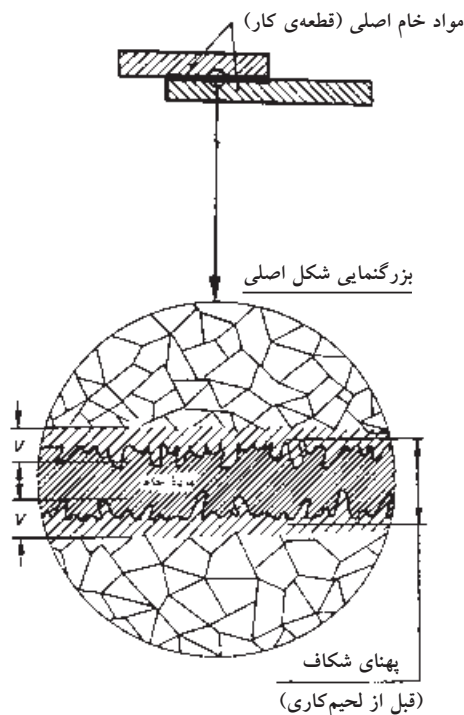
پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. لحیم کاری را معرفی کنید.
۲. روانسازها و انواع آن را معرفی کند.
۳. لحیم سخت و تفاوت آن با لحیم نرم را بیان کند.
۴. نقش روانسازها در لحیم کاری را توضیح دهد.
۵. ماده اصلی روانسازهای لحیم سخت را معرفی کند.
۶. جنس ماده لحیم سخت و نام آن‌ها را بیان کند.

۶- لحیم کاری نرم و سخت

یکی از روش‌های قدیمی اتصال فلزات است که امروزه نیز کاربرد فراوانی دارد و در صنایع الکترونیک، الکترونیک و صنایع فلزی سبک و... و اتصال لوله‌های غیر آهنی و اتصال فلزات غیر هم‌جنس که درجه ذوب پایین‌تری دارند و با روش‌های جوشکاری ذوبی امکان جوشکاری راحت آن‌ها وجود ندارد به کار می‌رود.

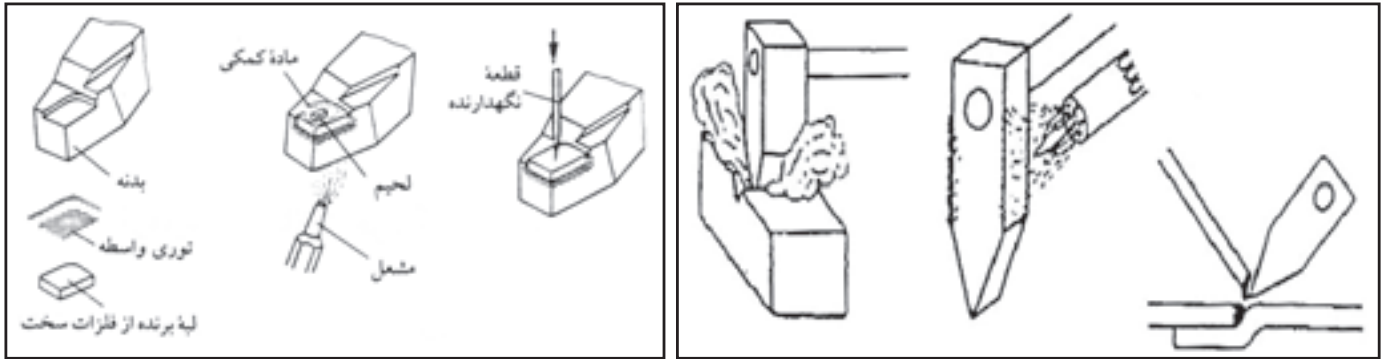
هم‌چنین در مواردی که درجه حرارت بالای جوشکاری در کار و اطراف آن مشکل‌ساز باشد از این روش اتصال استفاده می‌شود. لحیم کاری روش اتصال فلزات است که نیاز به ذوب کردن فلز پایه نمی‌باشد و فقط ماده‌ی لحیم ذوب می‌شود. (شکل ۱-۶)



شکل ۱-۶ بزرگ‌نمایی منطقه لحیم شده

● تعریف لحیم کاری

یکی از روش های اتصال فلزات است که با جاری کردن یک ماده ی فلزی زود ذوب در درز قطعات به منظور حذف فاصله و ایجاد چسبندگی سطحی بین قطعات عملی می شود. لحیم کاری به دو نوع لحیم کاری نرم و لحیم کاری سخت تقسیم می شود. (شکل های ۶-۲ و ۶-۱-۱)



شکل ۶-۱-۲-۱-۱-۱ لحیم کاری سخت

شکل ۶-۲-۱-۲-۱-۱ لحیم کاری ریز

۶-۱-۱-۱ لحیم کاری نرم

در لحیم کاری نرم حرارت لازم برای ذوب ماده پرکننده (لحیم) کمتر از 420°C می باشد و هیچکدام از دو فلز متصل شونده ذوب نمی شوند و فقط ماده ی لحیم ذوب شده و در درجه حرارت بالاتر از ذوب در درز دو قطعه جاری و سپس منجمد می شود. باید توجه داشت که اتصالات لحیم نرم شده استحکام کمتری از اتصالات لحیم سخت و اتصالات جوشی دارند.

۶-۱-۱-۱-۱ اصول لحیم کاری

عمل اتصال در لحیم کاری توسط نفوذ سطحی لحیم مذاب بین کریستال های دو قطعه صورت می گیرد. تمیز کاری و آماده نمودن سطوح برای لحیم کاری ها حائز اهمیت فراوانی است برای تمیز کردن سطوح تنها نمی توان از مایعات پاک کننده کمک گرفت بلکه باید سطوح تماس را از اکسید و زنگ و آلودگی های روغنی و گریس و جرم و کثافات توسط سوهان، شابر و برس سیمی و... پاک کرد (چون این لایه های ایجاد شده روی سطوح مانع اتصال خواهند بود) در عمل از موادی به صورت مایع یا خمیری به عنوان روان ساز هم استفاده می شود.

● روان‌سازهای لحیم نرم Solde ring Fluxes

برای برطرف کردن چربی و کثافات و حذف اکسیدهای جزئی از روان‌ساز استفاده می‌شود تا از طریق شیمیایی درز را پاک کرده و از اکسید شدن در اثنای لحیم‌کاری محفوظ نگاه دارد.

روان‌سازها در دو دسته قرار دارند یک دسته به روان‌ساز فاسد کننده معروف هستند مثل کلرید روی $zncl_2$ که از حل کردن تکه‌های کوچک فلز روی در اسید کلریدریک تهیه می‌شود و برای لحیم‌کاری حلی، ورق گالوانیزه، مس، برنج و... استفاده می‌شود. (شکل ۳-۶)



شکل ۳-۶



دسته‌ی دوم روان‌ساز غیر فاسد کننده که به شکل خمیر یا پودر یا مایع در دسترس است و برای ورق‌های مسی، برنج، ورق حلی و همچنین برای پاک کردن هویه از اکسیدها هم استفاده می‌شود. (شکل ۴-۶)



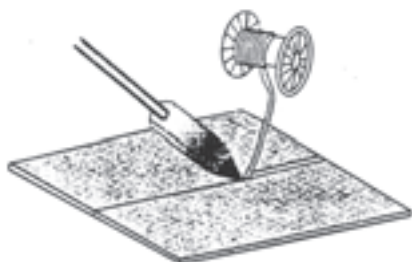
شکل ۴-۶

۲-۱-۶ ماده‌ی لحیم‌کاری نرم

فلز پرکننده درز آلیاژی از قلع و سرب با نسبت‌های متفاوت که در جدول (۱-۶) آمده است.

جدول ۱-۶ جدول ترکیب سرب و قلع طبق (دین ۱۷،۷)

نام	علامت اختصاری	درصد ترکیبات شیمیایی (درصد)					حداقل درجه حرارت کار C°	وزن Kg/dm^3	موارد استفاده
		Sn قلع	Sb آنتیمون	Fe حداکثر آهن	Cu + As + Ni مس + آرسنیک و نیکل	Pb سرب			
لحیم ۹۸/۵	L.Pb ۹۸/۵	-	-	-	-	۹۸/۵	۳۲۰	۱۱/۲	لحیم‌کاری برای کارهای تحت فشار کم
لحیم قلع ۸	L.Sn ۸	۸	۰/۵	-	-	بقیه	۳۰۵	۱۰/۸	لحیم‌کاری برای کارهای تحت فشار کم
لحیم قلع ۲۵	L.Sn ۲۵	۲۵	۱/۷	۰/۰۵	۰/۱۰	بقیه	۲۵۷	۹/۸	فقط با مشعل لحیم‌کاری
لحیم قلع ۳۰	L.Sn ۳۰	۳۰	۲/۷	۰/۰۶	۰/۱۲	بقیه	۲۴۹	۹/۶	برای بتونه در صافکاری اطاف‌های اتوبوس و غیره
لحیم قلع ۳۳	L.Sn ۳۳	۳۳	۲/۲۰	۰/۰۷	۰/۱۴	بقیه	۲۴۲	۹/۵	برای درزهای آب‌بندی
لحیم قلع ۳۵	L.Sn ۳۵	۳۵	۲/۳۰	۰/۰۷	۰/۱۵	بقیه	۲۳۷	۹/۵	برای درزهای ضربه‌خور
لحیم قلع ۴۰	L.Sn ۴۰	۴۰	۲/۷۰	۰/۰۸	۰/۱۶	بقیه	۲۲۳	۹/۳	برای کارهای ظریف
لحیم قلع ۵۰	L.Sn ۵۰	۵۰	۳/۳۰	۰/۰۹	۰/۱۸	بقیه	۲۰۰	۸/۸	برای کارهای ظریف
لحیم قلع ۶۰	L.Sn ۶۰	۶۰	۳/۲۰	۰/۰۱۰	۰/۲۰	بقیه	۱۸۵	۸/۵	برای قلع‌اندود کردن سیم‌های برق
لحیم قلع ۹۰	L.Sn ۹۰	۹۰	۱/۳	۰/۰۱۰	۰/۲۰	بقیه	۲۱۹	۷/۵	برای ظرف و وسائل منزل



شکل ۵-۶

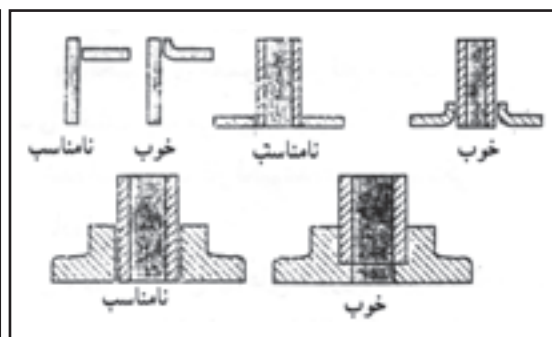
در بازار به صورت میله لحیم و یا کلاف کوچک به فروش می‌رسد و بعضی از انواع آن‌ها به صورت توام با روان‌ساز به فروش می‌رسد که ماده روان‌ساز در مغز سیم به صورت خمیر با روغن مشاهده می‌شود. (شکل ۵-۶)

۳-۱-۶ عملیات قبل از لحیم کاری

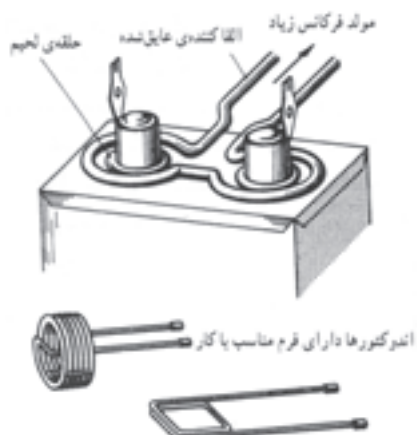
- تمیز کاری درز اتصال
- جفت بودن لبه‌ها (شکل ۶-۶)
- استفاده از روان‌ساز مناسب
- گرم کردن هویه و آغشته کردن آن با لحیم (شکل ۶-۱-۶)
- به کار بردن ماده لحیم مناسب



شکل ۱-۶-۶



شکل ۶-۶



شکل ۷-۶

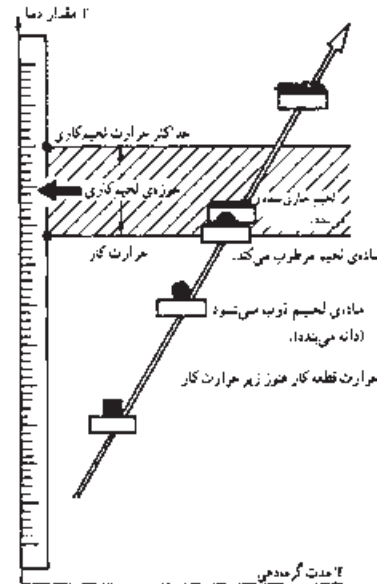
علاوه بر هویه در لحیم کاری نرم از جریان القائی با استفاده از اندوکتور که دارای شکل‌های متفاوت است جهت گرم کردن کار و ماده لحیم می‌توان استفاده نمود همان‌طور که در شکل (۶-۷) مشاهده می‌شود ماده لحیم به صورت حلقه دایره‌ای شکل در محل لحیم کاری قرار داده می‌شود و جریان القائی موجب گرم شدن لبه‌های قطعه کار و ذوب شدن ماده لحیم کاری می‌شود و ماده لحیم کاری در درز دو قطعه جاری شده و با برداشتن حلقه القاء کننده از روی کار لحیم سرد می‌شود.

۴-۱-۶ درجه حرارت لحیم کاری نرم

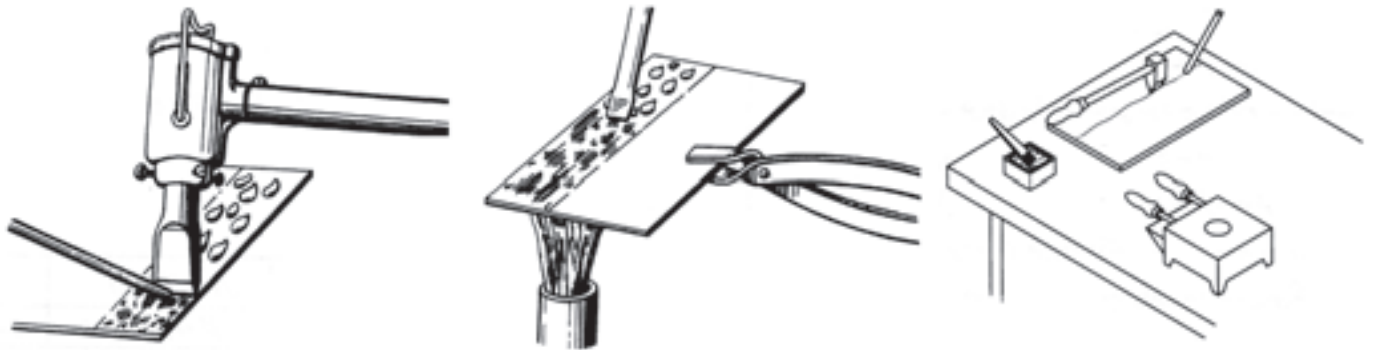
معمولاً حدود درجه حرارت لحیم کاری نرم بین 260°C ، 365°C می‌باشد و لحیم کار نباید در موقع لحیم کاری از حرارت بالاتر استفاده کند چون لحیم سوخته و یا ناخالصی‌ها را در خود حل می‌کند.

وقتی یک لحیم نرم حرارت داده شود شروع به ذوب شدن کرده که به نقطه‌ی ذوب لحیم بستگی دارد و در صورت ادامه حرارت دادن مذاب لحیم رقیق شده به حد جاری شدن می‌رسد. حد جاری شدن درجه حرارتی است که لحیم کاری باید در آن محدوده انجام شود. (شکل ۸-۶)

پس از انجام لحیم کاری تا درجه حرارت محیط که لحیم منجمد می‌شود هیچگونه تثنی نباید به آن اعمال شود. درجه حرارت برای روش‌های اتصال حرارتی را مشاهده می‌کنید و لحیم کاران از طریق تجربی به این درجات حرارت آگاهی دارند. لحیم کاران در قلع‌اندود کردن قطعات از دو روش مطابق شکل (۱-۸-۶) استفاده می‌کنند یا کار به وسیله شعله گرم می‌شود و یا به وسیله هویه تا درجه حرارت قطعه به حد جاری شدن لحیم برسد.



شکل ۸-۶



شکل ۱-۸-۶ قلع‌اندود کردن با هویه

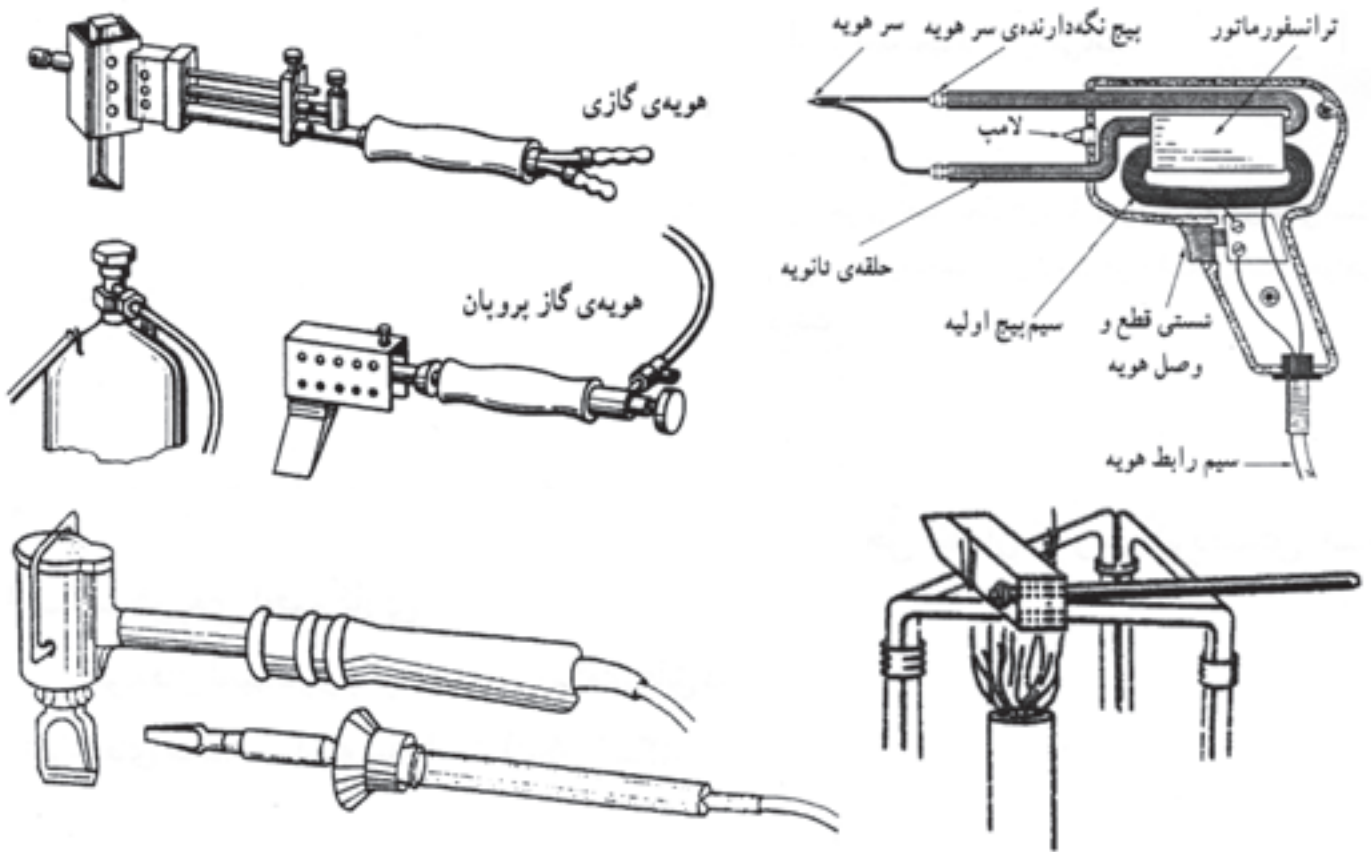
۵-۱-۶ ابزار لحیم کاری نرم (هویه)

یکی از ابزارهای ضروری برای اجرای لحیم نرم هویه لحیم کاری است که به وسیله‌ی گرمای آن قطعه کار داغ شده و لحیم ذوب شده و در درز جاری می‌شود.

هویه‌ها با اندازه‌های مختلف از فلز مس ساخته می‌شوند و نوک هویه با توجه به محل لحیم کاری می‌تواند شکل‌های متفاوت داشته باشد و با شعله یا حرارت مشعل گرم می‌شوند گرهی از هویه‌ها به وسیله‌ی جریان برق گرم می‌شوند که به آن‌ها هویه‌ی برقی می‌گویند که به اندازه‌ها و شکل‌های متفاوت ساخته شده‌اند. (شکل‌های ۹-۶ و ۹-۱)

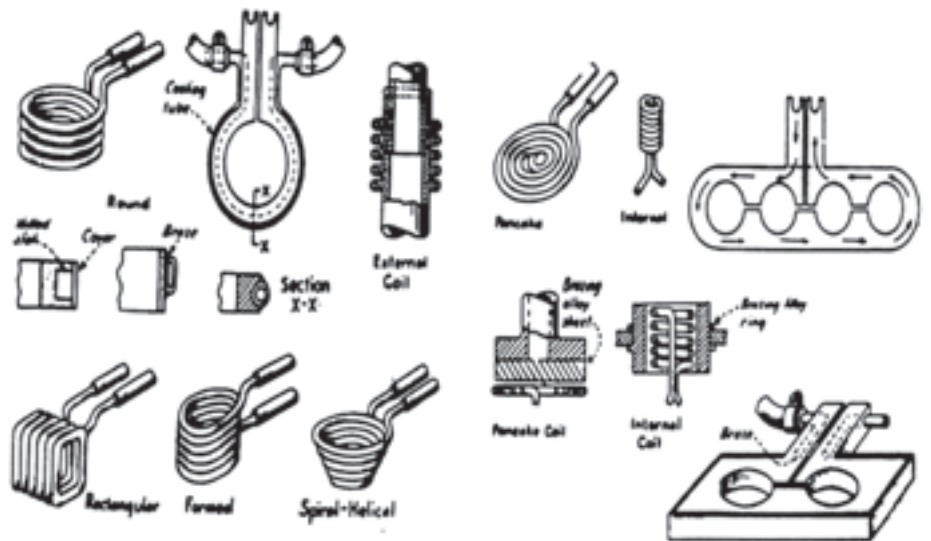


شکل ۹-۶ هویه‌های مختلف لحیم کاری



شکل ۱۰-۶

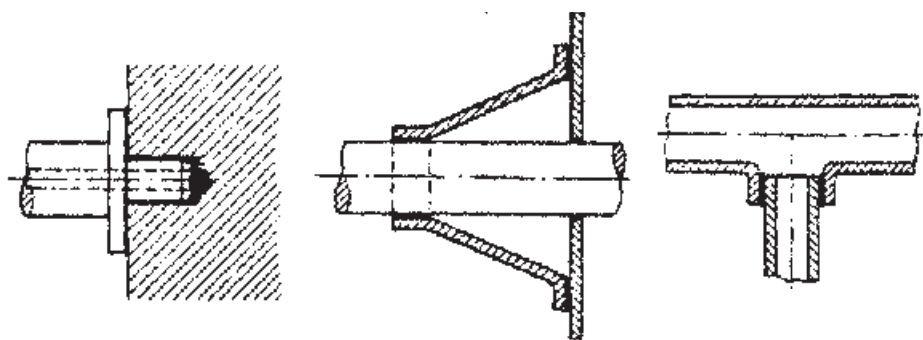
از جریان القایی به شکل حلقه هم برای عملیات لحیم کاری نرم استفاده می‌شود به شکل (۱۱-۶) توجه کنید.



شکل ۱۱-۶ وسایل گرم کردن و ذوب لحیم با جریان القایی

۲-۶ لحیم کاری سخت Brazing

این نوع لحیم کاری با شعله و در کوره یا روش‌های مقاومتی و القایی و در درجات حرارت بالای 420°C انجام می‌شود در عملیات لحیم کاری سخت قطعات کار را تا 100°C الی 150°C درجه پایین‌تر از درجه‌ی ذوب فلز حرارت می‌دهند و به کمک فلاکس یا تنه کار اکسید زدایی صورت می‌گیرد و ماده‌ی لحیم سخت که از آلیاژهای متفاوت تهیه شده‌اند در درز قطعات جریان پیدا کرده و علاوه بر پر کردن فاصله دو قطعه مقداری هم نفوذ اتمی اتفاق افتاده و مذاب لحیم در قطعات کار نفوذ می‌کنند استحکام این روش اتصال خوب بوده و با روش‌های جوشکاری‌های ذوبی تا حدودی برابری می‌کنند. (شکل ۱۲-۶)



شکل ۱۲-۶ چند نمونه لحیم کاری سخت

● تعریف لحیم کاری سخت

روش اتصال فلزات است که ماده پرکننده درز در درجات حرارت بالای 450°C ذوب شده و در درز قطعه حرارت دیده جاری می‌شود و ماده‌ی لحیم در قطعات نفوذ می‌کند و پس از انجماد قطعات به هم متصل می‌شوند.

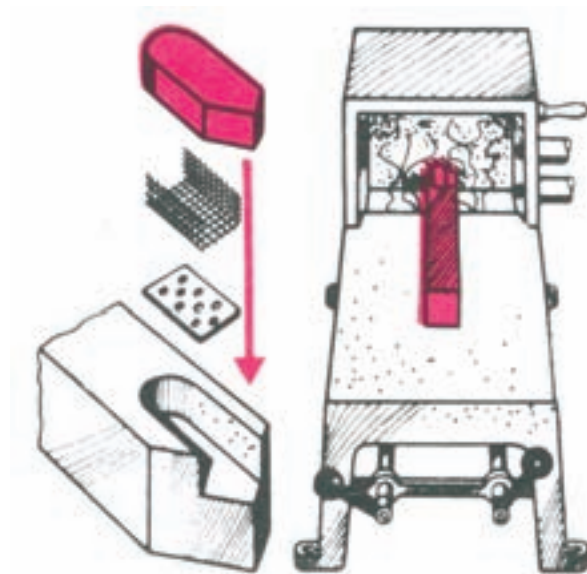
۱-۲-۶ معرفی و نقش روان‌سازها در لحیم کاری سخت

به منظور حفاظت از فلز در مقابل آتمسفر موقع لحیم کاری و همچنین روان شدن مذاب لحیم سخت از ماده‌ای به نام فلاکس یا تنه کاری یا روان‌ساز استفاده می‌کنند. در ایران قدیم برای جوش دادن پرّه‌های کلید در خانه از لحیم سخت کوره‌ای برنج (آلیاژ مس و روی) و از نرمه‌های شیشه به عنوان روان‌ساز و از براده‌های برنج به عنوان لحیم استفاده می‌کردند.

امروزه از نمک‌های حاصل از ترکیب هالوژن‌ها $F-Cl-Br-I$ با فلزات قلیایی $Na-K-NH_3$ به عنوان روان‌ساز استفاده می‌کنند. (جدول ۶-۲)

جدول ۶-۲ نام و مشخصات فلاکس‌ها در لحیم سخت		
نام	نام روان‌ساز	فرمول شیمیایی
۱	براکس	$Na_2B_4O_7$ و $10H_2O$
۲	کلرید سدیم	$NaCl$
۳	کلرید پتاسیم	KCl
۴	کربنات پتاسیم	K_2CO_3
۵	اسید بوریک	H_3BO_3
۶	کلرید آمونیم	NH_4Cl

لحیم کاری سخت با گرمای شعله و کوره و گرمای القائی انجام می‌گیرد. (شکل ۶-۱۳)



شکل ۶-۱۳ لحیم کاری سخت الماسه تراشکاری با استفاده از کوره‌ی الکتریکی ویژه

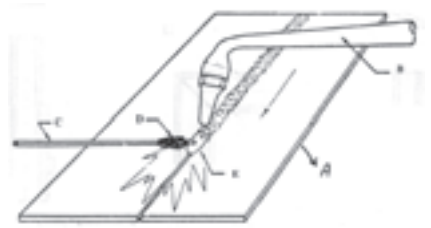
حفاظت از اکسید شدن فلزات داغ شده مورد لحیم کاری و تمیز کردن سطوح (بعد از عملیات سوهان کاری و سنباده‌زنی و غیره) را به عهده داشته به علاوه مذاب را رقیق می‌کند تا به راحتی در درز جا گرفته و از آسیب رسیدن به محل لحیم کاری از اثرات سوء آتمسفر مصون ماند. (شکل ۶-۱۴)



شکل ۶-۱۴ ایجاد گاز در اطراف محل لحیم کاری

۲-۲-۶ جنس ماده‌ی لحیم سخت

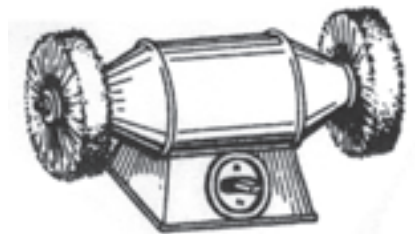
آلیاژهای مختلف از فلزات (مس، روی، نقره) و گاهی سرب، و سیلیس و کارمیوم به مقدار کمتر به عنوان ماده لحیم سخت (شکل ۱۵-۶) به نام لحیم مس، لحیم برنج، لحیم نقره مطابق با استاندارد آمریکایی AWS یا Din ۸۵۱۳ آلمان به بازار عرضه می‌شوند که یک نوع متداول آن که با مشعل اکسی استیلن مورد استفاده قرار می‌گیرد مطابق با استاندارد AWS.Ab-۲۷-۲۸ در جدول (۳-۶) آمده است و در ضمیمه جداول دیگری را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۵-۶

جدول ۳-۶ انواع فرم استاندارد موارد مصرفی بریزینگ طبق استاندارد AWS A5.8

مشخصات ابعادی به میلی‌متر	فرم عرضه در بازار	نوع آلیاژ	ردیف
$\varnothing = 0.8 - 1.6 - 2.4$ $3.2 - 4 - 4.8$ $6 - 8 - 9.5$	سیم جوش پیچیده شده به صورت	RCUZnA	۱
	کوئل	RcuZnB	۲
$L = 455 - 910\text{mm}$ $\varnothing = 0.8 - 1.6 - 2.4$ $3.2 - 4 - 4.8$ $6 - 8 - 9.5$	مفتول	Rcuznc	۳
		۴	
$t = 0.05 - 0.08 - 0.13$ $0.25 - 0.51$	تسمه $0.64 \times 150\text{mm}$	RcuZnD	۵
		BAG	
$L = 455 - 910\text{mm}$ $\varnothing = 0.8 - 1.2 - 1.6$ $2.4 - 3.2$	مفتول		



برس سیمی گردان



برس سیمی برای نظافت هویه

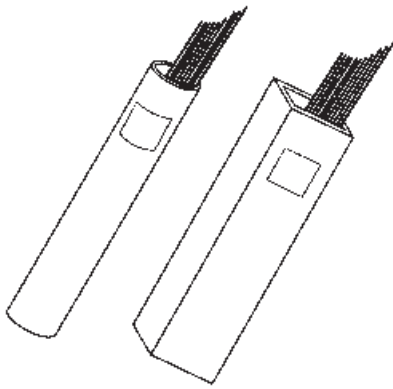
شکل ۱۶-۶

سطح هویه‌های مسی با افزایش دما توسط شعله و یا اجاق کوره اکسید می‌شوند برای پاک کردن اکسیدها از سطح هویه از برس سیمی دستی و یا ماشینی استفاده می‌کنند. (شکل ۱۶-۶)

تنه کارها به صورت مایع، جامد، یا پودر به بازار عرضه می‌شود گازهای حاصل از این فلاکس موقع لحیم کاری اسیدی و یا بازی بوده و برای فرد لحیم کار بسیار مضر است و استفاده از ماسک‌های دهنی مناسب الزامی است.

۶-۲-۳ نگهداری و انبار کردن مفتول‌های لحیم سخت

وارد شدن اکسید در مذاب لحیم موجب کاهش کیفیت اتصال شده و در مواردی اشکال به وجود می‌آورد. لذا مفتول‌های لحیم کاری سخت و مفتول‌هایی که فلاکس به آن‌ها چسبیده باید دور از رطوبت نگهداری شده و از وارد شدن ضربه و صدمه‌ی مکانیکی به آن‌ها خودداری شود. معمولاً این مفتول‌ها در ظرف‌های استوانه‌ای (قوطی مانند) غیر قابل نفوذ به بازار عرضه می‌شوند (شکل ۶-۱۷)



شکل ۶-۱۷ قوطی‌های نگهداری سیم جوش

۶-۲-۴ دلایل استفاده از روان‌سازها (فلاکس‌ها)

۱. جلوگیری از اکسید شدن فلز داغ و حل اکسیدهای سطح فلز؛
۲. تمیز کردن سطوح اتصال از مواد شیمیایی مثل چربی‌ها (بعد از تمیز کاری، سوهان و سنباده و غیره)؛

۳. تسهیل در جاری شدن مذاب لحیم در درز قطعه کار؛

۴. کنترل آتمسفر گازی که اطراف محل لحیم کاری را احاطه کرده است (شکل ۶-۱۸) زیرا فلزات در مقابل بعضی از گازها حساس هستند؛ مثلاً فلز مس در مقابل گاز هیدروژن حساس است.



شکل ۶-۱۸ ایجاد گاز در اطراف محل لحیم کاری

۶- ماده‌ی روان‌سازها از ترکیبات کدام گزینه است؟

الف) فلزات قلیایی خاکی و هالوژن‌ها ب) فلزات قلیایی و هالوژن‌ها

ج) هالوژن‌های قلیایی و فلزات هالوژنی د) اسید کلریدریک و براده‌ی روی

۷- چرا گازهای حاصل از فلاکس‌های لحیم‌کاری سخت مضر است؟

الف) خاصیت اسیدی دارند ب) خاصیت بازی دارند

ج) سمی هستند د) گزینه الف و ب

۸- در لحیم‌کاری نرم علاوه بر گرمای هویه از کدام گزینه استفاده می‌شود؟

الف) گرمای کوره ب) جریان القایی

ج) گرمای قوس د) لیزر

۹- لحیم‌کاری سخت در دمای به بالا انجام می‌شود؟

الف) 350°C ب) 450°C

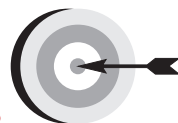
ج) 260°C د) 100°C الی 150°C زیر دمای ذوب

۱۰- برای لحیم‌کاری لوله‌های نازک مسی از آلیاژ کدام ماده لحیم سخت استفاده

می‌شود؟

الف) مس و روی ب) مس و آلومینیوم

ج) نقره و مس د) قلع و سرب



هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. جوشکاری فشاری را تعریف کند.
۲. روش‌های گرم کردن قطعات در جوشکاری فشاری را توضیح دهد.
۳. نحوه‌ی دوران و توقف قطعه در جوشکاری اصطکاکی را بیان کند.
۴. مهمترین انواع جوش مقاومتی را نام ببرد.
۵. دوره‌های چهارگانه نقطه جوش را شرح دهد.
۶. روش جوشکاری لوله‌های درزدار را توضیح دهد.
۷. فلزاتی که راحت نقطه جوش می‌شوند را نام ببرد.
۸. موارد کاربرد پیش‌طرحی را توضیح دهد.
۹. کاربردهای جوش زائده‌ای را نام ببرد.
۱۰. روش‌های تبدیل انرژی مکانیکی به حرارتی در جوش اصطکاکی را نام ببرد.

۷- جوشکاری فشاری (در حالت جامد)

تعریف: جوشکاری فشاری فرآیندی است که در آن لبه‌های مورد اتصال تحت فشار و با استفاده از حرارت یا بدون آن در هم ادغام می‌شوند و قطعات به هم جوش می‌خورند. یکی از راه‌های رسیدن به تماس نزدیک، فشار دادن سطوح به یکدیگر است.

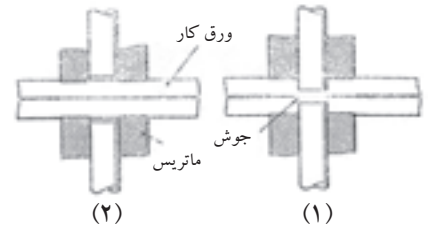
(شکل ۷-۱)



شکل ۷-۱ نحوه نقطه جوش

سطوح تحت فشار تغییر شکل می‌دهند، و فلزات در تماس نزدیک قرار می‌گیرند و اتم‌های دو قطعه در فصل مشترک به هم رسیده پستی و بلندی سطوح تماس در هم ادغام شده و پیوندی اتمی شکل می‌گیرد فرآیندهایی که بر این اساس کار می‌کند جوشکاری «حالت جامد» نام دارد.

۷-۱ جوشکاری فشاری سرد



شکل ۷-۲ جوشکاری فشاری سرد

جوشکاری فشاری سرد در مواردی قابل استفاده است مانند کابل‌های آلومینیومی و اتصال‌های آن و همچنین جوش درپوش به لوله مورد استفاده قرار می‌گیرد و در مواردی که فشار زیاد به قطعات کار آسیب نرسانند قابل استفاده است. (شکل ۷-۲)

جوشکاری فشاری سرد برای ایجاد تغییر شکل و مومسان شدن سطوح مشترک برای جوشکاری فلزات سخت و آلیاژها دشوار است برای سهولت در عملیات جوشکاری فشاری سطوح مشترک را حرارت می‌دهند و به جوشکاری فشاری حالت گرم گویند. حرارت دادن سطوح مشترک با چهار روش عملی می‌شود.

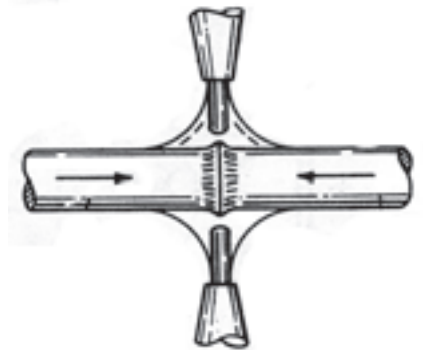
۷-۲ روش‌های گرم کردن در جوشکاری فشاری

الف) گرم کردن با شعله گاز

ب) گرم کردن مقاومتی

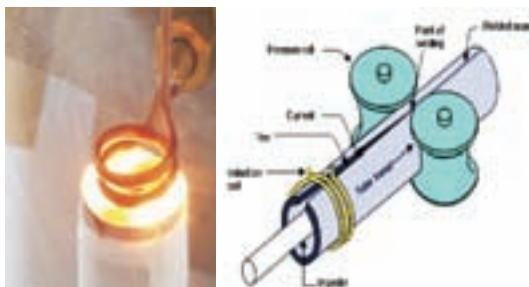
ج) گرم کردن القایی

د) گرم کردن با گرمای اصطکاک



شکل ۷-۳ جوشکاری فشاری گرمای شعله

- گرم کردن با گاز: عبارتست از حرارت دادن فصل مشترک با شعله گاز که پس از گرم شدن با اعمال فشار قطعات در هم ادغام شده و جوشکاری صورت می‌گیرد. (شکل ۷-۳)
- گرم کردن با مقاومت الکتریکی: در اثر عبور جریان با شدن جریان زیاد از محل تماس باعث گرم شدن سطوح تماس شده و با اعمال فشار در هم ادغام می‌شوند.
- گرم کردن القایی: در اثر عبور جریان با فرکانس بالا از یک سیم‌پیچ که قطعات جوش دادنی را احاطه نموده است شکل (۷-۴) باعث ایجاد یک جریان القایی قوی در قطعه شده و آن را گرم می‌کند سپس با اعمال فشار قطعات یا لبه‌ها به هم جوش می‌خورند.



شکل ۷-۴ گرم کردن به روش القایی

● گرم کردن با اصطکاک: ماشینی که برای این روش جوشکاری، استفاده می‌شود مانند یک ماشین تراش است که یکی از قطعات مورد جوشکاری را در دهانه‌ی سه‌نظام یا چهارنظام دستگاه که قابلیت دوران دارد بسته و قطعه‌ی دیگر به سه‌نظام یا چهارنظام ثابت بسته می‌شود آن‌گاه فکّ دوّار را به گردش در می‌آورند سپس سه‌نظامی که ثابت است به فکّ در حال دوران نزدیک می‌کنند تا سطوح مورد جوشکاری به هم سائیده شده و در اثر اصطکاک گرمای زیادی تولید می‌شود و سطوح تماس را تا مرحله‌ی خمیری شدن گرم می‌کند و با اعمال فشار نهایی و حذف ناگهانی دوران، قطعات به هم جوش می‌خورند. (شکل ۵-۷)

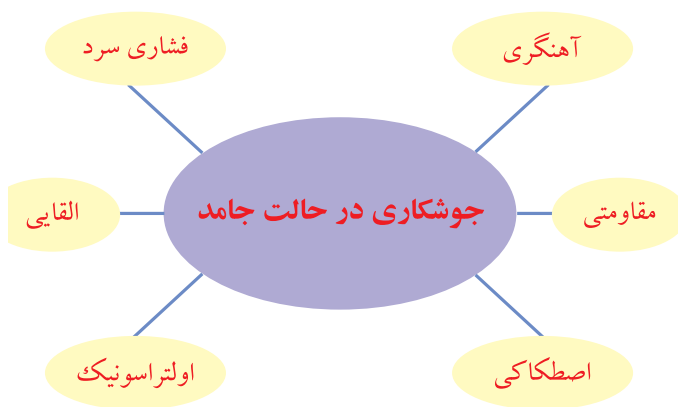


شکل ۵-۷ جوشکاری اصطکاکی

۳-۷ انواع فرآیند جوشکاری در حالت جامد

با استفاده از روش‌های مختلف گرم کردن سطوح تماس و انرژی‌های متفاوت برای اعمال فشار، فرآیندهایی از این نوع جوشکاری ابداع شده است و چون روشی است که به راحتی قابل اتوماسیون شدن است با تدابیر گوناگون در خطوط تولید مورد بهره‌برداری صنعتی قرار می‌گیرد.

از انواع جوشکاری در حالت جامد می‌توان جوشکاری آهنگری یا پتکه‌ای، جوشکاری مقاومتی، جوشکاری فشاری سرد، جوشکاری اصطکاکی، جوشکاری ما فوق صوت (اولتراسونیک) جوشکاری القایی را نام برد که در این جا به فرا خور کاربرد صنعتی به آن‌ها خواهیم پرداخت.

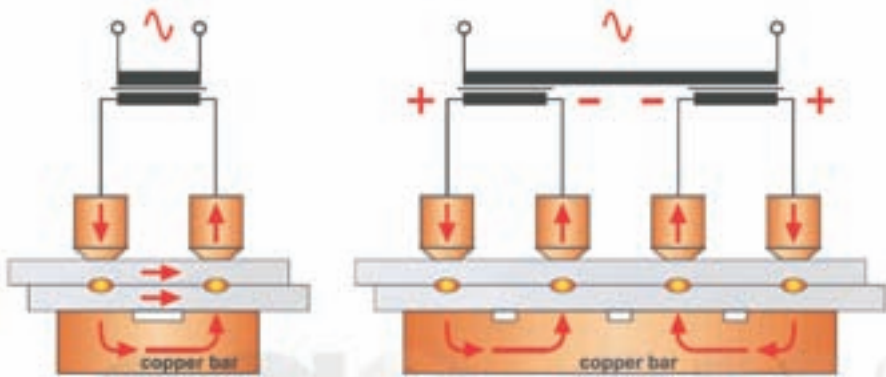


۱-۳-۷ جوشکاری آهنگری یا پتکه‌ای

روش قدیمی است که با گرم کردن قطعات در کوره آن‌ها را روی هم قرار می‌دهند یا یک قطعه در شکاف قطعه‌ی دیگر جا گرفته و با کوبیدن ضربات چکش قطعات به هم جوش می‌خورند و در گذشته به این روش جوش چلنگری هم گفته می‌شد.

۲-۳-۷ جوشکاری مقاومتی Resistance welding

یکی از فرآیندهای جوشکاری در حال جامد است که در صنایعی که با ورق‌ها و مفتول فلزی سروکار دارند کاربرد فراوانی دارند در کارخانجات تولید بدنه‌ی اتومبیل درصد بسیار زیادی از قطعات با این روش به هم جوش می‌خورند اصول جوشکاری مقاومتی بر این اساس است که با گرمای حاصل از مقاومت الکتریکی فلزات در مقابل عبور جریان (مانند اجاق‌های برقی)، سطوح تماس را تا حالت خمیری گرما داده و با استفاده از فشار مکانیکی، هیدرولیکی یا پنوماتیکی قطعات را به هم جوش می‌دهند. (شکل ۶-۷)



شکل ۶-۷ جوشکاری نقطه‌ای

● مزایای جوشکاری مقاومتی

- سرعت بالای تولید
- عدم نیاز به فیلترمتال - فلز پرکننده درز
- تجهیزات نیمه اتوماتیک و امکان کار با رباط‌ها
- امکان جوشکاری با کارگران نیمه ماهر
- جوشکاری فلزات غیر متشابه
- کیفیت بالای جوش
- پیچیدگی کمتر قطعات جوشکاری شده
- منطقه حرارت دیده کوچک جهت جلوگیری از حذف استحکام کار سرد

● معایب جوشکاری مقاومتی

- هزینه‌ی بالای تجهیزات
- نگهداری پر هزینه‌تر است
- آماده‌سازی سطوح در بعضی موارد
- عدم امکان جوشکاری قطعات با ضخامت بالا

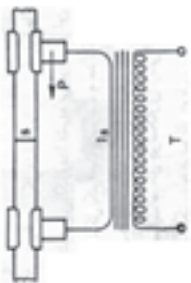
● متغیرهای جوشکاری مقاومتی

این متغیرها عبارتند از:

- شدت جریان
- زمان جوشکاری
- نیروی فشاری
- الکترودها و مقاطع آن‌ها

● چگونگی ایجاد گرما در سطوح تماس

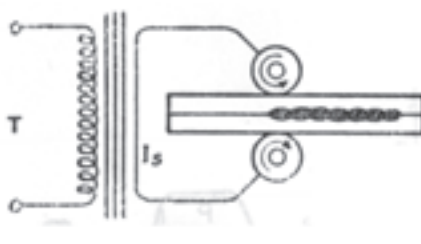
گرمای حاصل در این فرآیند با مجذور شدت جریان و مقاومت الکتریکی و زمان عبور جریان رابطه‌ی مستقیم دارد یعنی مطابق قانون ژول $Q = KRI^2t$ در این رابطه‌ی فیزیکی t زمان عبور جریان بر حسب ثانیه I شدت جریان بر حسب آمپر R مقاومت الکتریکی منطقه‌ی عبور جریان بر حسب اهم و K ضریب ثابت است و Q حرارت حاصل بر حسب ژول به دست می‌آید. (شکل ۷-۷)



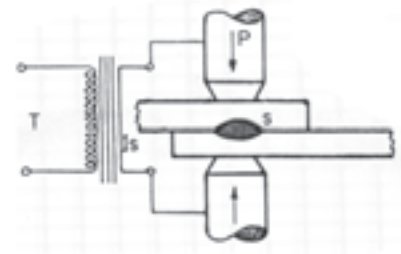
جوش سر به سر



فلش جوش



قرقره جوش



نقطه جوش

شکل ۷-۷

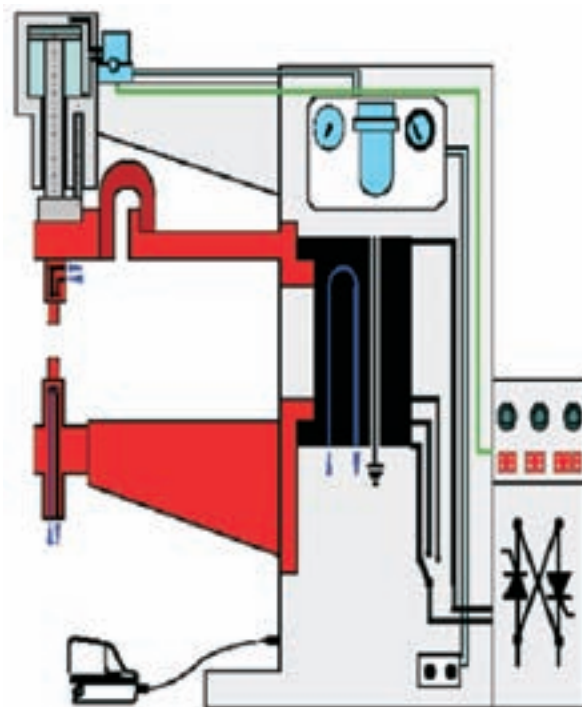
وش های جوش مقاومتی با به کارگیری تدابیر و بهینه سازی متفاوت در صنعت مورد استفاده است که مهمترین و متداول ترین آنها به شرح زیر است:

۱. نقطه جوش
۲. درز جوش
۳. جوش زائده ای
۴. جوش سر به سر
۵. جوش ضربه ای
۶. فلاش جوش

۳-۳-۷ نقطه جوش (Resistance Spot welding)

از روش های جوش مقاومتی است که به طور گسترده در ساخت وسایل اداری و خانگی و اتومبیل سازی و صنایعی که با اوراق فلزی یا صنایع تزئینی که میل گردهای باریک سر و کار دارند کاربرد دارد و چون جوش حاصل به صورت دایره ای کوچک شکل می گیرد به نقطه جوش معروف است.

کاربرد فراوان نقطه جوش در ساخت بدنه اتومبیل به این دلیل است که با فرم دادن و خم کاری های متفاوت به ورق های نازک استحکام کار سرد (مکانیکی) می دهند، این استحکام در اثر گرمای جوشکاری از دست می رود لذا جوشکاری های آن باید محدود به منطقه های کوچک باشد و جوشکاری نقطه ای این نقش را به خوبی ایفا می کند. نحوه اجرا مطابق شکل (۷-۸) است که قطعات کار در دو نقطه مقابل هم به وسیله دو الکترود به هم فشرده می شوند و زمانی که فشار به حد کافی رسید و مقاومت الکتریکی سطوح تماس کاهش یافت جریان برق با ولتاژ (۱۰-۱) ولت و شدت جریان زیاد تا ۱۰۰۰۰ آمپر از طریق الکترودهای مسی از کار عبور می کند و وجود مقاومت الکتریکی بین دو قطعه باعث گرم شدن آن قسمت شده و با فشار وارده قطعات در هم ادغام شده و جوش می خورند. (شکل ۷-۸)

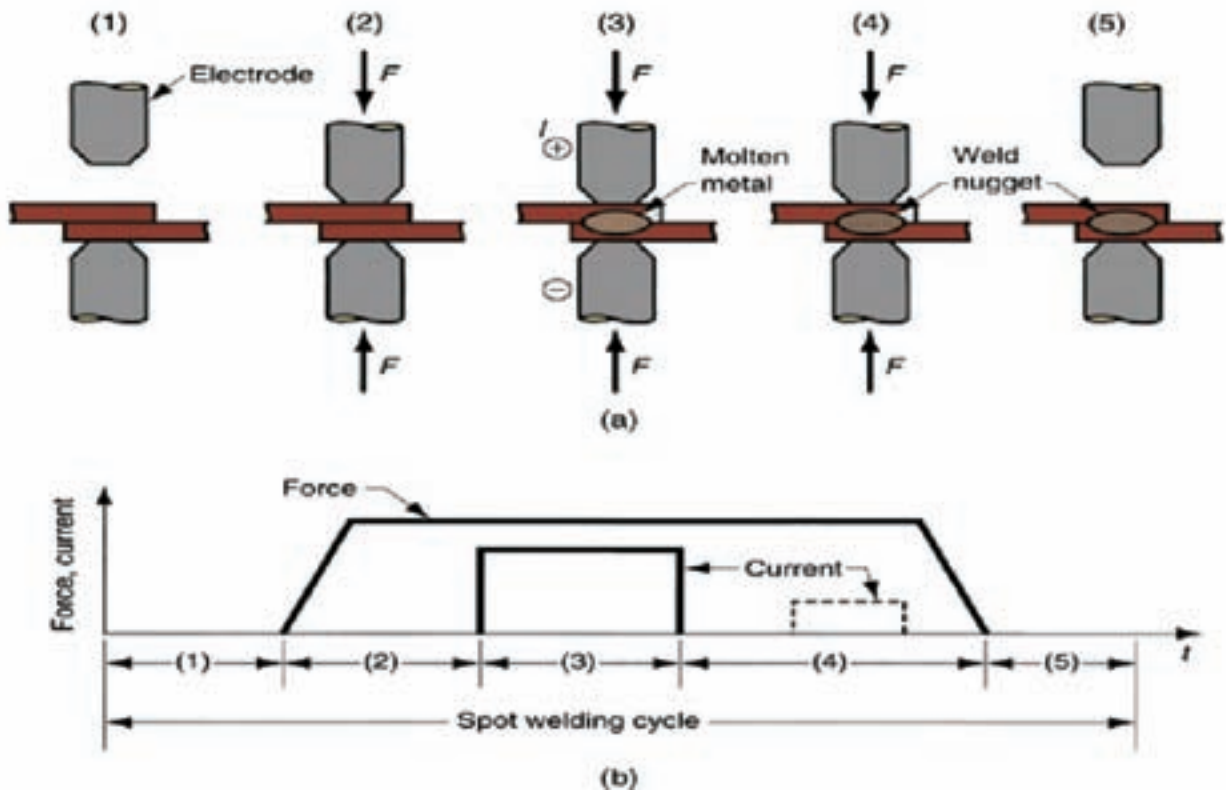


شکل ۷-۸ دستگاه نقطه جوش

۴-۳-۷ مراحل مختلف عملیات جوشکاری نقطه جوش

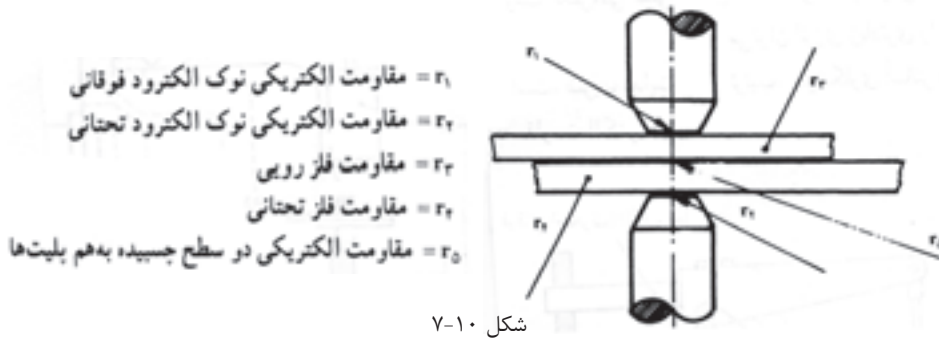
عملیات جوشکاری در چهار دوره انجام می‌شود:

- ۱- مرحله‌ی فشردگی، در این مرحله تا شروع زمان جوشکاری یا فشاری که اعمال می‌شود قطعات در محل تماس به هم فشرده می‌شود تا به حد نیاز برسد.
- ۲- مرحله‌ی جوشکاری یا زمانی است که برق وصل شده و از محل تماس از طریق الکتروودها عبور داده می‌شود در این مرحله فشار ثابت است و یا ممکن است به دلیل نرم شدن قطعات به آرامی کاهش یابد زمان جوشکاری به طور معمول کوتاه است و کسری از ثانیه را شامل می‌شود تا انتقال حرارت کمتری در قطعه کار صورت گیرد.
- ۳- مرحله‌ی نگهداری یا عملیات آهنگری (Forging) در این زمان برق قطع شده و تحت فشار عملیات ادغام و آهنگری انجام می‌شود و درجه‌ی حرارت کاهش می‌یابد.
- ۴- مرحله‌ی سرد شدن این دوره (سیکل) مهم است چون سرعت سرد شدن تأثیر متالورژیکی دارد و این تغییرات متالورژیکی موجب می‌شود که نتوان بعضی از انواع فولادها را با این روش جوش داد. (شکل ۷-۹)



شکل ۷-۹ سیکل‌های مختلف نقطه جوش

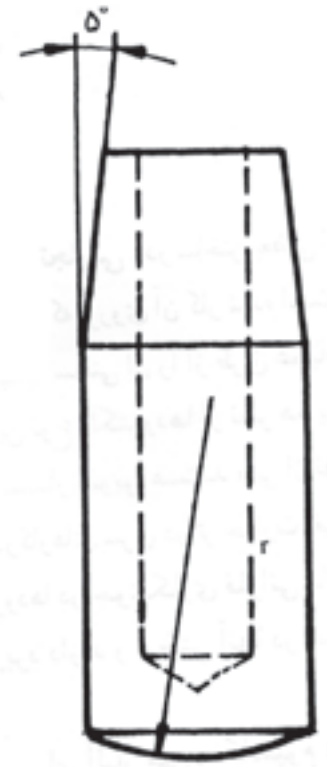
همانطور که در شکل مشاهده می کنید مقاومت الکتریکی بین الکترودهای نقطه جوش مجموعه از چند مقاومت است $R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5$ و بیشترین مقاومت r_5 است که ناحیه ایجاد نقطه جوش می باشد. (شکل ۷-۱۰)



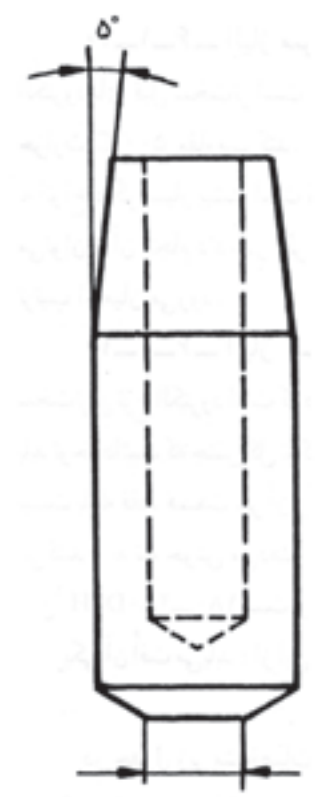
در این فرآیند مقاومت الکتریکی فلزات نقش اساسی دارند و امکان اجرای جوشکاری ساده تر و راحت تر با خواص مکانیکی و الکتریکی و متالورژیکی فلزات وابسته است. (جدول ۷-۱)

جدول ۷-۱ خواص فلزات خالص که در جوش مقاومتی مؤثرند

نوع فلز	نقطه ذوب $^{\circ}C$	مقاومت الکتریکی بر حسب میکرو اهم بر سانتی متر مکعب در 20° درجه سانتی گراد	هدایت الکتریکی بر حسب درصد (مس = ۱۰۰)
آلومینیوم	۶۶۰	۲/۷	۶۵
کرم	۱۸۹۰	۱۳	۱۳
مس	۱۰۸۳	۱/۷	۱۰۰
طلا	۱۰۶۳	۲/۲	۷۸
آهن	۱۵۳۹	۹/۷	۱۸
سرب	۳۲۷	۲۰/۶	۸/۳
منیزیم	۶۵۰	۴/۵	۳۹
مولیبدن	۲۶۲۵	۵/۲	۳۳
نیکل	۱۴۵۵	۶/۸	۲۵
نقره	۹۶۰	۱/۶	۱۰۸
تانتالم	۲۹۹۶	۱۲/۴	۱۴
قلع	۳۲۱	۱۱/۵	۱۵
تنگستن	۳۴۱۰	۵/۵	۳۱
روی	۴۱۹	۵/۹	۲۹



شعاع نوک الکتروود عدسی



قطر نوک الکتروود صاف

با توجه به ضخامت قطعات جوش دادنی قطر الکترودها نیز متفاوت خواهد بود به جدول (۷-۲) مراجعه فرمایید.

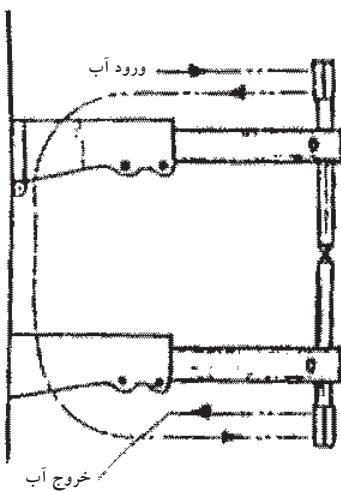
جدول ۷-۲ رابطه بین ضخامت، پلیت و قطر الکتروده					
قطر نوک صاف		شعاع نوع عدسی شکل		ضخامت پلیت	
in	mm	in	mm	in	mm
$\frac{5}{32}$	۴	۱	۲۵	۰/۰۱۸	۰/۵
$\frac{3}{16}$	۵	۲	۵۰	۰/۰۳۶	۱
$\frac{1}{4}$	۶	۳	۷۵	۰/۰۶۴	۱/۵
$\frac{5}{16}$	۸	۴	۱۰۰	۰/۱۰۴	۲/۵
$\frac{3}{8}$	۱۰	۵	۱۲۵	۰/۱۶۰	۴
$\frac{1}{2}$	۱۲	۶	۱۵۰	۰/۲۵۲	۶/۵

موارد دیگر مؤثر در کیفیت جوش مقاومتی عبارتند از:

- تمیز بودن سطوح جوشکاری
- تنظیم فشار و شدت جریان و زمان عبور جریان
- مناسب بودن الکترودها از نظر جنسی و سطح قاعده.
- گردش آب در الکترودها باعث کاهش درجهی حرارت آنها شده و از چسبیدن نوک الکترودها به سطح کار جلوگیری می‌شود. (شکل ۷-۱۱)

۵-۳-۷ قابلیت جوشکاری فلزات با نقطه جوش

فولادهای معمولی با این روش به راحتی جوشکاری می‌شوند فولادهای زنگ نزن که جذب آهن ربا نمی‌شوند (نگیر) به راحتی جوشکاری می‌شوند و چون هدایت گرمایی کمتری دارند باید سیکل جوشکاری کوتاه‌تر در نظر گرفت.



بدون آب هرگز با دستگاه کار نکنید!

شکل ۷-۱۱- مسیر گردش آب در الکترودهای نقطه جوش

نیکل و آلیاژهای مونل با توجه به مقاومت الکتریکی مطلوبی که دارند مانند فولاد معمولی ساده جوشکاری می‌شوند.

فولادهای سختی‌پذیر به دلیل آن که سرعت سرد شدن بالا است احتمال شکل گرفتن ترک‌های مویی اطراف نقطه جوش وجود دارد در صورت لزوم باید تدابیر لازم به کار برد.

فولادهای روکش شده مثل روکش قلع در حلبی و روکش روی در ورق گالوانیزه و فلزات رنگ شده حتماً محل جوش باید تمیزکاری شوند ورق‌های حلبی و گالوانیزه در جوشکاری مقداری از روپوش خود را از دست می‌دهند و در مقابل خوردگی ضعیف می‌شوند به علاوه نوک الکترود به فلزات روکش آلوده شده و کار را مشکل می‌کند فلزات آلومینیوم، مس و آلیاژهای آن‌ها به دلیل هدایت الکتریکی و گرمایی بالا مشکل جوش داده می‌شوند و تدابیر لازم در میزان آمپر، زمان و فشار اعمال شده باید به کار گرفته شود. (جدول ۷-۳)

جدول ۷-۳ شرایط نقطه جوش کردن چهار فلز یا آلیاژ [۳]

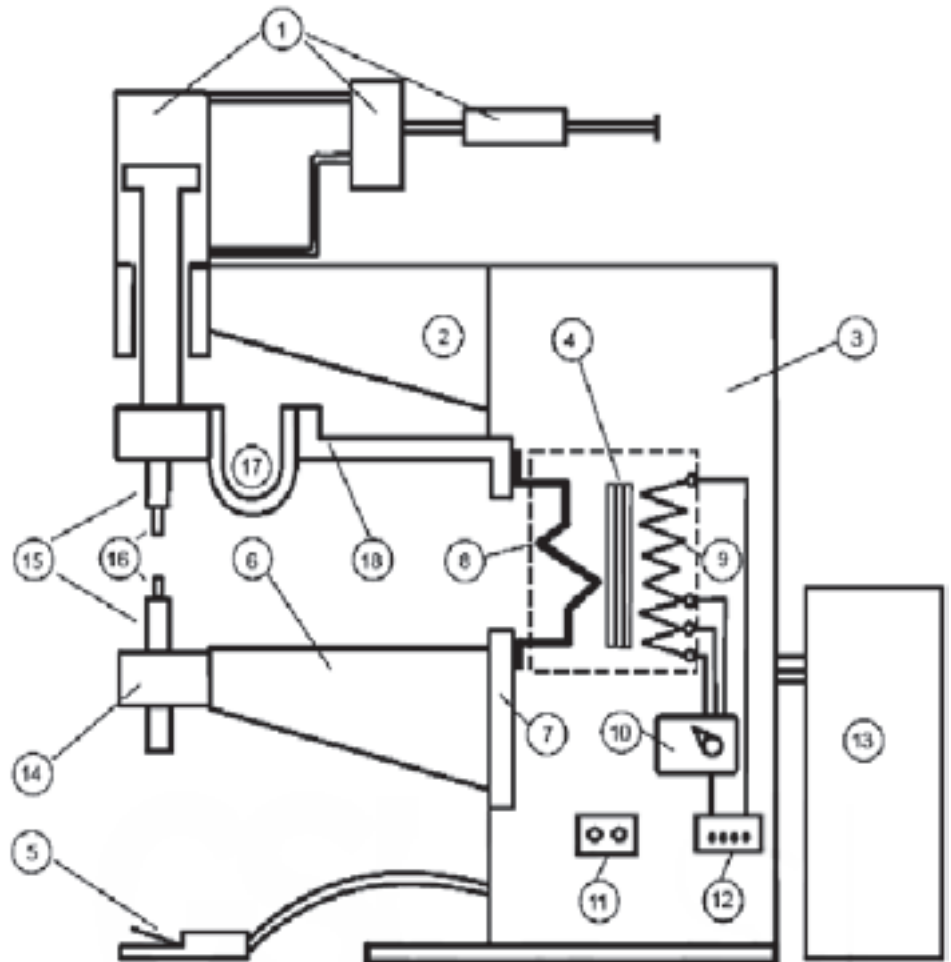
زمان بر حسب سیکل - ثانیه	تست جریان (A)	فشار الکترود		نوع فلز یا آلیاژ
		LB	N	
۵	۵۵۰۰	۶۵۰	۲۸۹۱	فولاد ضد زنگ ۳۰۴
۴	۷۰۰۰	۳۰۰	۱۳۳۴	مونل
۸	۸۰۰۰	۴۰۰	۱۷۸۰	فولاد ساده کربنی (کم کربن)
۲	۲۸۰۰۰	۷۰۰	۳۱۱۳	آلومینیوم

۶-۳-۷ تجهیزات جوشکاری نقطه جوش

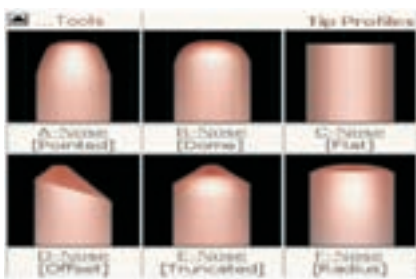
- دستگاه تأمین قدرت
- الکترودهای مصرف نشدنی
- سیم آب‌گرد

در فرآیند دستگاه جوشکاری یک ترانسفورماتور یا مبدل جریان است که برق ورودی برق صنعتی و یک فاز یا دو فاز و برق خروجی با ولتاژ بسیار پایین حداکثر ۱۰ ولتی است و مطابق آن‌چه که در شکل مشاهده می‌کنید برق خروجی به

وسیله‌ی دو الکتروود کنار هم یا مجزا به محل اتصال می‌رسد و با پدال یا دکمه‌ای یا سیستم کنترل زمانی (رله‌ی زمانی) برق از الکتروود به کار هدایت شده و گرمای مناسب ایجاد می‌کند زمان عبور جریان، شدت جریان، فشار وارد بر الکتروودها یا توسط انسان و دستی کنترل می‌شود یا به وسیله‌ی سیستم‌های الکترونیکی. (شکل ۱۲-۷)



شکل ۱۲-۷ قسمت‌های مختلف دستگاه نقطه جوش

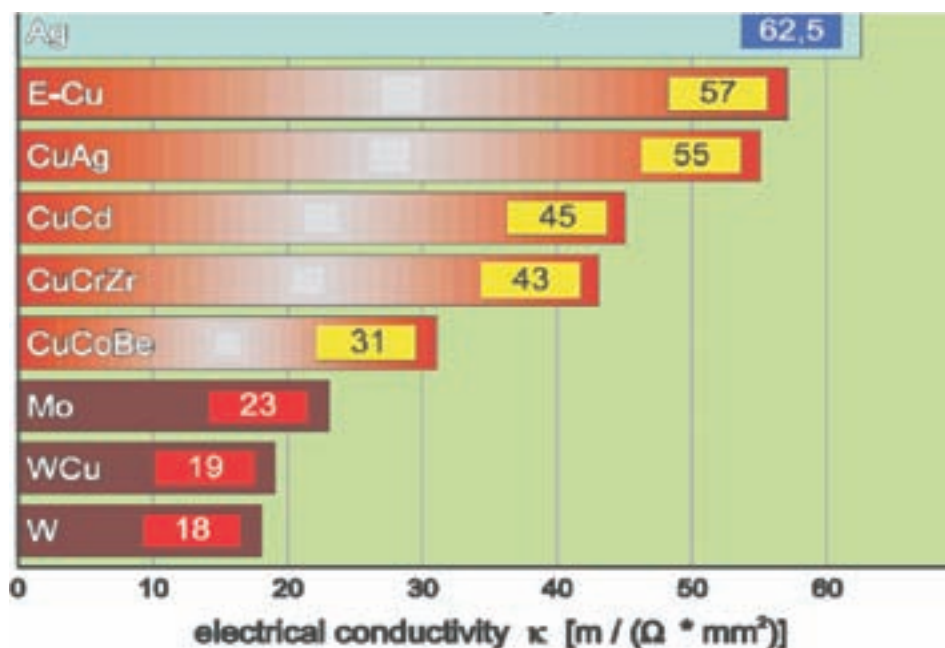


شکل ۱۳-۷ فرم سطح مقطع الکتروودهای نقطه جوش

● الکتروودهای نقطه جوش

الکتروودها به صورت میله‌ی استوانه‌ای با قطر مورد نظر ساخته و نوک آن را با زاویه‌ی 30° یخ زده و مخروطی می‌کنند که می‌تواند مطابق شکل (۱۳-۷) دارای طرح‌های متفاوت باشد.

جنس الکترودها از مس و آلیاژهای آن می‌باشد که حرارت را انتقال داده و تمرکز حرارتی در نوک الکتروود نداشته باشیم و بر مبنای این انتخاب می‌شود که هدایت الکتریکی و حرارتی خوب داشته و قابلیت تحمل فشار لازم را داشته و تغییر فرم ندهد و از جنس‌های مس خالص، آلیاژی مس و کادمیوم، مس و کرم ساخته می‌شود در موارد خاص از الکترودهای مسی که نوک آن از آلیاژ مس و تنگستن است استفاده می‌کنند تا استحکام کافی داشته و الکتریسیته را به خوبی از خود عبور دهد. جدول مشخصات الکترودهای متفاوت را نشان می‌دهد. (شکل ۱۴-۷)



شکل ۱۴-۷

الکترودها معمولاً توخالی ساخته می‌شوند تا آب در آن‌ها گردش کند و گرمای زیاد در آن باقی نماند. فرم ظاهری الکترودها بسته به نوع اتصال متفاوت ساخته می‌شود.

● سیستم آب‌گرد

سیستم ساده‌ای است می‌توان آب شهر با دبی کم را در الکترودهای دستگاه جریان پیدا کرده و وارد فاضل آب شود و به دلیل ارزش زیاد آب و کمبودهای امروزی آب یک سیستم گردش آب یا یک پمپ و یک رادیاتور می‌تواند همواره الکترودهای یک دستگاه را خنک کند.

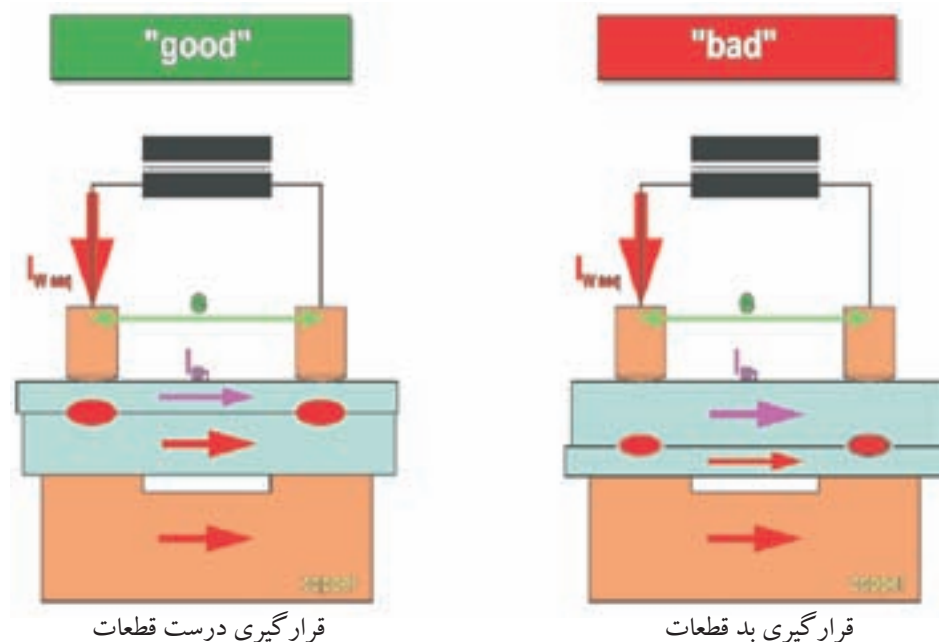
۷-۳-۷ میزان نفوذ جوش در جوشکاری نقطه‌ای

کمترین مقدار نفوذ می‌تواند اتصال اوراق فلزی را موجب شود ولی برای استحکام کافی نقطه جوش حداقل نفوذ بایستی ۲۰٪ ضخامت ورق باشد و حداکثر می‌تواند ۸۰٪ نفوذ تصور کرد.

به دلیل اعمال فشار توسط الکترودها به قطعات کار سطح جوش در اثر فشار می‌تواند به درجه‌ی سختی قابل قبول برسد و احتمال ایجاد ترک‌های ریز و باقی ماندن حفره‌های کوچک گازی بین اتصال کاهش یابد.

۷-۳-۸ متعادل کردن حرارت در نقطه جوش

همواره مقاومت الکتریکی الکترودها از مقاومت الکتریکی قطعات جوش دادنی کمتر است چنانچه یک قطعه کار نازک‌تر و یک قطعه کار ضخیم‌تر باشد باید الکتروود که قطر و سطح تماس بزرگ‌تری دارد به طرف ورق ضخیم‌تر باشد. (شکل ۷-۱۵)



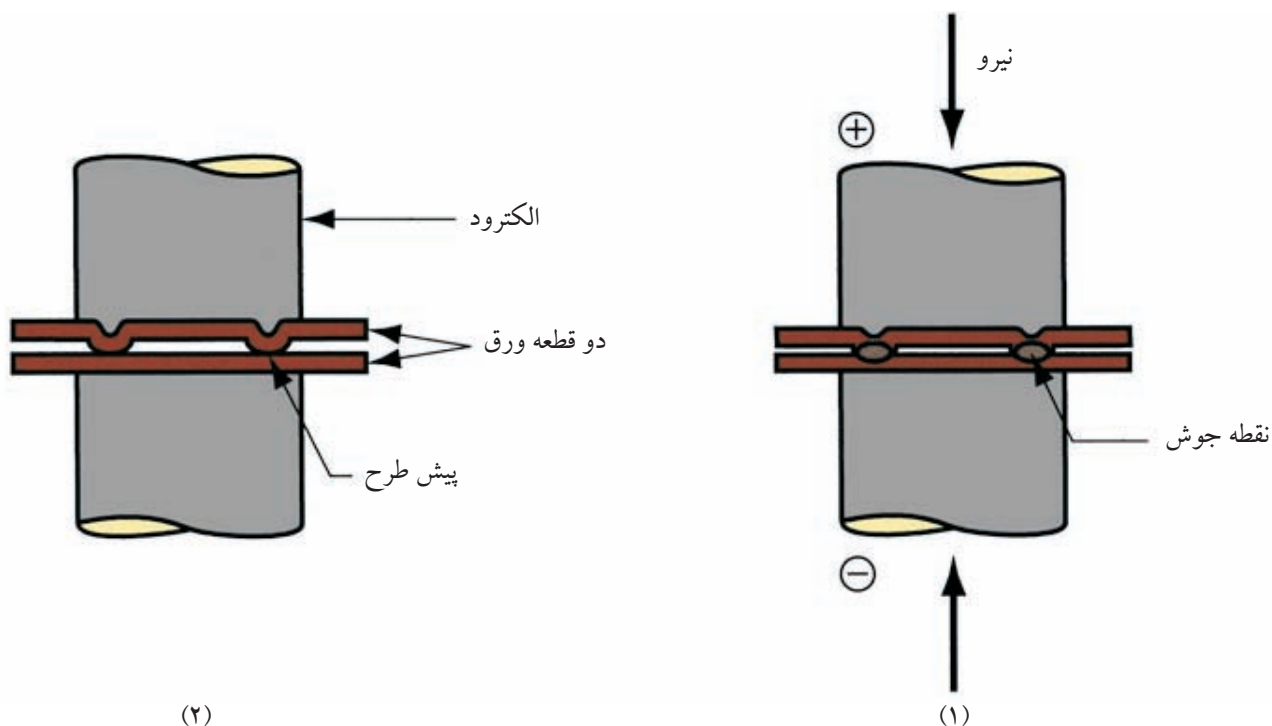
شکل ۷-۱۵

در صورتی که بخواهیم اثر نقطه جوش روی سطح ورق اثر نداشته باشد معمولاً الکتروود با سطح بزرگتر انتخاب کرده یا اغلب یک نوع سری که دارای سطح صاف و پهن است روی الکتروود میله‌ای قرار می‌دهیم که هم لقی داشته و هم تحت زوایای مختلف موازی

با سطح بزرگ و اصلی قطعات جوش دادنی تغییر زاویه دهد مثلاً برای در کمدهای فلزی که با نوار ورق از پشت تقویت شده‌اند یا در موتور و درهای اصلی روی بدنه‌ی اتومبیل این تدبیر به کار می‌رود.

۹-۳-۷ جوشکاری پیش طرحی Projection Welding

اصول این روش مانند جوشکاری نقطه‌ای است تفاوت در این است که برای افزایش دانسیته جریان و سرعت عمل در جوشکاری (جوشکاری چند نقطه با هم) و دوام بیشتر الکترودهای دستگاه، روی قسمت‌های مختلف ورق‌ها در موقع فرم دادن در قالب برجستگی‌هایی ایجاد می‌کنند به شکل توجه کنید محل این برجستگی‌ها بر حسب کاربرد با شکل‌های متفاوتی در طراحی پیش‌بینی می‌شود که به آن پیش طرحی گویند. (شکل ۱۶-۷)



شکل ۱۶-۷ جوشکاری پیش طرحی

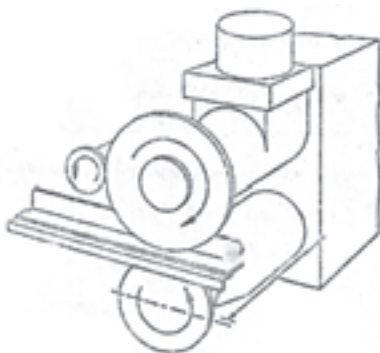
این برجستگی دارای سطح تماس کوچک بوده و جریان زیاد از آن عبور می‌کند و فشار الکترودها در حالت خمیری اتصال را موجب می‌شود. در عمل ممکن است تعداد چند محل با یک حرکت الکترودها که سطح قاعده آن‌ها مطابق با فرم ورق طراحی و ساخته شده است به هم جوش شود.

کاربرد دیگر جوش دادن مهره‌ها به ورق‌ها است که مهره‌ها دارای دنباله هستند که در سوراخ تعبیه شده در ورق قرار گرفته و توسط فشار الکتروود و عبور جریان هم در محل جازده شده و هم جوش می‌خورند.

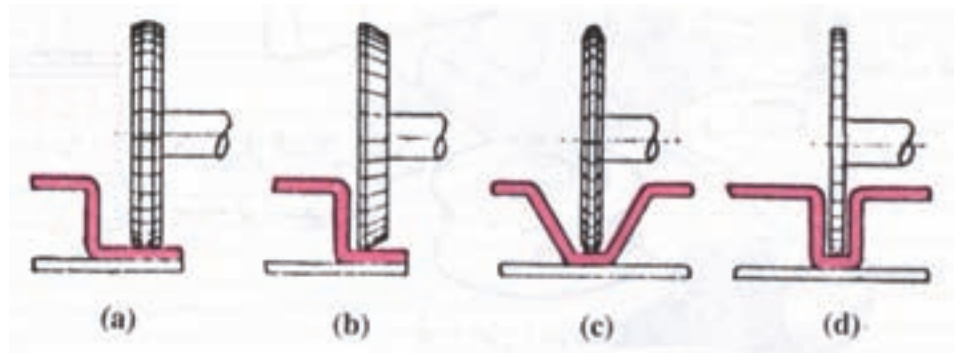
در ساخت توری‌های درشت می‌تواند میله‌ها به طور عمود بر میله‌ی دیگری در حالتی که جازده می‌شود جوش شود.

۷-۳-۱۰ قرقره جوش یا درز جوش Seam Welding

به جای دو الکتروود میله‌ای می‌توان از دو قرقره از آلیاژ مس جایگزین کرد کار بین دو قرقره به هم فشرده شده و با حرکت گردشی قرقره‌ها، کار به پیش می‌رود. (شکل‌های ۷-۱۷-۱ و ۷-۱۷-۲)



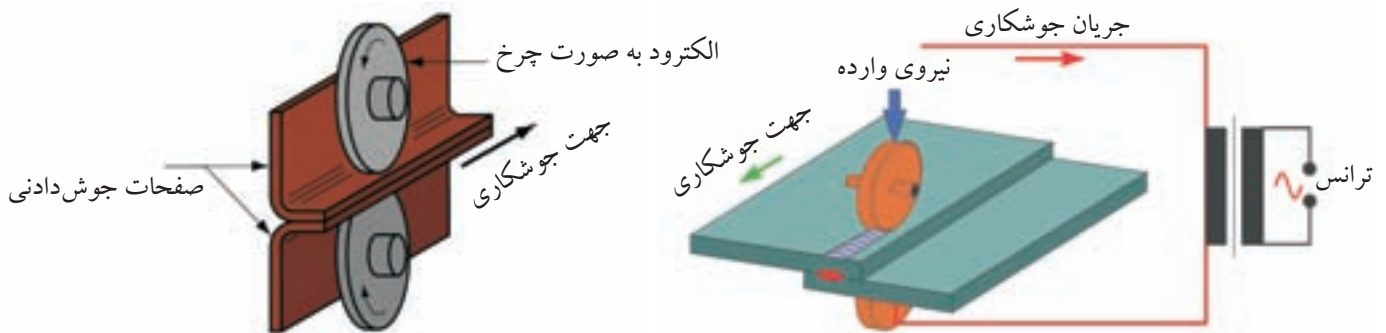
شکل ۷-۱۷-۱



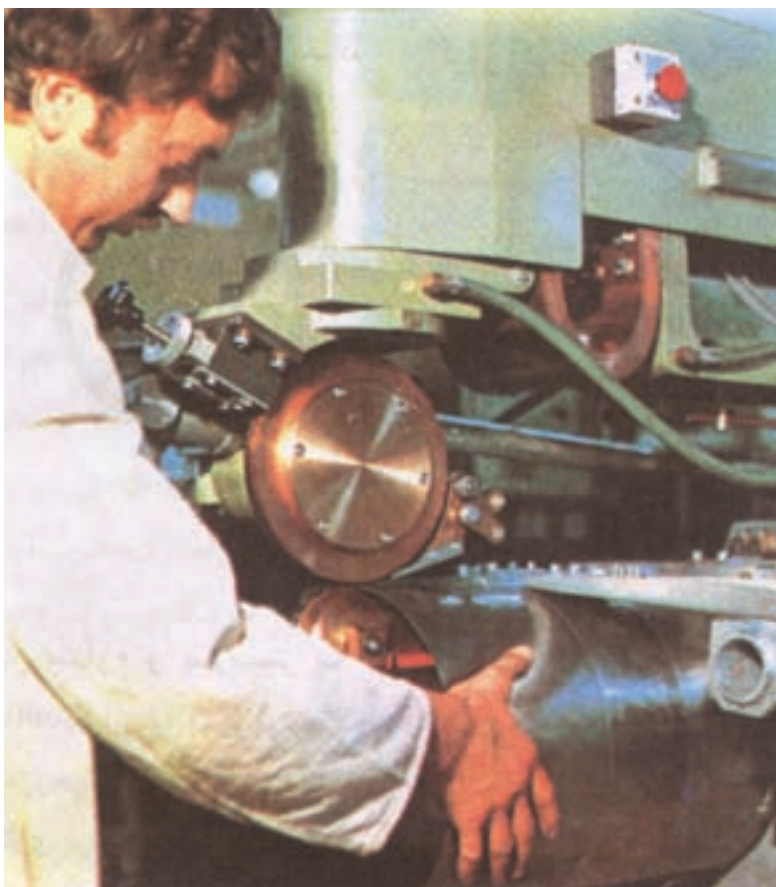
شکل ۷-۱۷ انواع الکتروودهای غلتکی برای جوشکاری اتصالات مختلف

جریان به طور مداوم و یا به تناوب در مدت کوتاهی از قرقره‌های در حال دوران عبور کرده و نقطه جوش پی در پی یا خط جوش ایجاد می‌کند زمان عبور جریان سرعت دورانی قرقره‌ها و فشاری که به کار اعمال می‌شود قابل تنظیم شدن است.

(شکل‌های ۷-۱۸-۱ و ۷-۱۸-۲)



شکل ۷-۱۸ نمای قرقره جوش



شکل ۱-۱۸-۷ دستگاه کامل درز جوش

۱۱-۳-۷ جوش سر به سر Butt Welding

به دو طریق می‌توان لوله‌ها، میله‌ها و بعضی دیگر از اقلام نیم‌ساخته‌ی فلزی را به هم جوش داد مثل ساخت دانه‌های زنجیر، اتصال سر سوپاپ اتومبیل به میله‌ی بدنه‌ی سوپاپ و...

۱- جوشکاری مقاومتی سر به سر Resistance Butt welding

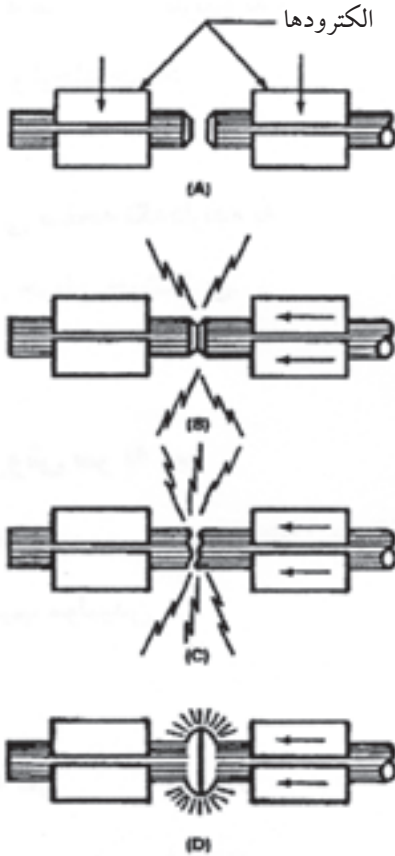
۲- جوشکاری سر به سر جرقه‌ای Flash Butt Welding

● جوشکاری سر به سر مقاومتی

در این روش قوس و جرقه ایجاد نمی‌شود بلکه دو سر میله به هم فشرده می‌شوند و در نتیجه عبور جریان الکتریکی که از طریق فک‌ها به قطعات کار منتقل می‌شود محل تماس دو قطعه گرم شده و پس از چند لحظه به نزدیک درجه‌ی ذوب می‌رسد در این وقت با اعمال فشار از طریق فک‌ها دو سر قطعه در هم ادغام شده و اتصال انجام می‌شود.

● جوشکاری سر به سر جرقه‌ای

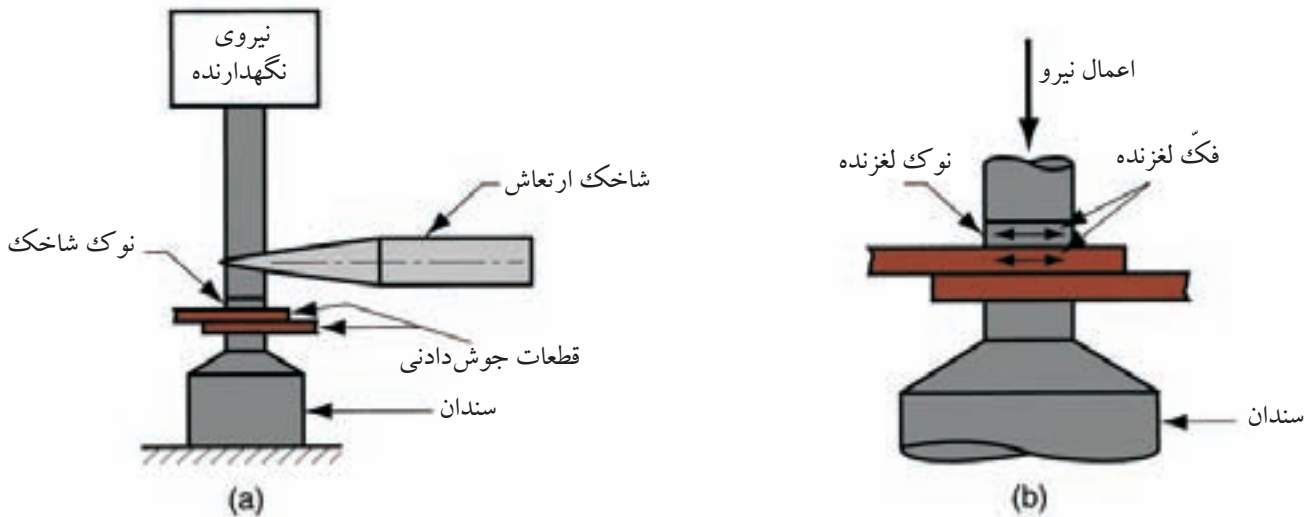
در این فرآیند دو قطعه کار توسط گیره‌های مسی که گاهی دارای سیستم خنک کننده آبگرد هستند به هم نزدیک می‌شوند تا قوس الکتریک بین آنها برقرار شود و وقتی قطره‌ی مذاب در سر قطعات شکل گرفت گیره‌ها به هم نزدیک تر شده و دو قطعه به هم جوش می‌خورند و درست در لحظه‌ی رسیدن قطعات به هم جریان برق قطع می‌شود، این روش به ولتاژ بیشتری جهت ایجاد قوس لازم است و می‌توان در ردیف جوشکاری‌های ذوبی نیز به حساب آورد. (شکل ۱۹-۷)



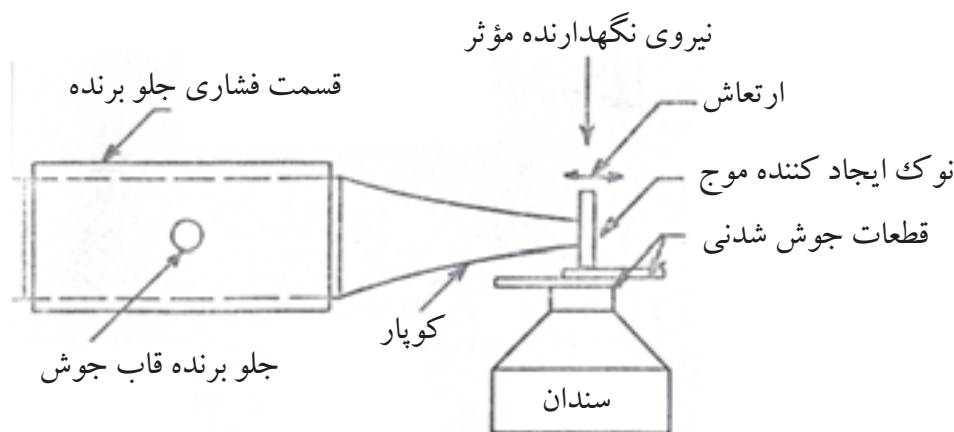
شکل ۱۹-۷ جوشکاری سر به سر جرقه‌ای

۴-۷ جوشکاری به روش اولتراسونیک

در این روش یکی از قطعات جوش دادنی را با فرکانس زیاد (ما فوق صوت) به لغزش در آورده یا توسط یک شاخک که روی کار به لغزش در می‌آید قسمت‌هایی که در تماس با یکدیگر هستند گرم شده و با اعمال فشار محوری قطعات به هم متصل می‌شوند. فرکانس بالا می‌تواند طولی یا عرضی عمل کند کاربرد این فرآیند بیشتر در اتصال ورقه‌های بسیار نازک در صنایع نوری و الکتریکی و الکترونیکی ورقه‌های بسته‌بندی اتصال فلزات غیر مشابه و اتصال فلزات به غیر فلزات بوده و هر چه فلز سخت تر باشد جوشکاری مشکل تر خواهد بود. آلومینیوم و آلیاژهای مس، طلا، پلاتین، نیکل، مولیبدن ژرمانیم فولاد نرم، سیم مسی به برنجی و فلزات به شیشه با این فرآیند قابل جوشکاری هستند. (شکل‌های ۲۰-۷ و ۲۰-۱)



شکل ۲۰-۷ جوشکاری به روش اولتراسونیک



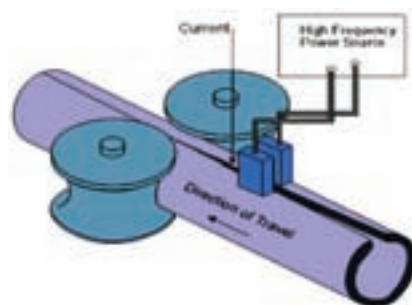
شکل ۱-۲۰-۷ جوشکاری اولتراسونیک

۷-۵ جوشکاری القایی Induction Welding

در این فرآیند از خاصیت جریان و فرکانس زیاد استفاده می‌شود و اغلب این روش برای جوش درز لوله‌ها و پروفیل‌ها مورد استفاده است که مشابه جوشکاری مقاومت با فرکانس بالا است که در شکل مشاهده می‌شود. (شکل ۲۱-۷)

در روش القایی به جای کفشک‌های جوشکاری مقاومتی یک هسته (مغزی) آهنی که به شکل نعل است قرار داده می‌شود که روی آن سیم‌پیچی شده جریان با شدت و فرکانس زیاد از سیم‌پیچ عبور کرده و در دو سر این حلقه‌ی فلزی (نعل اسب) حوزه‌ی مغناطیسی ایجاد می‌شود و هر گاه فلزی در این حوزه قرار گیرد جریان در آن القاء شده و چون فلز دارای مقاومت الکتریکی است فلز گرم می‌شود.

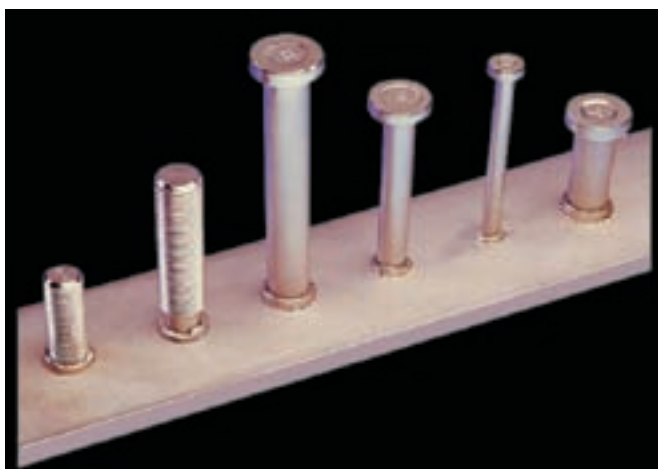
شدت جریان و فرکانس و سرعت پیشروی کار طوری تنظیم می‌شود که حرارت ایجاد شده مناسب با درجه حرارت جوشکاری فشاری باشد و هدایت قطعه کار و فشار توسط غلتک‌ها مانند روش جوشکاری مقاومتی، فرکانس (High Frequency resistance) خواهد بود.



شکل ۲۱-۷ جوشکاری جریان با فرکانس زیاد

۷-۶ جوشکاری زائده فلزی یا Stud welding

این فرآیند به طور کلی اتصال زائده فلزی (میله، پیچ یا ششپه آن‌ها) به سطح قطعه کار گفته می‌شود و با روش‌های مختلف قوسی، مقاومتی و اصطکاک انجام می‌شود. در فرآیند جوشکاری زائده‌ای جریان الکتریسیته در یک خازن جمع شده و در لحظه‌ی تماس دو قطعه از آن استفاده می‌شود.



شکل ۷-۲۲ چند نوع جوش زائده‌ای

معمولاً قطعه یا زائده در درون تپانچه قرار گرفته و تپانچه در فاصله‌ی کمی از محل اتصال توسط دکمه‌ای، زائده (میله، پیچ و غیره) را با شدت زیاد به نقطه‌ی اصلی اتصال شلیک می‌کند و در همین لحظه انرژی ذخیره شده هم تخلیه می‌شود فشار ضربه‌به شلیک و انرژی زیادی که تخلیه می‌شود باعث یک اتصال فشاری (جوشکاری در حالت جامد) می‌شود. در عمل یکی از قطب‌های جریان به تپانچه و قطب دیگر جریان به کار وصل است. (شکل ۷-۲۲)

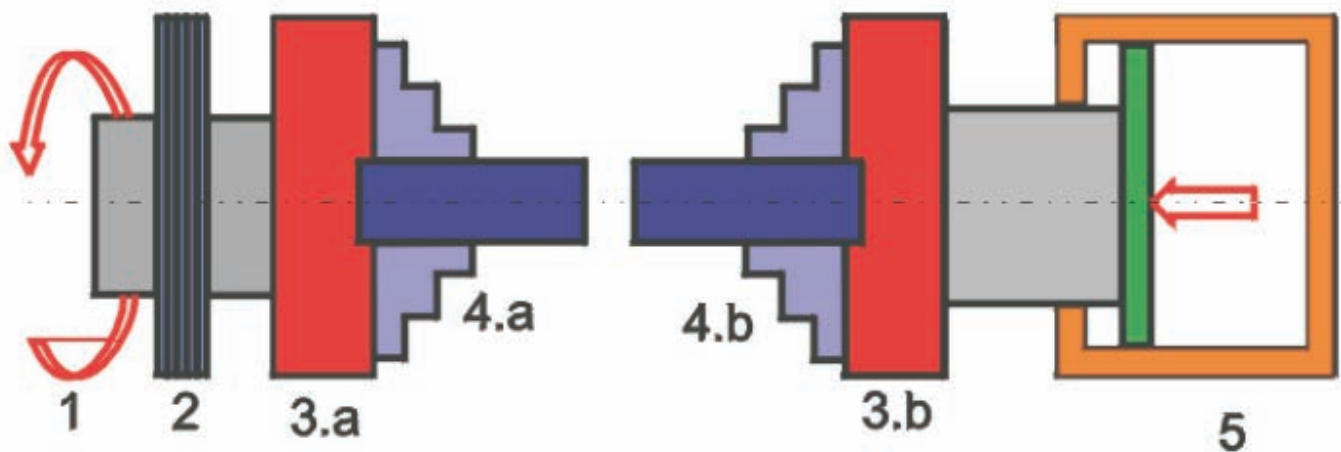
۷-۷ جوشکاری اصطکاکی Friction welding

در این فرآیند تبدیل انرژی مکانیکی (جنبشی) به انرژی گرمایی به چند طریق صورت می‌گیرد:

الف) جوشکاری اصطکاکی مداوم (Continuous Drive Friction)

ب) جوشکاری اصطکاکی لحظه‌ای (Inertia Friction)

در روش مداوم یک قسمت از کار در تماس با قسمت دیگر کار که ثابت است و حرکت دورانی داشته و موجب ایجاد حرارت در سطح مالش می‌شود و با اعمال فشار و توقف حرکت دورانی هم‌زمان با هم قطعات به هم متصل می‌شوند. (شکل ۷-۲۳)



شکل ۷-۲۳ جوشکاری اصطکاکی

در روش دوم حرکت دورانی در یک چرخ لنگر ذخیره می‌شود و یکی از قطعات کار به کمک گیره و سه نظام به آن بسته می‌شود برای ایجاد گرما قطعه‌ی دیگر کار که ثابت است به قسمت گردنده تماس داده تا اصطکاک بین دو قطعه کار باعث گرم شدن سطوح تماس شود.

با اعمال فشار نهایی انرژی ذخیره شده در لنگر تحلیل رفته و حرکت دورانی قطع و اتصال انجام می‌شود.

هنگامی که دو سطح بر روی هم مالیده می‌شوند نقاط بلند سطوح به هم برخورد کرده و از بین می‌روند و اکسید سطوح هم پاک می‌شود و به دلیل نیروی گریز از مرکز به خارج درز هدایت می‌شود سپس در اثر گرما یک باند یا چسبندگی به وجود می‌آید در ادامه حرکت این باند هم پاره شده و باند تازه شکل می‌گیرد و لبه‌های کار به صورت خمیری در اطراف درز بیرون زده می‌شود و در این لحظه توقف حرکت و اتصال بین دو قطعه عملی می‌شود.

مزایای این روش عدم نیاز به حفاظت از مذاب و مفتول پرکننده‌ی درز بوده و فقط مقدار کمی جرقه مشاهده می‌شود و امکان جوشکاری فلزات غیر هم‌جنس هم فراهم است با جوشکاری اصطکاکی میله‌های فولادی و لوله‌های ضخامت‌دار را می‌توان به صورت سر به سر به هم جوش داد.



۱- در مورد جوشکاری در حالت جامد کدام گزینه غلط است؟

(الف) ادغام سطوح تماس دو قطعه با اعمال فشار

(ب) با گرم کردن سطوح تماس دو قطعه به هم جوش می‌خورند

(ج) اتم‌های دو قطعه در محل تماس به هم رسیده و جوش می‌خورند

(د) جوشکاری فشاری در ردیف جوشکاری در حالت جامد است

۲- گرم کردن القایی یعنی برای گرم شدن قطعات.

(الف) قرار دادن قطعات جوش دادنی در حوزه مغناطیس قوی

(ب) عبور جریان با فرکانس بالا از یک سیم پیچ

(ج) عبور جریان با شدت جریان زیاد از قطعات

(د) عبور جریان با ولتاژ زیاد از سیم پیچ

۳- علت کاربرد فراوان نقطه جوش در ساخت بدنه اتومبیل به دلیل

است.

(الف) باقی ماندن استحکام کار سرد پس از جوشکاری

(ب) حذف تنش‌های حاصل از قالب زدن قطعات

(ج) از بین بردن سختی و جلوگیری از شکست قطعات

(د) مصرف برق کمتر و ارزش اقتصادی کار

۴- چرا جوش نقطه‌ای برای ورق‌های گالوانیزه مناسب نیست؟

(الف) کاهش مقاومت به خوردگی اتصال

(ب) کاهش مقاومت به خوردگی اتصال و آلوده شدن الکترودهای مسی

(ج) ضرورت انجام تمیزکاری روکش ورق‌ها

(د) تمام موارد

۵- چرا الکترودها و غلتک‌های نقطه‌جوش در جوشکاری غلتکی از مس و آلیاژهای آن است؟

الف) هدایت الکتریسیته مطلوب (ب) انتقال حرارت مناسب
ج) راحتی در ساخت الکترودها (د) گزینه الف و ب هر دو

۶- با استفاده از کدام تدبیر سرعت عمل و دوام بیشتر الکترودهای جوشکاری مقاومتی تأمین می‌شود.

الف) جوش پیش‌طراحی (ب) درز جوش غلتکی
ج) جوشکاری القایی (د) جوشکاری سر به سر

۷- در جوشکاری اصطکاکی با به هم مالیده شدن سطوح قطعات را خواهیم داشت.

الف) از بین رفتن نقاط بلند خارج شدن اکسیدها و داغ شدن سطوح
ب) حذف نقاط برجسته و صیقل شدن سطوح تماس
ج) حذف اکسیدهای سطحی و خارج شدن آن‌ها به دلیل نیروی گریز از مرکز
د) از بین رفتن مقاومت الکتریکی و حذف زنگ و اکسید فلزی
۸- در جوشکاری اصطکاکی انرژی به انرژی تبدیل می‌شود.

الف) دورانی - گرما (ب) مکانیکی - گرما
ج) دورانی - مکانیکی (د) مکانیکی - دورانی

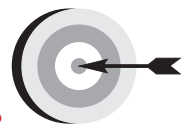
۹- در جوشکاری‌های مقاومتی گرمای حاصل Q بر حسب ژول از کدام به دست می‌آید؟

الف) It (ب) KW
ج) RI (د) KRI't

۱۰- جوشکاری مقاومتی کدام گروه مشکل‌تر است؟

الف) نیکل و فولاد کم کربن (ب) فولادهای زنگ‌نزن نیکل دار
ج) مس و آلومینیوم (د) فولادهای ساختمانی

فصل هشتم



هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. نکات ایمنی را در تمام مراحل انجام کارها رعایت کند.
۲. دستگاه جوشکاری گاز را با رعایت نکات ایمنی آماده به کار نماید.
۳. مشعل جوشکاری را روشن و شعله‌های مختلف تنظیم کند.
۴. نحوه و زمان استفاده از گوشی ایمنی را در کارگاه شرح دهد.
۵. روی ورق فولادی معمولی ذوب سطحی انجام دهد.
۶. درز قطعات ورق فولاد معمولی نازک را با اتصال زاویه خارجی با ذوب لبه‌ها به هم جوش دهد.
۷. روی ورق فولادی گرده جوش ایجاد کند.
۸. قطعات را برای جوشکاری آماده و خال جوش کند.
۹. قطعات را به صورت لب به لب با مفتول به هم جوش دهد.
۱۰. جوش لب به لب ورق فولادی را در کارگاه آزمایش کند.
۱۱. قطعات ورق فولادی را به صورت لب روی هم جوش دهد.
۱۲. اتصال لب روی هم را در کارگاه آزمایش کند.
۱۳. لوله‌های جدار نازک را به هم جوش دهد.
۱۴. ورق‌ها را به صورت اتصال سه پرسی به هم جوش دهد.
۱۵. لوله‌های جدار نازک را به ورق فولادی در حالت سطحی جوش دهد.

۸-۱ دستور العمل آماده‌سازی یک دستگاه سیار جوش گاز

قبل از هرگونه عملیات کارگاهی ایمنی عمومی را به طور کامل مطالعه و در مورد تمام نکات آن تدبیر کنید از لباس کار و وسایل ایمنی فردی مناسب استفاده کنید. ارابه جوشکاری گاز مطابق شکل (۸-۱): وسیله‌ای است که کپسول‌ها در محل مخصوص خودشان قرار گرفته و به وسیله‌ی زنجیر مناسب به ارابه بسته می‌شود و با خم شدن ارابه اتکاء چرخ‌ها به زمین برقرار می‌شود و می‌توان به راحتی آن را جا به جا کرد.



شکل ۸-۱ ارابه مخصوص کپسول دستگاه جوشکاری گاز

نکته ایمنی

خم کردن پیش از اندازه به عقب ممکن است باعث سُرخوردن و افزایش سرعت پیشروی شود و قابل کنترل نباشد.

- ۱- یک کپسول پر اکسیژن و یک کپسول پر استیلن را روی ارابه قرار دهید و با زنجیرها کپسول را ببندید. (شکل ۸-۲)
- ۲- کلاهک کپسول‌ها را با دست باز کنید و دهانه و پیچ خروجی گازها را با پارچه‌ی نرم مناسب تمیز کنید تا در مجرای خروجی مواد خارجی گرد و خاک وجود نداشته باشد. (شکل ۸-۳)



شکل ۸-۳ کلاهک روی شیر فلکه کپسول



شکل ۸-۲ نحوه بستن و حمل کپسول‌ها

۳- یک رگولاتور اکسیژن را از نظر سلامت ظاهری کنترل کنید و توجه داشته باشید که واشر ویکتوری یا پلاستیکی داخل مهره اتصال به کپسول سالم بوده و در صورت لزوم آن را با واشر نو تعویض کنید سپس با آچار تمیز که به چربی آلوده نباشد رگولاتور اکسیژن را به کپسول ببندید.

هنگام بستن رگولاتور به کپسول مراقبت باشید از نوار تفلن استفاده نشود، روغن کاری نشود، پیچ دنده به دنده بسته نشود و کامل سفت نشود. شیر خروجی اکسیژن که قبل از محل اتصال رگولاتور به شیلنگ قرار دارد کاملاً ببندید و شیر فلکه کپسول را به آرامی باز کنید و محل اتصال رگولاتور به کپسول جهت کنترل نشتی با آب صابون کنترل کنید و در صورت نشتی با آچار کمی مهره رگولاتور را سفت کنید و مجدداً آزمایش نشتی تا رفع نشتی شود.

۴- رگولاتور استیلن را به همین ترتیب به کپسول استیلن ببندید. (شکل های ۴-۸ و ۵-۸)



شکل ۵-۸ نحوه بستن رگولاتور کپسول



شکل ۴-۸ نحوه بستن رگولاتور کپسول

توجه

مهره رگولاتور استیلن چپ گرد است چون استیلن یک گاز سوختنی است و این نکته ایمنی در مورد تمام کپسول های گاز قابل اشتعال وجود دارد.

۵- شیلنگ‌های استیلن با رنگ قرمز و یا اکسیژن که با رنگ سبز یا آبی هستند با طول مناسب (حداقل سه متر) به وسیله‌ی بست مخصوص و توسط پایه سر شیلنگی مطابق شکل (۸-۶) آماده و به کپسول‌های مربوطه وصل کنید.



شکل ۸-۶ کپسول، رگولاتور و شیلنگ هدایت گاز به مشعل

نکته‌ی ایمنی

- ۱- توجه کنید مهره سر شیلنگی گاز استیلن دارای یک شیار در وسط است و دارای رزوه چپ گرد است در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت محکم می‌شود.
- ۲- توجه داشته باشید هیچ‌گاه به جای بست مخصوص از سیم آهنی یا مسی برای محکم کردن شیلنگ به سر شیلنگی استفاده نکنید.

۶- سر دیگر شیلنگ‌ها را به مشعل جوشکاری محکم کنید (شکل ۸-۷) و توجه داشته باشید که اکسیژن باید از سوراخ وسط دسته مشعل جریان پیدا کند در بین شیلنگ اکسیژن این موضوع را کنترل کنید.



شکل ۸-۷ محل خروج اکسیژن از دسته مشعل

۷- آزمایش نشتی شیلنگ‌ها و اتصال آن‌ها به مشعل و رگولاتور این گونه است که در شکل (۸-۸) مشاهده می‌کنید همان گونه که نشان داده شده است با آب صابون کنترل می‌شود برای این آزمایش ابتدا شیرهای گاز روی دسته مشعل را بسته و به آرامی شیر فلکه کپسول اکسیژن را دو دور و شیر فلکه استیلن را نیم دور باز کنید آچار روی کپسول استیلن بماند سپس تست نشتی انجام شود.

برای شیلنگ‌ها از ظرف آب مطابق شکل (۸-۸-۱) استفاده کنید در صورت شکل گرفتن حباب شیلنگ سوراخ شده است و باید نسبت به تعویض آن اقدام شود.



شکل ۸-۸-۱ کنترل سلامت شیلنگ‌ها



شکل ۸-۸ کنترل نشتی

نکته ایمنی

تعمیر شیلنگ‌ها با نوار چسب و امثال آن هیچ‌گاه مورد تأیید نمی‌باشد و غیر مجاز است.



شکل ۸-۹ نحوه نشت یابی

با استفاده تشت آب یا آب صابون هم نشتی‌ها را می‌توان کنترل نمود شکل (۸-۹) و در صورت نشتی نسبت به رفع آن اقدام کنید.

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

۸-۲ دستور العمل روشن و خاموش کردن مشعل

۱- با پوشیدن لباس کار، وسایل ایمنی را از انبار تحویل بگیرید و آماده کار شوید.

۲- پیچ تنظیم رگولاتور که در زیر آن قرار دارد کاملاً شل کنید و شیر فلکه کپسول اکسیژن ابتدا آرام نیم دور و سپس چند دور باز کنید، مانومتر اول فشار کپسول را بر حسب bar یا $\frac{kg}{cm^2}$ نشان می‌دهد شیر و دبی اکسیژن در رگولاتور و شیر خروجی مشعل که دارای رنگ آبی است باز کنید سپس با گرداندن پیچ تنظیم که در زیر رگولاتور قرار دارد فشار اکسیژن را از روی مانومتر دومی به اندازه ۲ یا ۳ bar تنظیم نمایید. واحد دیگری که ممکن است در رگولاتورها برای تنظیم فشار به کار گرفته شود psi یا پوند بر اینچ مربع است هر یک بار حدود ۱۴/۲ psi است.

۳- شیر کپسول استیلن را با آچار مخصوص نیم دور باز کنید. (شکل ۱۰-۸)



شکل ۱۰-۸ نحوه باز کردن شیر فلکه کپسول استیلن

توجه

مهره رگولاتور استیلن چپ گرد است چون استیلن یک گاز سوختنی است و این نکته ایمنی در مورد تمام کپسول‌های گاز قابل اشتعال وجود دارد.

۴- فشار گاز استیلن طبق همین روش به اندازه ۰/۵ bar تنظیم کنید.



شکل ۸-۱۱ تنظیم فشار گاز استیلن

توجه

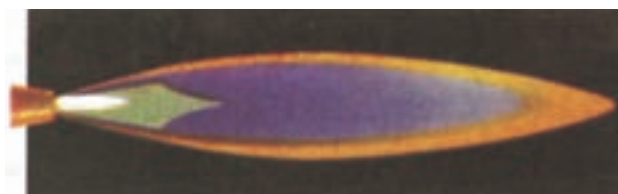
موقع تنظیم فشار استیلن دقت کنید این عمل نزدیک مشعل روشن و یا شعله دیگر انجام نشود و یا گاز خروجی را در سر مشعل با استفاده از فندک بسوزانید.
(شکل ۸-۱۱)



شکل ۸-۱۲ بستن سر مشعل به مشعل

۵- دستگاه آماده بهره‌برداری است برای روشن کردن مشعل توجه کنید سر مشعل شماره ۲ برای جوشکاری ورق‌های ۲ میلی‌متری به مشعل بسته باشد در غیر این صورت سر مشعل را عوض کنید. (شکل ۸-۱۲)

۶- برای روشن کردن مشعل ابتدا شیر استیلن روی مشعل که دارای علامت زرد رنگ است کمی باز کنید و با شمعک یا فندک شعله را روشن کنید شعله زرد رنگ است و کمی دوده دارد. یعنی اکسیژن کافی برای سوختن کامل به شعله نمی‌رسد. اگر کمی گاز را بیشتر باز کنید تا گاز با فشار بیشتر خارج شود هنگام خارج شدن از مشعل هوا را با خود مخلوط کرده و شعله بدون دود زرد خواهید داشت ولی سوختن باز هم ناقص است. (شکل ۸-۱۳)



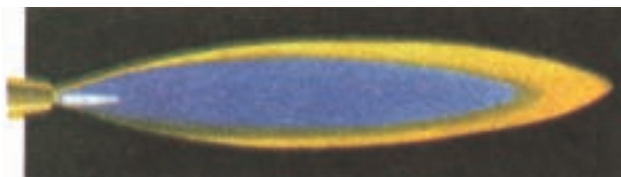
شکل ۸-۱۳

۷- حال چنانچه کمی شیر اکسیژن را باز کنید شعله احیاء که سه قسمتی است تشکیل خواهد شد یعنی: $C_2H_2 + O_2 \rightarrow CO + H_2$. (شکل ۸-۱۴)



شکل ۸-۱۴

حال چنانچه به آرامی اکسیژن را کمی بیشتر باز کنید شعله دو قسمتی می شود و شعله خنثی است $C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$ و برای جوشکاری مناسب است. (شکل ۸-۱۵)



شکل ۸-۱۵

۸- برای خاموش کردن شعله ابتدا شیر استیلن را بسته و سپس شیر اکسیژن را ببندید تا شعله خاموش شود. (شکل ۸-۱۶)



شکل ۸-۱۶ روش خاموش کردن شعله

۹- بارها شعله روشن کرده و شعله خنثی تنظیم کرده سپس خاموش کنید تا مهارت پیدا کنید.

۱۰- شعله اکسید زمانی شکل می گیرد که وقتی شعله خنثی است یعنی شعله دو قسمتی شد باز هم اکسیژن اضافه کنیم در این حالت شعله صدادار شده و نوک مخروط اول تیز می شود این شعله برای جوشکاری مناسب نیست ولی در موارد خاص ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

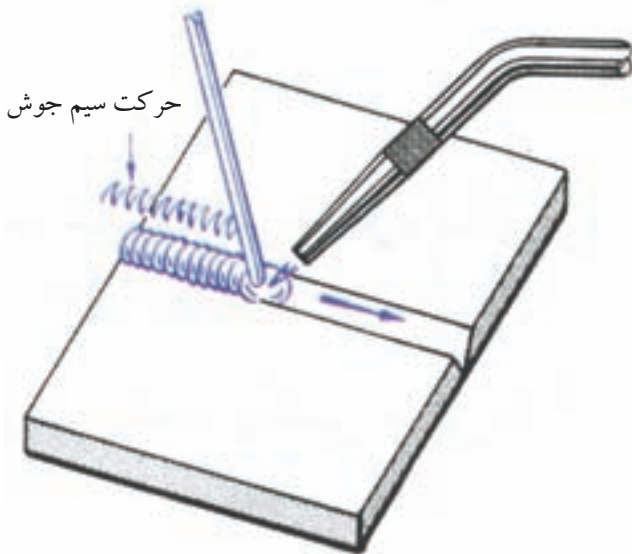
۱۱- در پایان کار شعله را خاموش کنید شیر فلکه کپسولها را ببندید گازهای درون مانومترها را تخلیه کنید و شیلنگها را جم آوری کنید و ابزار و لوازم را به انبار تحویل دهید و محل کار را تمیز کنید.

● جوشکاری با شعله‌ی گاز در حالت تخت

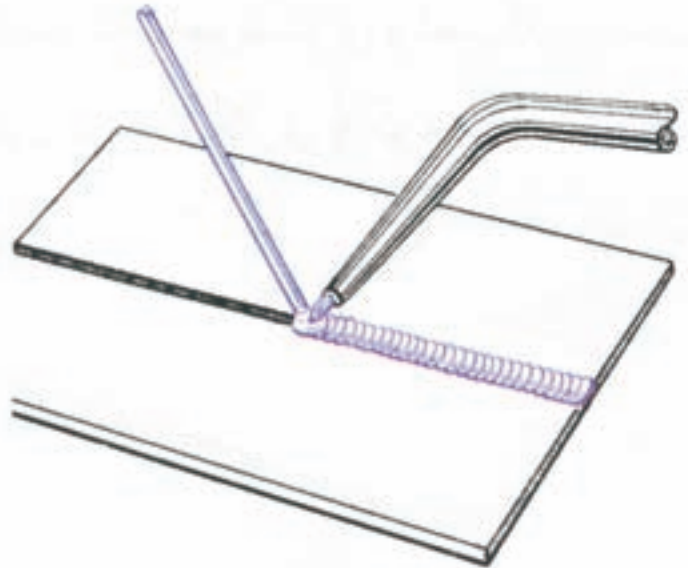
در جوشکاری با شعله و سیم جوش دو روش متفاوت وجود دارد:

۱. روش پیش‌دستی فورهند (Forehand) (شکل ۸-۱۷)

۲. روش پیش‌دستی بک‌هند (Backhand) (شکل ۸-۱۸)



شکل ۸-۱۸ روش پس‌دستی



شکل ۸-۱۷ روش پیش‌دستی

در این دو روش در اکثر اتصالات و در تمام وضعیت‌ها (سطحی - افقی - عمودی - بالای سر) کاربرد دارد، طراح با توجه به ضخامت قطعات و شکل اتصال و موقعیت استحکام لازم، یکی از روش‌ها را معرفی و در دستور کار ثبت می‌کند. جوشکاران با تجربه در کارهای تعمیراتی با یکی از دو روش فوق عمل اتصال جوش را انجام می‌دهند.



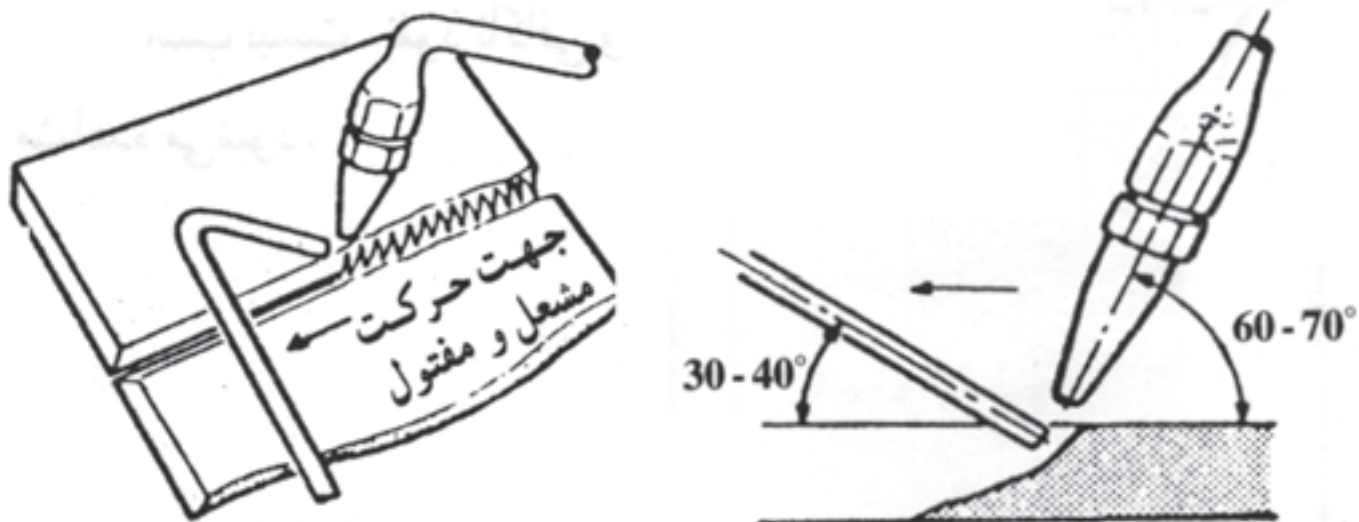
شکل ۸-۱۹ جوشکاری در حالت پیش‌دستی

● جوشکاری گاز با روش پیش‌دستی (Forehand)

در این روش سر مشعل و نوک شعله به طرف قسمت جوش نخورده‌ی کار است. در حقیقت لبه‌ی قطعات قبل از ذوب شدن حرارت دیده و پیش گرم شده است.

(شکل ۸-۱۹)

مشعل با حرکت نوسانی و موجی مطابق آنچه که در شکل (۸-۲۰) مشاهده می‌شود، و با حرارت متمرکز شعله، که در فاصله‌ی ۳ تا ۵ میلی‌متری نوک شعله‌ی اول قرار دارد، و تحت زاویه‌ی مناسب شعله نسبت به کار، حوضچه‌ی مذاب، لبه‌های کار با مذاب سیم جوش فلز جوش را به وجود می‌آورد که در اصطلاح به آن گرده جوش می‌گوییم.



شکل ۸-۲۰: زاویه‌ی مشعل جوشکاری در جوشکاری با شعله‌ی گاز

● حرکت مشعل و مفتول در جوشکاری تخت

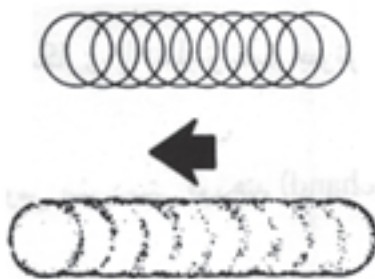
مشعل و مفتول در جوشکاری به گونه‌های مختلف توسط جوشکار هدایت می‌شود.

این حرکت‌ها به طور عمده عبارتند از:

الف) حرکت زیگزاگی مشعل

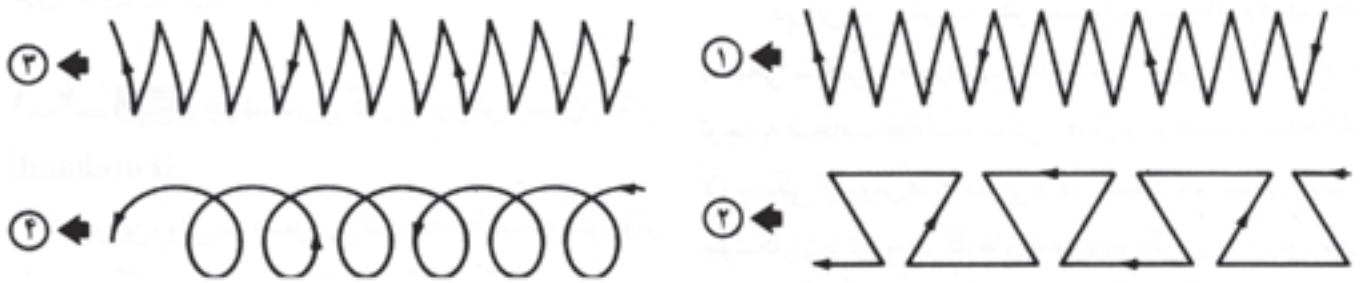
ب) حرکت رفت و برگشتی مشعل

ج) حرکت دورانی، (شکل ۸-۲۱)



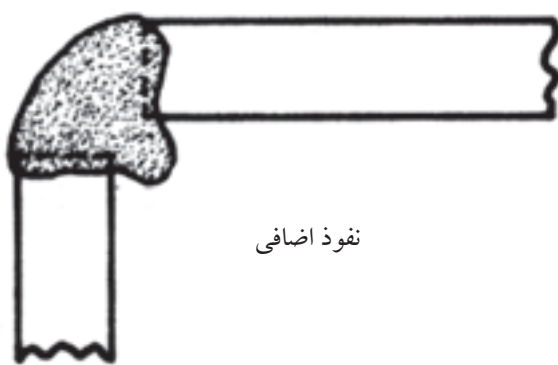
شکل ۸-۲۱: جوش حال از حرکت دورانی مشعل

با این روش، قطعات ورق‌های نازک فولادی را به راحتی می‌توان جوشکاری نمود.
(شکل ۸-۲۱-۱)

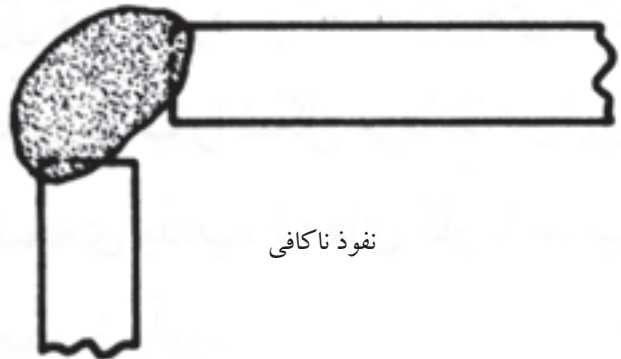


شکل ۸-۲۱-۱ روش‌های مختلف هدایت مشعل

با این حرکات لبه‌های ذوب شده و سیم جوش در محل درز به لبه‌ها اضافه می‌شود و گرده جوش را به وجود می‌آورد. ولی برای جوشکاری قطعات ضخیم که جوش باید نفوذ کافی داشته باشد مناسب نیست. (نفوذ ناکافی و بیش از اندازه در شکل ۸-۲۲) مشاهده می‌شود).



نفوذ اضافی



نفوذ ناکافی

شکل ۸-۲۲

انتخاب سر مشعل در جوشکاری گاز به ضخامت قطعات جوش دادنی بستگی دارد که در جدول (۸-۱) مشخصات آنها آمده است.

جدول ۸-۱ مشخصات سر مشعل و فشار گازها بر حسب ضخامت ورق فولادی

مصرف استیلن فوت مکعب در ساعت		فشار گاز				اندازه‌ی افشانه		ضخامت ورق فولادی (in)
		مشعل فشار مساوی		مشعل انژکتور		نمره‌ی مته	قطر سوراخ (in)	
		اکسیژن	استیلن	اکسیژن	استیلن			
۱	تا	۱	۱	۵-۷	۵	۷۴	۰/۰۲۲۵	۰/۰۱
۱	تا	۱	۱	۷-۸	۵	۷۰	۰/۰۲۸۰	۰/۰۱۶
۱	تا	۱	۱	۷-۱۰	۵	۷۰	۰/۰۲۸۰	۰/۰۱۹
	$\frac{1}{2} - 2$	۲	۲	۷-۱۸	۵	۶۵	۰/۰۳۵۰	$\frac{1}{32}$
	۱-۴	۳	۳	۸-۲۰	۵	۵۶	۰/۰۴۶۵	$\frac{3}{4}$
	۴-۶	۴	۴	۱۵-۲۰	۵	۵۶-۵۴	۰/۰۴۶۵ - ۰/۰۵۵۰	$\frac{1}{16}$
	۶-۱۰	۴	۴	۱۲-۲۴	۵	۵۴-۵۳	۰/۰۵۵۰ - ۰/۰۵۹۵	$\frac{3}{32}$
	۱۰-۱۷	۵	۵	۱۶-۲۵	۵	۵۳-۵۰	۰/۰۵۹۵ - ۰/۰۷۰۰	$\frac{1}{8}$
	۱۷-۳۰	۶	۶	۲۰-۲۹	۵	۵۰-۴۶	۰/۰۷۰۰ - ۰/۰۸۱۰	$\frac{3}{16}$
	۳۰-۴۵	۷	۷	۲۴-۳۳	۵	۴۶-۴۴	۰/۰۸۱۰ - ۰/۰۸۶۰	$\frac{1}{4}$
	۴۰-۶۰	۸	۸	۲۹-۳۴	۵	۴۰	۰/۰۹۸۰	$\frac{3}{8}$
	۵۰-۷۵	۹	۹	۳۰-۴۰	۵	۳۰	۰/۱۲۸۵	$\frac{1}{2}$
	۶۵-۱۰۰	۱۰	۱۰	۳۰-۴۰	۵	۳۰-۲۹	۰/۱۲۸۵ - ۰/۱۳۶۰	$\frac{5}{8}$
	۸۵-۱۴۰	۱۲	۱۲	۳۰-۴۲	۵	۲۳	۰/۱۵۴۰	۱

● انتخاب مفتول مناسب نسبت به ضخامت قطعه کار

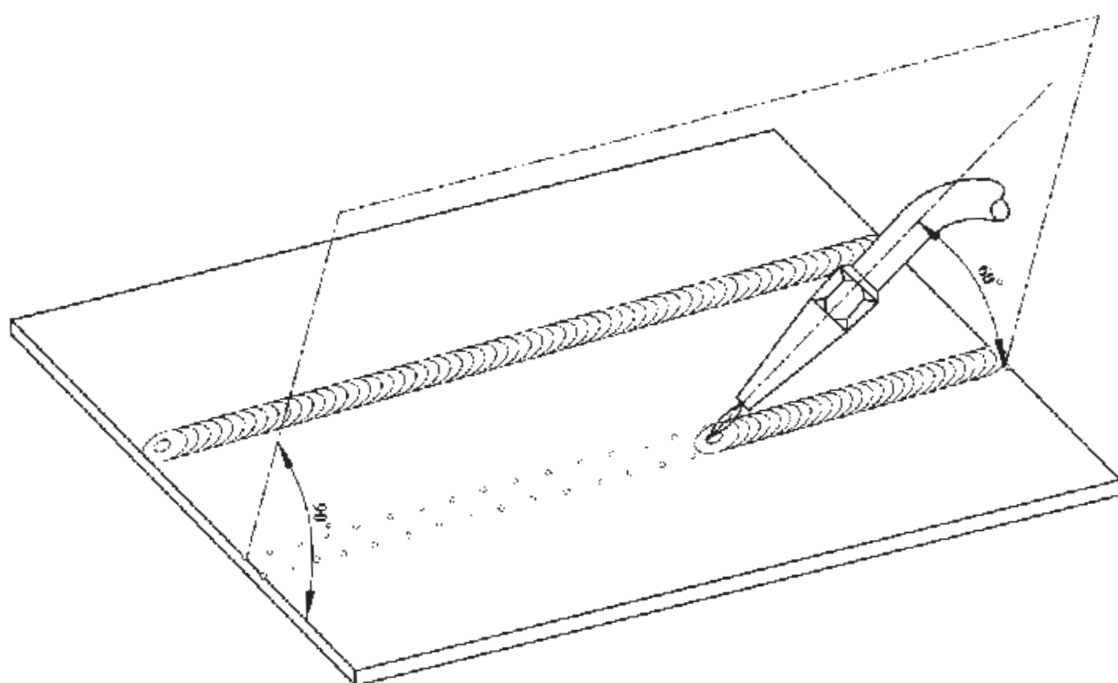
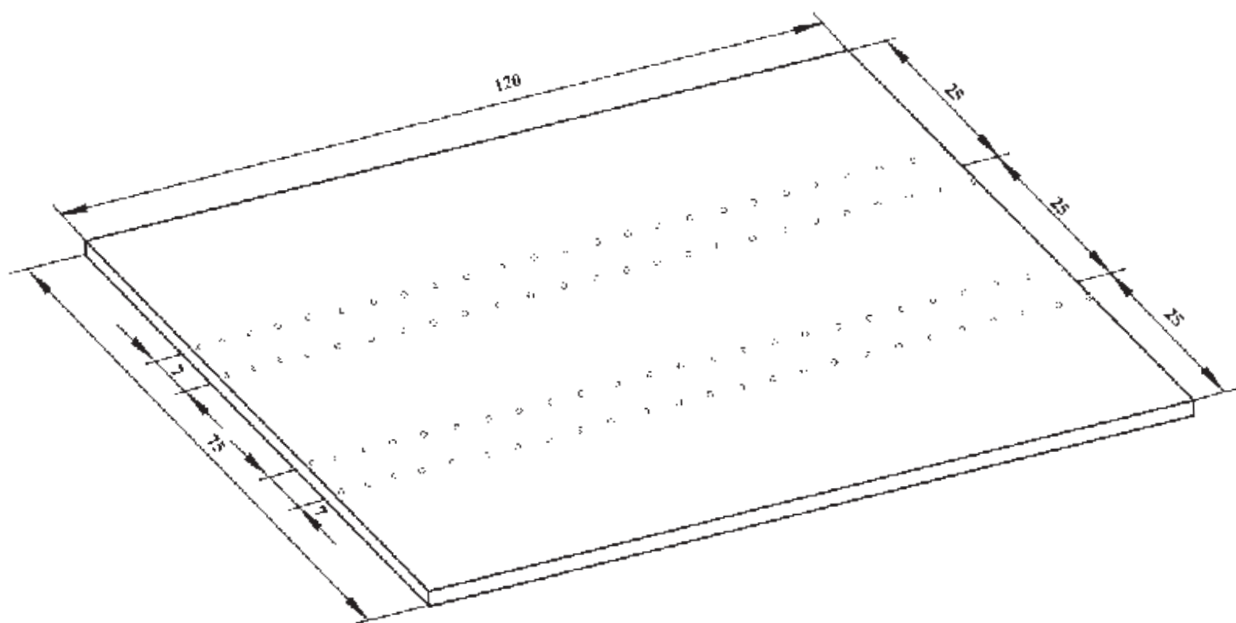
همان‌طور که سر مشعل با توجه به ضخامت قطعه کار تعیین می‌شود قطر مفتول نیز تابع ضخامت ورق مورد جوشکاری می‌باشد و قطر آن را به اندازه‌ی یک میلی‌متر بیشتر از نصف ضخامت ورق در نظر می‌گیرند.
به عبارت دیگر خواهیم داشت:

$$d = \frac{e}{2} + 1\text{mm}$$

که در این رابطه، d قطر مفتول و e ضخامت ورق جوش دادنی بر حسب میلی‌متر است. به جدول (۲-۸) در این خصوص توجه فرمایید. البته ناگفته نماند که قطر مفتول از حد معینی نمی‌تواند تجاوز کند، چون به راحتی ذوب نمی‌شود؛ به علاوه سرعت جوشکاری هم از حد معینی نمی‌تواند تجاوز کند، در نتیجه استفاده از مفتول با قطر بیشتر غیر ممکن است.

جدول ۲-۸ وابستگی عوامل گوناگون به ضخامت ورق برای جوش لب به لب در وضعیت سطحی

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



	۱۲۰×۷۵×۱	St ۳۷	۱		
ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره‌ی نقشه ۲-۹				نام قطعه کار:	مقیاس ۱:۱
مدت: ۴ ساعت				هدف‌های آموزشی: ذوب سطحی ورق فولاد معمولی	تولرانس خشن

جدول وسایل کار

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	دستگاه جوش گاز	تجهيزات کامل جوش اُکسی استیلن	یک دستگاه
۲	سر مشعل شماره ۱۰۰	یک تا دو میلی متر	یک عدد
۳	انبردست	بدون عایق	یک عدد
۴	سوزن سر مشعل	استاندارد	یک دست
۵	برس سیمی	با سیم فولادی	یک عدد
۶	خط کش فلزی	۳۰ سانتی	یک عدد
۷	سنه نشان	فولادی متوسط	یک عدد
۸	فندک جوشکاری	معمولی	یک عدد
۹	چکش ساده	۳۰۰ گرمی	یک عدد
۱۰	سوزن خط کش	فولادی	یک عدد

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	پیش بند	چرمی	یک عدد
۲	دست کش	چرمی	یک عدد
۳	عینک	با شیشه‌ی مناسب	یک عدد
۴	کلاه	نوع سبک	یک عدد
۵	کفش ایمنی	اندازه‌ی پا	یک جفت
۶	لباس کار مناسب	اندازه‌ی بدن	یک دست

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	ورق آهن معمولی	۱۲۰×۷۵×۱	۴ عدد	۳ عدد برای تمرین
۲	گاز اکسیژن	فشار تنظیمی ۲-۳ bar ۲-۳ kg/cm ^۲	شیلنگ اکسیژن	از کپسول اکسیژن یا خط لوله گاز
۳	گاز استیلن	فشار تنظیمی ۰/۵-۱ bar ۰/۵-۱ kg/cm ^۲	شیلنگ اکسیژن	از کپسول یا خط لوله گاز استیلن

نکات ایمنی!

۱- قبل از روشن کردن مشعل از عدم نشستی در اتصالات گاز استیلن اطمینان پیدا کنید.

۲- هنگام جوشکاری از عینک تیره‌ی مناسب استفاده کنید.

۳- در اطراف جوشکاری گاز یا مایع یا جسم جامد قابل اشتعال وجود نداشته باشد.

۴- قطعات مورد جوشکاری همیشه داغ است آن‌ها را با انبر جابه‌جا کنید.

۵- با دست چرب یا دستکش چرب به اتصالات اکسیژن دست نزنید که خط انفجار دارد.

۳-۸ ذوب سطحی روی ورق فولادی معمولی

مراحل انجام کار:

۱- لباس کار پوشیده و آماده به کار شوید.

۲- وسایل ایمنی فردی و ابزار کار مطابق با آنچه که مشاهده می کنید از انبار تحویل بگیرید.

۳- با استفاده از نقشه قطعه کار را خط کشی کرده سنبه شان بزنید.

۴- کار را روی میز کار قرار دهید استفاده از زیر کار مناسب که زیر خطوط ذوب خالی باشد الزامی است.

۵- با توجه به جدول (۲-۸) سر مشعل مناسب انتخاب کنید.

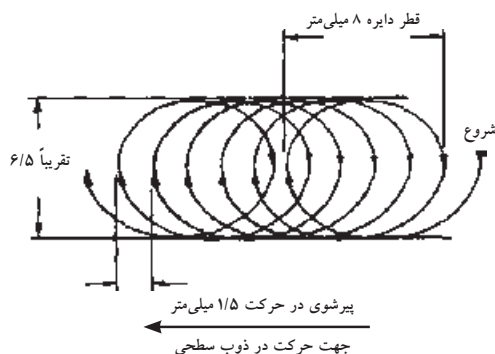
۶- شعله خنثی مناسب تنظیم کنید دقت کنید شعله هیچ اکسیدی نباشد.

۷- شعله را در ابتدای خطوط بین دو خط سنبه نشان تحت زاویه 70° - 60° به کار نزدیک کنید و نوک مشعل به اندازه ۳ تا ۵ میلی متر کار قرار گیرد چون بیشترین گرما در این محدوده است. (شکل ۲۴-۸)

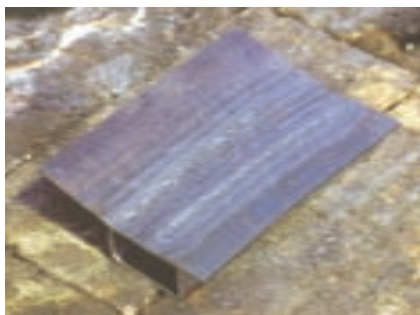


شکل ۲۴-۸ چگونگی قرار گرفتن مشعل در ذوب سطحی

۸- ابتدا حوضچه مذاب ایجاد کنید و مطابق شکل مشعل را به آرامی دوران دهید و مذاب را به جلو هدایت کنید به نحوی که مذاب در جلوی نوک مشعل باشد سرعت پیشروی و پهنای حوضچه مذاب باید کنترل شود. (شکل ۲۵-۸)



شکل ۲۵-۸ چگونگی ایجاد ذوب سطحی



شکل ۸-۲۶ کار ذوب سطحی تمام شده

۹- سایر خطوط سنبه نشان را مانند همین خط ذوب کنید و در صورت مشعل از مربی خود کمک بگیرید.

۱۰- پس از ذوب سطحی تمام خطوط کار را برس بزنید و آن را برای ارزیابی و راهنمایی به مربی تحویل دهید و آنقدر تمرین کنید تا ضمن این که ورق سوراخ نشود از پشت ورق برآمدگی حاصل از ذوب سطحی رؤیت شود. (شکل ۸-۲۶)

۱۱- برای تمرین بیشتر از قسمت‌های بین خطوط ایجاد شده استفاده کنید.

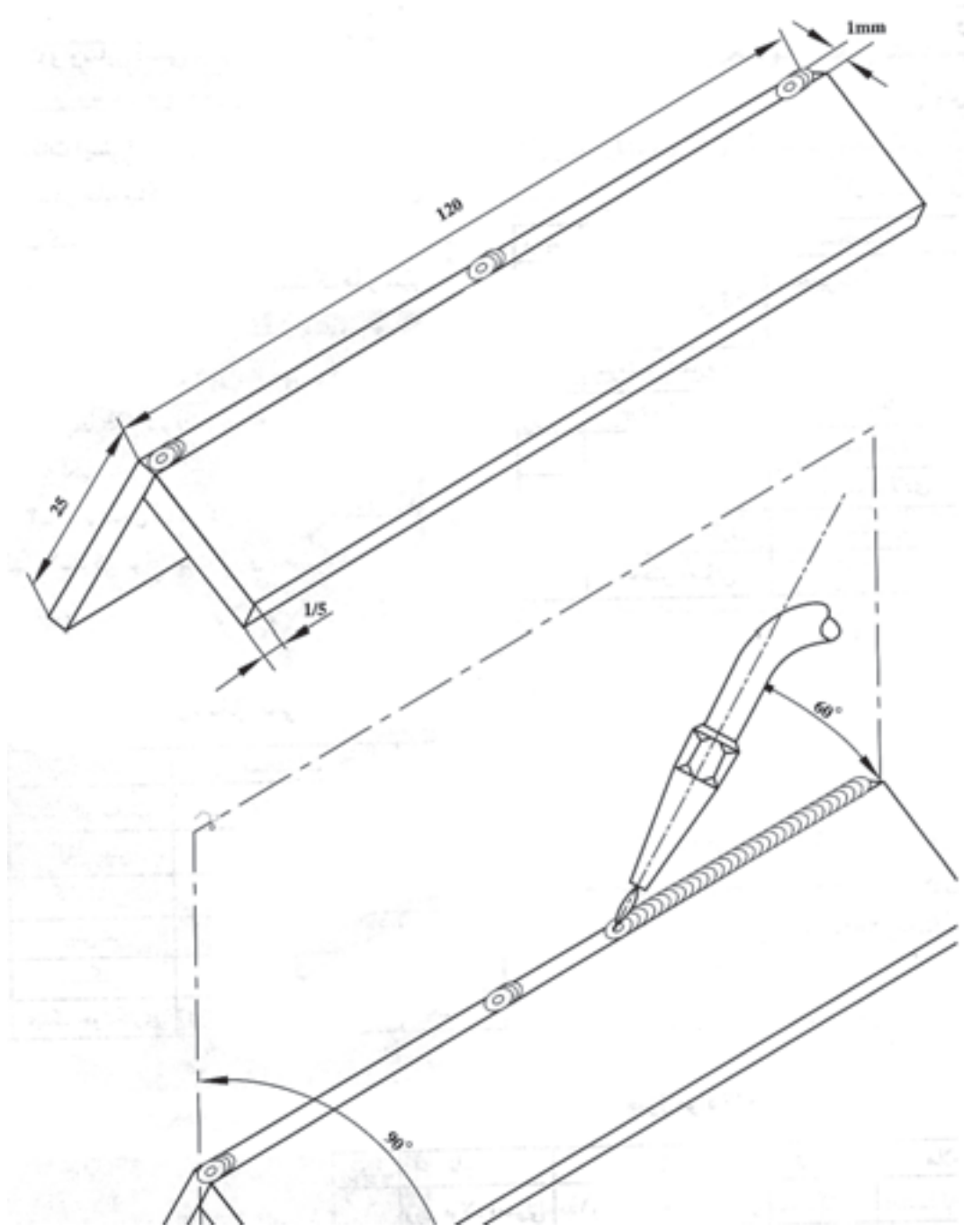
توجه

تنظیم شعله‌ی خنثی بدون هیچ اکسیژن اضافی به سوراخ نشدن کار کمک می‌کند.

۱۲- در پایان شعله را خاموش فلکه کپسول‌های گاز یا شیر خط لوله‌های گاز را ببندید شیلنگ‌ها را جمع آوری محل کار را تمیز کرده و وسایل را به انبار تحویل دهید. (شکل ۸-۲۷)



شکل ۸-۲۷ جمع کردن شیلنگ‌ها



	۱۲۰×۲۵×۱/۵	St ۳۷	۲		
ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره‌ی نقشه ۲-۱۱				نام قطعه کار: تمرینی	مقیاس ۱:۱
مدت: ۲ ساعت				هدف‌های آموزشی: ذوب گوشه بدون مفتول	تولرانس خشن

جدول وسایل کار

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	دستگاه جوش گاز	تجهيزات کامل جوش اُکسی استیلن	یک دستگاه
۲	سر مشعل شماره ۱۰۰	یک تا دو میلی متر	یک عدد
۳	انبردست معمولی	بدون عایق	یک عدد
۴	سوزن سر مشعل	استاندارد	یک دست
۵	برس سیمی	با سیم فولادی	یک عدد
۶	فندک جوشکاری	استاندارد	یک عدد
۷	چکش معمولی	۳۰۰ گرمی	یک عدد

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	ملاحظات
۱	ورق فولاد معمولی	۱۱۰×۲۵×۱۲۰ میلی متر	St ۳۷
۲	گاز اکسیژن	فشار تنظیمی ۲-۳ bar ۲-۳ kg/cm ^۲	در کپسول یا خط لوله گاز اکسیژن
۳	گاز استیلن	فشار تنظیمی ۰/۵-۱ bar ۰/۵-۱ kg/cm ^۲	از کپسول یا خط لوله گاز استیلن

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار مناسب	اندازه ی بدن	یک دست
۲	کفش ایمنی	اندازه ی پا	یک جفت
۳	کلاه ایمنی	نوع سبک	یک عدد
۴	پیش بند	چرمی	یک عدد
۵	دستکش	چرمی	یک جفت
۶	عینک جوشکاری	با شیشه مناسب	یک عدد

نکات ایمنی!

۱- در جا به جا کردن کپسول استیلن نکات ایمنی را رعایت کنید.

۲- قبل از شروع جوشکاری شیلنگ ها و شیر فلکه ی کپسول را از نظر آب بندی کنترل کنید.

۳- توجه داشته باشید از ابه ی مجهز به کپسول های گاز در کنار بخاری و شوفاژ و در معرض گرمای شدید آفتاب قرار نگیرد.

۴- از پوشیدن لباس کار نایلونی و استفاده از دستکش لاستیکی موقع جوشکاری پرهیز کنید.

۴-۸ کار شماره ۲ جوشکاری زاویه خارجی بدون مفتول

۱- لباس کار پوشیده و آماده به کار شوید. (شکل ۸-۲۸)

توجه

هیچگاه از لباس کار نایلونی و دست کش لاستیکی برای جوشکاری استفاده نشود.

۲- وسائل لازم ایمنی و ابزار کار را تحویل بگیرید.

۳- برای جفت کردن لبه‌ها به صورت زاویه خارجی مطابق شکل (۸-۲۹) عمل کنید.



شکل ۸-۲۸ پوشیدن لباس کار و سایر لوازم ایمنی فردی



شکل ۸-۲۹ نحوه خال جوش زدن با استفاده از قطعه کمکی

نکته‌ی ایمنی

موقع خال جوش زدن قطعات به هم مواظب سر و صورت خود و اطرافیان باشید تا از گرمای زیاد و شعله‌ی اُکسی استیلن در امان باشید.

۴- مشعل را روشن و با ذوب کردن لبه‌های کار را به هم اتصال دهید.

۵- قطعات خال جوش خورده را برداشته و لبه‌ی دیگر را مطابق شکل (۸-۳۰) با استفاده از انبر دست به هم خال جوش کنید.

۶- با ذوب کردن لبه‌ها و به جلو بردن مذاب روی گوشه کار قطعات را به هم جوش دهید شکل (۸-۳۱) و به مربی نشان داده و راهنمایی شوید.



شکل ۸-۳۱



شکل ۸-۳۰ روش خال جوش زدن

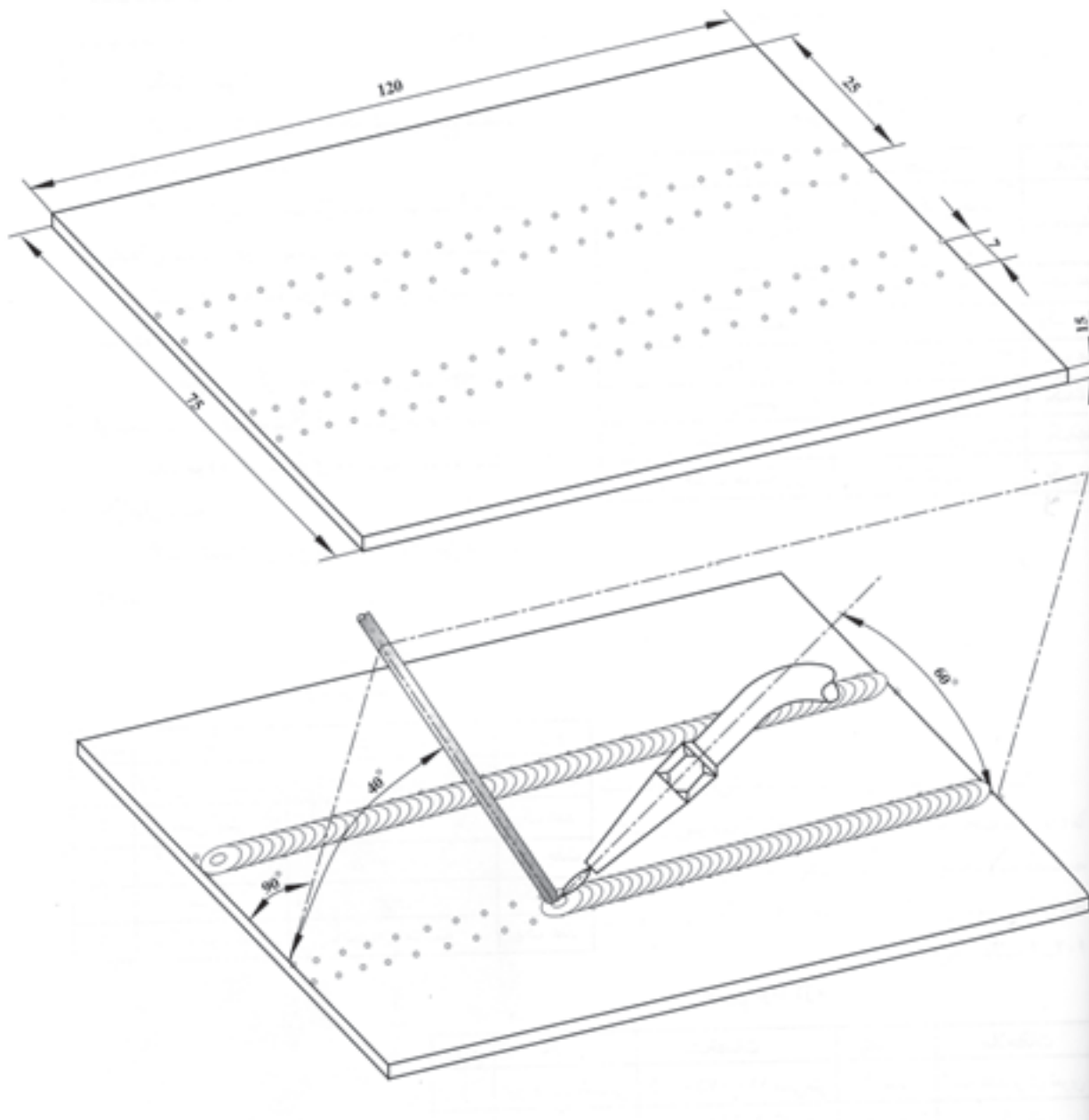
۷- آنقدر تمرین کنید که مهارت کافی به دست آورید.

۸- پس از سرد شدن قطعه کار جوش داده شده با برس سیمی سطح و اطراف گوشه کار که جوش خورده را تمیز کنید و جهت ارزیابی به مربی تحویل دهید. (شکل ۸-۳۲)



شکل ۸-۳۲ کار ذوب گوشه تمام شده

۹- ابزار و وسائل کار را جمع آوری، محل کار را تمیز کرده، شیلنگ‌های گاز را جمع، شیر فلکه کپسول‌ها را بسته، گازهای درون مسیر شیلنگ‌ها را تخلیه و وسایل ایمنی و ابزار را به انبار تحویل دهید (یا در جای خود قرار دهید).



	۱۲۰×۷۵×۱/۵	St ۳۷		وزن فولاد معمولی	
ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس		مشخصات قطعه کار	شماره
شماره‌ی نقشه ۱۴-۲				نام قطعه کار: تمرینی	مقیاس
مدت: ۱ ساعت				هدف‌های آموزشی: تمرین ایجاد گرده جوش	تولرانس

جدول وسایل کار

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	دستگاه جوش گاز	تجهيزات کامل جوش اُکسی استیلن	یک دستگاه
۲	سر مشعل شماره ۱۰۰	یک تا دو میلی متر	یک عدد
۳	سوزن سر مشعل	استاندارد	یک سری
۴	انبردست	بدون عایق	یک عدد
۵	برس سیمی	با سیم فولادی	یک عدد
۶	فندک جوشکاری	استاندارد	یک عدد
۷	چکش معمولی	۳۰۰ گرمی	یک عدد

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	ورق فولاد معمولی	۱/۵ × ۷۵ × ۱۲۰ میلی متر	۴ عدد	سه عدد برای تمرین
۲	سیم جوش	مسوار با قطر ۲ میلی متر	۴ عدد	۹۰ سانتی
۳	گاز اکسیژن	با فشار ۲-۳ bar ۲-۳ kg/cm ^۲	شیلنگ	از کپسول یا خط لوله‌ی گاز اکسیژن
۴	گاز استیلن	با فشار ۰/۵-۱ bar ۰/۵-۱ kg/cm ^۲	شیلنگ	از کپسول یا خط لوله گاز استیلن

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار مناسب	اندازه‌ی بدن	یک دست
۲	کفش ایمنی	اندازه‌ی پا	یک جفت
۳	دستکش	چرمی	یک جفت
۴	پیش بند	چرمی	یک عدد
۶	عینک جوشکاری	با شیشه مناسب	یک عدد

نکات ایمنی!

- ۱- قبل از باز کردن شیر فلکه کپسول پیچ تنظیم زیر رگولاتور را شل کنید.
- ۲- از پیش‌بند مناسب با بندهای سالم استفاده کنید و بندها را پشت گردن و پشت کمر درست به هم ببندید.
- ۳- برای جا به جا کردن قطعات گرم از انبردست استفاده کنید.
- ۴- قبل از باز کردن شیر استیلن برای ایجاد شعله از سالم بودن فندک جوشکاری اطمینان حاصل کنید.
- ۵- موقع جوشکاری مواظب دست و لباس اطرافیان باشید.
- ۶- با شعله‌ی روشن مشعل را روی میز کار رها نکنید.

۵-۸ دستورالعمل ایجاد گرده جوش روی ورق فولادی کار شماره ۳

۱- به لباس کار و وسائل ایمنی فردی مجهز شوید.

۲- ورق آهن مطابق نقشه تهیه کنید و خط کشی های لازم را انجام داده و سنبه نشان

بزنید.

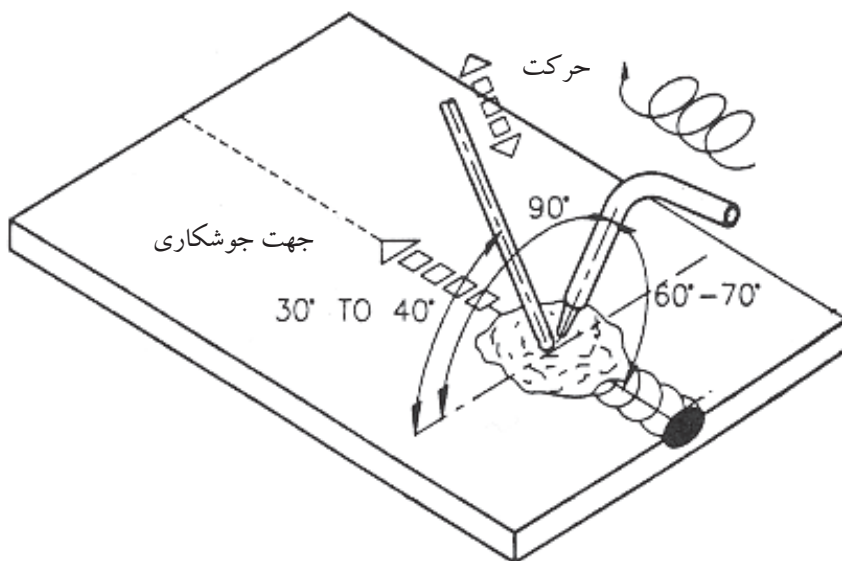
جدول اندازه‌ی پستانک و قطر مفتول با توجه به ضخامت ورق

زمان برای یک متر جوشکاری min	مواد مصرفی برای یک متر جوشکاری			قطر مفتول mm	شماره‌ی پستانک -	ضخامت ورق mm
	مفتول gr	گاز اکسیژن lit	گاز استیلن lit			
۵	۲۰	۱۰	۸	۲	۱۰۰	۱
۷/۵	۳۵	۲۲	۱۹	۲	۱۴۰	۱/۵
۱۰	۵۰	۴۲	۳۵	۳	۲۰۰	۲
۱۲	۶۵	۵۷	۴۸	۳	۲۵۰	۲/۵
۱۵	۹۰	۹۰	۷۵	۳	۳/۵	۳

۳- مشعل را به سر یک شماره ۲ آماده کنید و شعله خنثی تنظیم کنید.

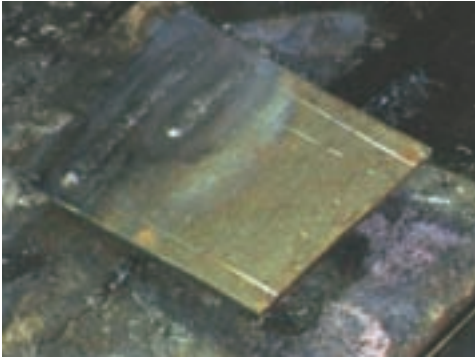
۴- کار را روی میز قرار دهید و در ابتدای یکی از خطوط، حوضچه مذاب ایجاد کنید.

(شکل ۳۷-۸)

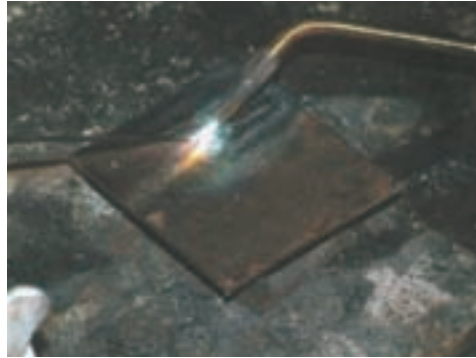


شکل ۳۷-۸ ایجاد گرده جوش با مفتور

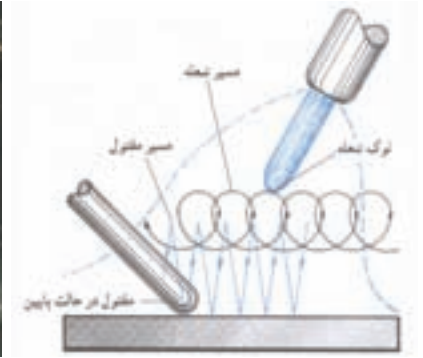
۵- تحت زاویه ۴۵° تا ۳۵° سیم جوش را در محل ذوب شده کار قرار دهید تا قسمتی از آن ذوب شود و با حرکت دادن مشعل و سیم جوش مطابق شکل (۸-۳۸) گرده جوش مناسب ایجاد کنید. (شکل های ۸-۳۹ و ۸-۴۰)



شکل ۸-۴۰ جوشکاری با مفتول انجام شده است



شکل ۸-۳۹ جوشکاری با مفتول



شکل ۸-۳۸ چگونگی حرکت مشعل و مفتول در جوشکاری

۶- خط جوش را کامل کنید و در وسط خط جوش ها باز هم گرده جوش ایجاد کنید تا به مهارت کافی برسید. (شکل ۸-۴۱)



شکل ۸-۴۱ جوشکار در حال جوشکاری با سیم جوش

۷- برای تحویل کار به مربی یک قطعه کار با دو خط گرده جوش کافی است.

۸- کار را بُرس بزنید و جهت بررسی به مربی تحویل دهید.

۹- بررسی شامل یکنواختی خط جوش برجستگی مناسب و درگیر شدن مذاب گرده

جوش با مذاب سطح کار و یکسانی پهنای جوش در تمام طول جوش خواهد بود.

۱۰- محل کار را تمیز، شیلنگ‌ها را جمع‌آوری کرده و وسائل را به انبار تحویل

دهید.

۸-۶ آماده‌سازی لبه کار و خال جوش زدن قطعات کار

برای این که یک اتصال جوشکاری مطلوب داشته باشیم و برای خود اعتماد و اطمینان به عمل آوریم باید نکات زیر را اجرا و رعایت کنیم:

۱- تمیز بودن سطح کار و محل‌های نزدیک به اتصال و درز اولین اقدام است این عمل

با برس دستی و یا وایر برس انجام می‌شود. (شکل ۸-۴۲)

۲- در ترسیم قطعات برس خورده و جوشکاری‌های پوششی باید تمام سطوحی که باید

با جوشکاری ترمیم شود عاری از اکسید و زنگ باشد به طور کلی محلی که باید ذوب شود باید به اندازه کافی و رسیدن به سفیدی و براق شدن فلز تمیز شوند.

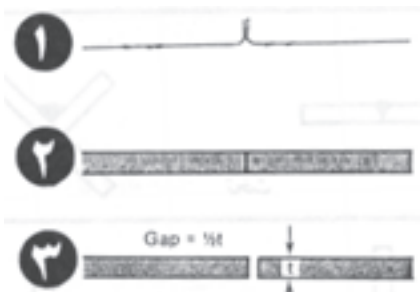
۳- در جوشکاری که برای اتصال قطعات انجام می‌شود باید با توجه به ضخامت

قطعات آماده‌سازی و لبه‌سازی شود در شکل (۸-۴۳) اندازه ضخامت و نوع لبه‌سازی

آماده است. (جدول ۸-۳) و (جدول ۸-۴)

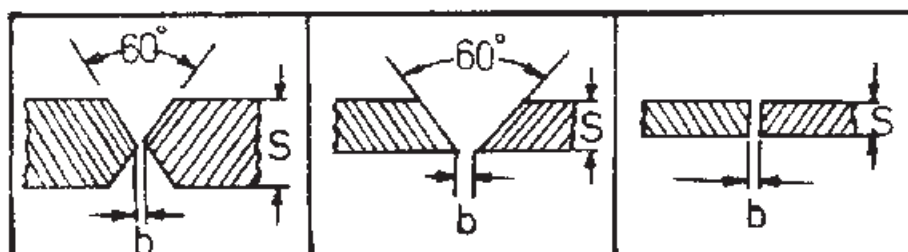


شکل ۸-۴۲ تمیز بودن سطح کار و لبه‌های کار الزامی است



شکل ۸-۴۳ چگونگی اتصالات سر به سر با توجه به ضخامت

جدول ۸-۳ آماده کردن صحیح لبه کار و سیم جوشکاری نسبت به ضخامت قطعه کار



											S		
۲۰	۱۵	۱۲	۱۲	۱۰	۸	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰/۵	ضخامت ورق به میلی‌متر
									۵/۲				b
۴	۴	۴	۳	۳	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۰/۵	—	پهنای شکاف به میلی‌متر
۵													d
۷	۵	۵	۵	۴	۴	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	قطر سیم جوشکاری به میلی‌متر
۶													

جدول ۴-۸ تهیه درزهای مختلف در جوشکاری گاز طبق دین ۸۵۵۱

ملاحظات	فاصله و زاویه در قطعه			مقطع شکل درز	علامت درز	نام درز	ضخامت ورق	ردیف
	فاصله بین دو قطعه درز h	فاصله در قطعه b	زاویه درز α					
بدون کنترل	—	—	—		—	لبه دار	تا ۱/۵ میلیمتر	۱
—	—	—	—			لبه لب یا سر به سر	تا یک میلیمتر	۲
درز در دو طرف را باید جوش داد.	—	۱-۲	—			لبه لب	۱-۲ تا ۸	۳
	—	۳	—				۵ تا ۶۰	
دقت شود لسمهای باس خوب ذوب شود و ریشه نفوذ داشته باشد.	—	۳ تا ۴	۶۰		V	جناغی	۳-۴ تا ۱۲ میلیمتر	۴
حتماً باید پس از جوش داده شود همچنین در زمان جوش طرف را جوش داد.	$\frac{h}{2}$	۳	۵۰		X	جناغی دو طرفه	بالای ۱۲ میلیمتر	۵
	s	—	۶۰		U	جناغی پیشانی	از ۳ میلیمتر بالاتر	۶

۴- در اتصالات جوشکاری باید ذوب به اندازه کافی نفوذ داشته باشد یعنی جوش به طرف دوم کار (پشت کار) نفوذ کند لذا در مورد قطعات ضخیم پخش سازی لازم است که با فرم‌ها و شکل‌های خاص اجرا می‌شود.

در این خصوص فرم‌ها خاص استاندارد شده‌اند در کتاب جوشکاری سال سوم لبه‌سازی بر اساس استاندارد AWS آمده است.

۵- پس از پایان جوشکاری لازم است جرقه‌ها و اکسید شدگی‌ها با برس سیمی به طور کامل تمیز شوند در صوتی که از فلاکس یا تنه کار استفاده شده آنرا از سطح و اطراف جوش پاک کنند تا خوردگی اتفاق نیافتد. (شکل ۴۴-۸)



شکل ۴۴-۸ روش برس زدن روی خط جوش

۱-۶-۸ کار شماره ۴ خال جوش زدن قطعات با استفاده از سیم جوش

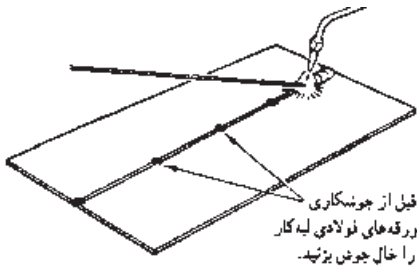
۱- قبل از جوشکاری لازم است: قطعات با هم یکپارچه شوند و با خال جوش یا گیره‌های مناسب به هم وصل شده باشند تا در حین جوشکاری جا به جا نشوند.

۲- دو قطعه را که می‌خواهیم به هم به صورت لب به لب جوش دهیم کنار هم قرار دهید در صورت لزوم از گیره یا بست مناسب استفاده کنید.

۳- سیم جوش مناسب انتخاب کنید قطر سیم جوش را از رابطه $C = \frac{t}{4} + 1$ به دست می‌آید که در آن t ضخامت ورق است سر مشعلی که برای جوشکاری همان کار استفاده می‌شود به کار ببرید. (شکل ۸-۴۵)

۴- برای خال جوش زدن ابتدا قطعات کار را با فاصله درز مناسب کنار هم قرار دهید و سپس شعله را روشن و در ابتدا لبه‌ها را ذوب کنید و سیم جوش را در وسط حوضچه جوش قرار دهید تا کمی از آن ذوب شود و قطعات به هم وصل شوند فاصله خال جوش‌ها از هم به اندازه ۳۰ برابر ضخامت قطعات است.

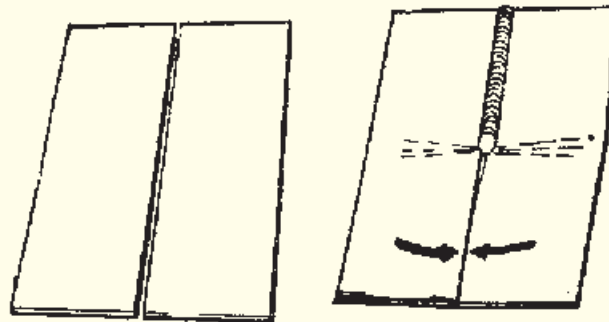
۵- در صورت پیچیدگی کار را با چکش چوبی یا فلزی مناسب صاف می‌کنیم تا قطعات کار به هم فیکس شوند و کار برای جوشکاری آماده شود.



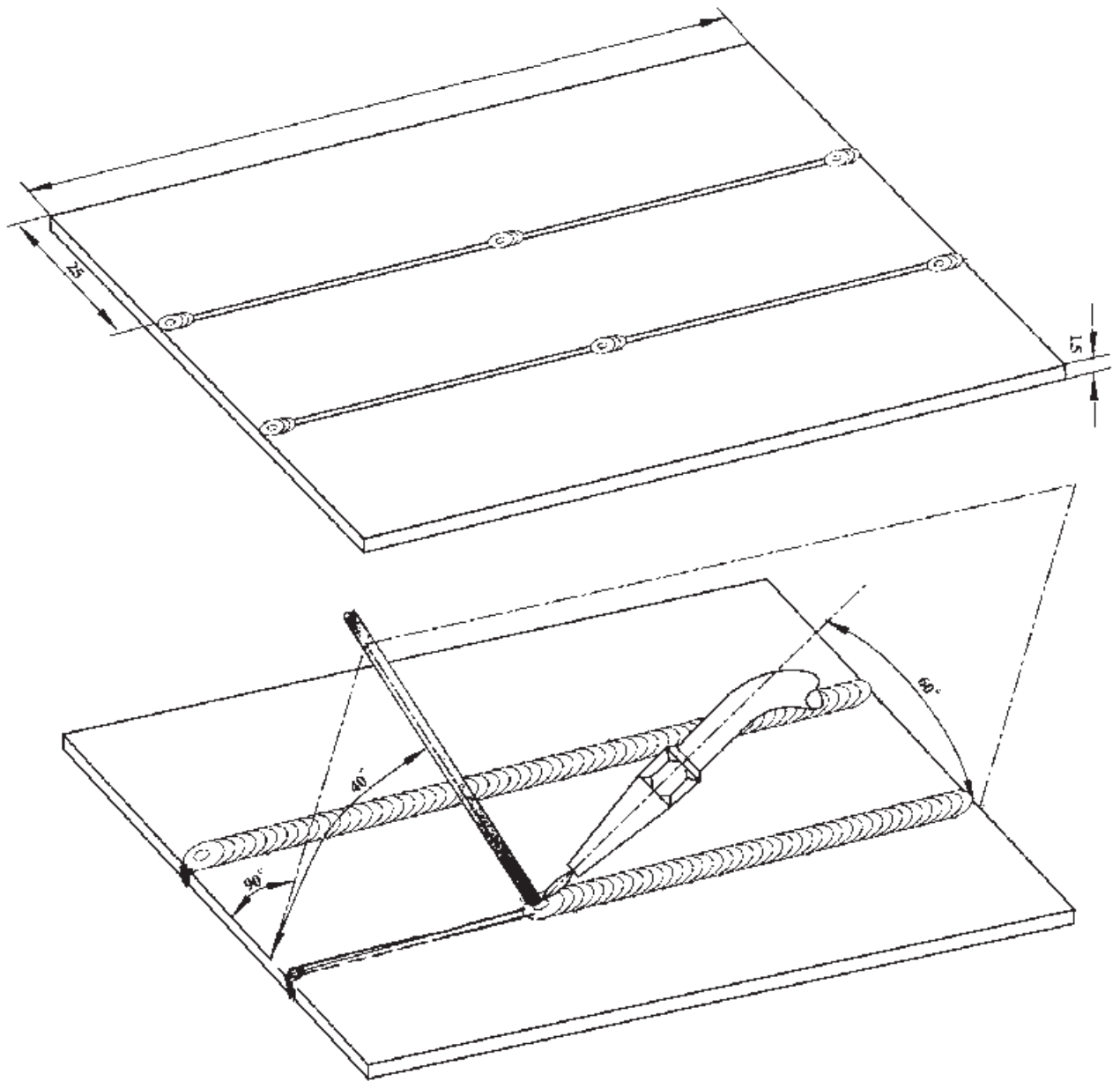
شکل ۸-۴۵

توجه

در صورتی که قطعات به هم خال جوش نشوند و از یک طرف شروع به جوشکاری کنیم مطابق شکل (۸-۴۶) کار روی هم سوار می‌شود.



شکل ۸-۴۶



	۱۲۰×۷۵×۱/۵	St ۳۷	وزن فولاد معمولی	شماره
ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس	مشخصات قطعه کار	مقیاس
شماره‌ی نقشه			نام قطعه کار: تمرینی	تولرانس
مدت: ۴ ساعت			هدف‌های آموزشی:	

جدول وسایل کار

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	دستگاه جوش گاز	تجهيزات کامل جوش اُکسی استیلن	یک دستگاه
۲	سر مشعل شماره ۱۰۰	یک تا دو میلی متر	یک عدد
۳	سوزن سر مشعل	استاندارد	یک سری
۴	انبردست	بدون عایق	یک عدد
۵	برس سیمی	با سیم فولادی	یک عدد
۶	فندک جوشکاری	استاندارد	یک عدد
۷	چکش معمولی	۳۰۰ گرمی	یک عدد

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	ورق فولاد معمولی	۱/۵ × ۷۵ × ۱۲۰ میلی متر	۴ عدد	سه عدد برای تمرین
۲	سیم جوش	مسوار با قطر ۲ میلی متر	۴ عدد	۹۰ سانتی
۳	گاز اکسیژن	با فشار ۲-۳ bar ۲-۳ kg/cm ^۲	شیلنگ	از کپسول یا خط لوله‌ی گاز اکسیژن
۴	گاز استیلن	با فشار ۰/۵-۱ bar ۰/۵-۱ kg/cm ^۲	شیلنگ	از کپسول یا خط لوله گاز استیلن

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار مناسب	اندازه‌ی بدن	یک دست
۲	کفش ایمنی	اندازه‌ی پا	یک جفت
۳	دستکش	چرمی	یک جفت
۴	پیش بند	چرمی	یک عدد
۶	عینک جوشکاری	با شیشه مناسب	یک عدد

نکات ایمنی!

- ۱- قبل از باز کردن شیر فلکه کپسول پیچ تنظیم زیر رگولاتور را شل کنید.
- ۲- از پیش بند مناسب با بندهای سالم استفاده کنید و بندها را پشت گردن و پشت کمر درست به هم ببندید.
- ۳- برای جا به جا کردن قطعات گرم از انبردست استفاده کنید.
- ۴- قبل از باز کردن شیر استیلن برای ایجاد شعله از سالم بودن فندک جوشکاری اطمینان حاصل کنید.
- ۵- موقع جوشکاری مواظب دست و لباس اطرافیان باشید.
- ۶- با شعله‌ی روشن مشعل را روی میز کار رها نکنید.

۷-۸ دستور العمل جوشکاری لب به لب ورق‌های فولادی کار شماره ۵



شکل ۸-۴۷ بریدن قطعات کار

- ۱- لباس کار مناسب پوشیده و وسائل ایمنی و ابزار کار را از انبار تحویل بگیرید.
- ۲- از ورق فولاد معمولی ST37 به تعداد ۶ قطعه به ابعاد $۱۲۰ \times ۴۰ \times ۱/۵$ میلی‌متر با گیوتین ببرید یا قطعات بریده شده را تحویل بگیرید. (شکل ۸-۴۷)
- ۳- قطعات را به صورت لب به لب کنار هم قرار داده و مطابق شکل خال جوش بزنید. (شکل‌های ۸-۴۸-۱ و ۸-۴۸)



شکل ۸-۴۸-۱ خال جوش زدن در طرفین اتصال



شکل ۸-۴۸ خال جوش زدن در طرفین اتصال

- ۴- با استفاده از سیم جوش مطابق آنچه که در دستور العمل شماره ۳ حوضچه مذاب ایجاد کرده و سیم جوش را در داخل حوضچه مذاب ذوب کرده و با حرکت مناسب پیشروی دو قطعه را به هم جوش دهید و زوایان مشعل و سیم جوش مطابق شکل (۸-۴۹) در طول خط جوش کنترل شود.



شکل ۸-۴۹ انجام جوشکاری

۵- در پایان مشعل را خاموش و قطعه را برس بزنید و جهت ارزیابی به مربی خود تحویل دهید. (شکل ۸-۵۰)

۶- گرده جوش باید دارای موج‌های یکسان و پهنای جوش در طول خط جوش به یک اندازه باشد در انتهای خط جوش چاله جوش پر شده باشد تا از تشکیل جوانه ترک جلوگیری شود. (شکل ۸-۵۱)



شکل ۸-۵۱ بازرسی

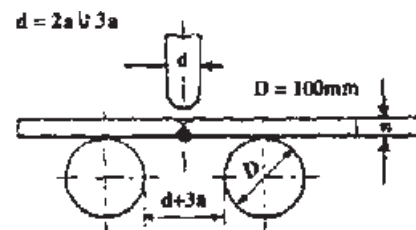


شکل ۸-۵۰ برس زدن

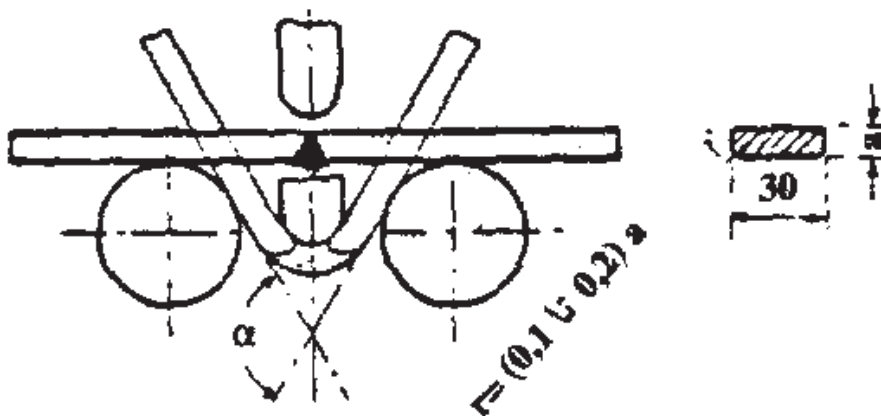
۷- ابزار و وسائل را جمع‌آوری، مرتب و متمیز کرده و به محل اولیه برگردانید.

۸-۸ آزمایش کارگاهی جوش لب به لب

- ۱- جوش را از نظر ظاهری با چشم بازرسی می‌کنیم مشاهده عدم ذوب در کناره یعنی فلز جوش با قطعه در فصل مشترک آن‌ها عدم ذوب مشاهده نشود.
- ۲- برجستگی جوش بیش از اندازه نباشد و در طول جوش یکنواخت باشد.
- ۳- بریدگی کناره جوش یا ذوب شدن قطعه در کنار جوش ایجاد بریدگی در کناره‌ها در طول جوش وجود نداشته باشد.
- ۴- در طرف دوم جوش باید لبه‌ها ذوب شده و داخل فلز جوش واقع شده باشد، عدم نفوذ در ریشه مشاهده نشود و جوش در پشت سوختگی و اشکست نداشته باشد.
- ۵- کار را مطابق شکل (۸-۵۲) از طرف ریشه جوش با استفاده از گیره و چکش خم می‌کنیم چنانچه مذاب در هم آمیخته باشد ترک و ناپیوستگی مشاهده نمی‌شود.
- ۶- جوش را می‌توان از طرف رو یا سطح جوش خم کرد بر عکس شکل (۸-۵۳) و بازرسی نمود.

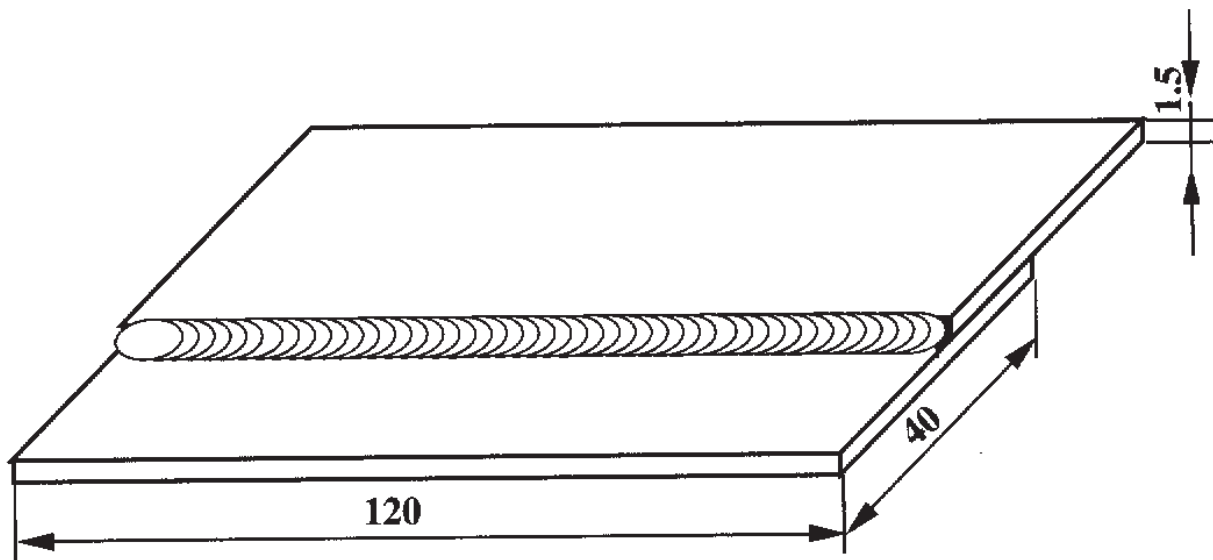


شکل ۸-۵۲



شکل ۸-۵۳

- ۷- در صورتی که قطعه خم شده و آثار ترک و شکستگی در آن مشاهده نشد جوش سالم است.



	۱۲۰×۴۰×۱/۵	St ۳۷		وزن فولاد معمولی	
ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره‌ی نقشه ۲-۶				نام قطعه کار: لب روی هم تخت (پیش‌دستی)	مقیاس ۱:۱
مدت: ۱۰ ساعت				هدف‌های آموزشی: تمرین جوش لب روی هم	تولرانس خشن

جدول وسایل کار

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	دستگاه جوش گاز	کامل	یک دستگاه
۲	سر مشعل شماره ۲-۴	استاندارد	یک عدد
۳	برس سیمی	با سیم فولادی	یک عدد
۴	سوزن سر مشعل	استاندارد	یک عدد
۵	انبر قطعه گیر	کوچک	یک عدد
۶	فندک جوشکاری	استاندارد	یک عدد
۷	میز کار	مخصوص جوش گاز	یک عدد

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	سیم جوش مس وار	G1 - G11		$\varnothing = 2$
۲	گاز اکسیژن با فشار	۲-۳ bar	-	از خطو لوله یا دستگاه
۳	گاز استیلن با فشار	۰,۵ - ۱,۵ bar	-	از خطو لوله یا دستگاه
۴	قطعات کار	St ۳۷	-	مطابق نقشه

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار	اندازه‌ی بدن	یک دست
۲	کفش ایمنی	اندازه‌ی پا	یک جفت
۳	عینک جوشکاری	با شیشه مناسب	یک عدد
۴	پیش بند	چرمی	یک عدد
۵	دستکش	چرمی	یک جفت
۶	کلاه ساده	نخی - کتان	یک عدد

نکات ایمنی!

۱- نکات و دستورالعمل‌های ایمنی در جوشکاری با شعله گاز را به دقت مطالعه کنید.

۲- از وسیله یا ابزاری که روش کار آن را نمی‌دانید استفاده نکنید.

۳- تمام اتصالات مسیر گاز اکسیژن و استیلن را از نظر نشتی با آب و صابون کنترل کنید.

۴- سر مشعل را با سوزن مخصوص و اندازه‌ی مناسب تمیز کنید.

۹-۸ دستور العمل جوش لب رو لب ورق‌های فولادی کار شماره ۶

در جوشکاری لب روی هم باید قطعات کار به طول کال صاف باشند تا به خوبی روی هم قرار گیرند.

۱- به لباس کار و وسائل ایمنی مجهز شوید.

۲- از ورق فولادی به ابعاد $۱۲۰ \times ۴۰ \times ۱/۵$ میلی متر به تعداد ۶ عدد با گیوتین بُرید.

۳- وسائل کار را مرتب و سر مشعل مناسب به مشعل ببندید. (شکل ۸-۵۴)

۴- هر دو قطعه را مطابق نقشه به صورت لب روی هم قرار دهید و با شعله خنثی آنها

را به هم خال جوش کنید. (شکل ۸-۵۵)



شکل ۸-۵۵



شکل ۸-۵۴ انتخاب سر مشعل

۵- در صورت لزوم با چکش فلزی یا پلاستیکی کار را صاف کنید. (شکل ۸-۵۶)



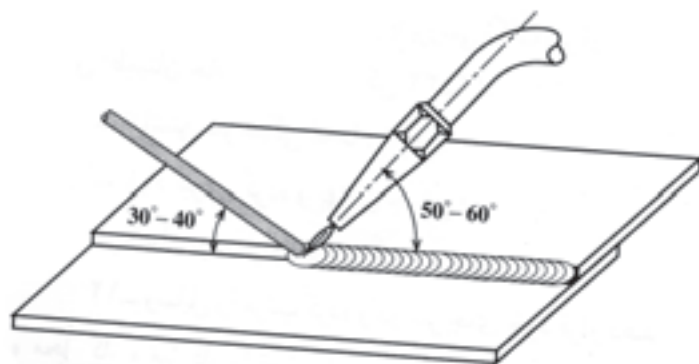
شکل ۸-۵۶ روی هم سوار شدن قطعات با استفاده از چکش

۶- در ابتدای درز لب رو سیم حوضچه مذاب ایجاد کرده و با ذوب مفتول با توجه به زوایای نشان داده شده در شکل (۸-۵۷) درز را تا آخر جوش دهید لبه‌های بالایی در فلز جوش جا گرفته و خوردگی هم نداشته باشد.

۷- طرف دوم (پشت کار) را با استفاده از نظرات مربی خود جوش دهید و برای استفاده بیشتر از قطعات قطعه جدید را در کنار کار جوش خورده خود، اول خال جوش زده سپس جوشکاری کنید. (شکل ۸-۵۸)



شکل ۸-۵۸ روش جوشکاری



شکل ۸-۵۷ زوایای مشعل و سیم جوش

۸- در پایان کار دستگاه را جمع‌آوری و منظم کرده کار را بر سر بزنید و به مربی خوش تحویل دهید. (شکل ۸-۵۹)



شکل ۸-۵۹ برس‌زنی خط جوش



شکل ۸-۶۰ بررسی و کنترل جوشکاری

۹- قطعه کار را بررسی کنید تا عیوب زیر در آن وجود نداشته باشد. (شکل ۸-۶۰)

■ نداشتن ریزش به سمت پایین

■ نداشتن مک و خلل و فرج

■ سوخته نشدن لبه‌های جوش

■ یکنواختی گرده جوش در تمام خط جوش

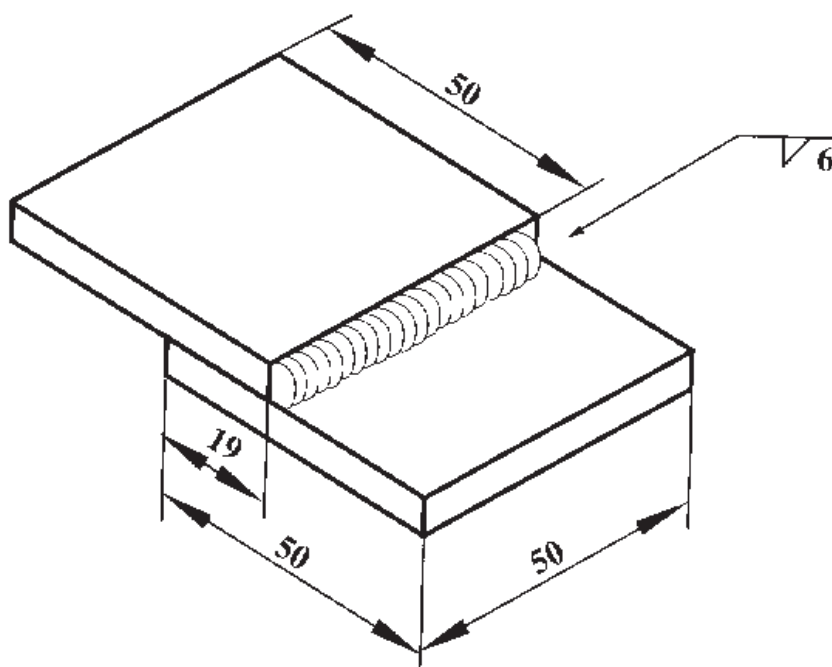
۹- محل کار را تمیز کرده و وسائل را به محل اولیه برگردانید.

۸-۱۰ تست کارگاهی جوش لب روی هم

قطعه‌ای از این اتصال که طول جوش در حدود ۵۰ میلی‌متر باشد و از یک طرف جوش خورده باشد تهیه کنید (شکل ۸-۶۱) و مطابق (شکل ۸-۶۲) با استفاده از گیره و چکش آن را خم کنید اگر جوش شکسته نشد یا از وسط جوش شکسته شد و در کناره‌ها آثار شکست مشاهده نشد جوش مطلوب است.

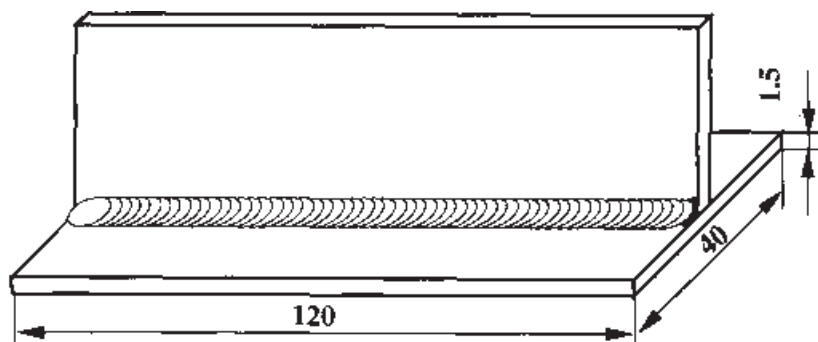


شکل ۸-۶۲ آزمایش جوش



شکل ۸-۶۱ نمونه جوش برای آزمایش

ظاهر جوش هم باید یکنواخت و گرده جوش دارای پهنای یکسان باشد در انتهای خط جوش گود افتادگی (چاله جوش) وجود نداشته باشد.



	۱۲۰×۴۰×۱/۵	St ۳۷	۲	وزن فولاد معمولی	
ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
	نام قطعه کار: سه‌پری افقی (پیش‌دستی)				مقیاس ۱:۱
	هدف‌های آموزشی: تمرین آموزش جوش سه‌پری در حالت افقی				تولرانس خشن

جدول وسایل کار

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	دستگاه جوش گاز	کامل	یک دستگاه
۲	سر مشعل شماره ۴-۲	استاندارد	یک عدد
۳	پرس سیمی	با سیم فولادی	یک عدد
۴	سوزن سر مشعل	استاندارد	یک عدد
۵	انبر قطعه گیر	کوچک	یک عدد
۶	فندک جوشکاری	استاندارد	یک عدد
۷	میز کار	مخصوص جوش گاز	یک عدد

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	سیم جوش مس و آلومینوم	G۱ - G۱۱		$\varnothing = ۲$
۲	گاز اکسیژن با فشار	۲-۳ bar	-	از خط لوله یا دستگاه
۳	گاز استیلن با فشار	۰,۵ - ۱,۵ bar	-	از خط لوله یا دستگاه
۴	قطعات کار	St ۳۷	-	مطابق نقشه

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار	اندازه ی بدن	یک دست
۲	کفش ایمنی	اندازه ی پا	یک جفت
۳	عینک جوشکاری	با شیشه مناسب	یک عدد
۴	پیش بند	چرمی	یک عدد
۵	دستکش	چرمی	یک جفت
۶	کلاه ساده	نخی - کتان	یک عدد

نکات ایمنی!

۱- اتصالات لوله ی عبور گاز استیلن را از نظر نشتی گاز کنترل کنید.

۲- از عینک جوشکاری مناسب که شیشه های آن را تمیز کرده اید استفاده کنید.

۳- مواظب دست و صورت خود و دیگران از نظر سوختگی با شعله ی گاز باشید.

۸-۱۱ جوشکاری اتصال سه پری ورق‌های فولادی معمولی کار شماره ۷

لباس کار پوشیده و با وسائل ایمنی فردی مجهز شوید.

۱- دو قطعه مطابق شکل (۸-۶۳) با استفاده از تسمه شکاف‌دار به صورت زاویه قائم نگهدارید.

۲- یا با استفاده از تسمه شکاف‌دار آن را روی میز کار قرار داده و دو سر آن را خال جوش کنید خال جوش‌ها در نقطه انتهایی اتصال باشد.



شکل ۸-۶۳

۳- پس از خال جوش زدن با ضربات چکش فاصله بین آن‌ها را حذف و در صورت لزوم زاویه بین آن‌ها را 90° کنید یا کمی بیشتر از 90° . (شکل ۸-۶۴)



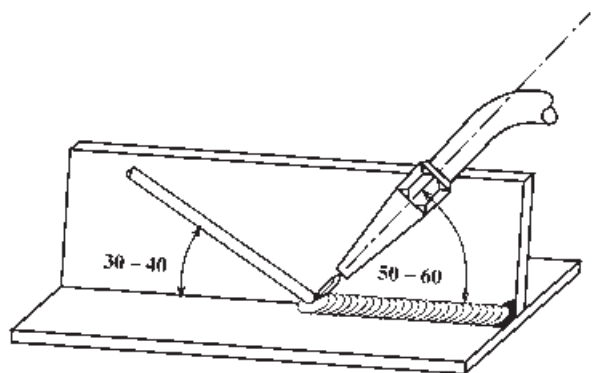
شکل ۸-۶۴

۴- قطعه را مطابق شکل (۸-۶۵) قرار داده و با استفاده از مشعل و سیم جوش مناسب درز را جوشکاری کنید زوایای مشعل و سیم جوش با کار و با یکدیگر را مد نظر داشته باشید.

۵- در نقطه پایانی با ذوب اضافی از سیم جوش به وجود نیامدن گودی یا چاله جوش را کنترل کنید. (شکل ۸-۶۵-۱)



شکل ۸-۶۵-۱



شکل ۸-۶۵

۶- طرف دوم را جوش داده این بار شعله را کمی قوی تر کنید چون کار ضخیم تر شده است.

۷- با خاموش کردن مشعل و بستن شیر فلکه های گاز و سائل را جمع آوری کنید. (شکل ۸-۶۶)

۸- کار را برس زده به مربی تحویل دهید.

۹- ابزار کار و وسائل را به محل اولی برگردانید.

۱۰- در بازرسی و کنترل و ارزیابی به نکات زیر توجه فرمایید: (شکل ۸-۶۷)

یکسان بودن گرده جوش

یک اندازه بودن ساق های جوش

پر شدن چاله جوش و نبودن گودی در پایان خط جوش

عدم پیچیدگی و درست بودن زاویه قطعات نسبت به هم

نبودن بریدگی کناره مطابق شکل (۸-۶۸) یکی از مهمترین عیوب جوش است

۶- می توانید با جوش دادن در یک طرف اتصال و با استفاده از گیره و چکش جوش

را خم کنید و در صورت مشاهده ضعف نسبت به رفع اشکالات جوشکاری خود اقدام کنیم.



شکل ۸-۶۶



شکل ۸-۶۷



شکل ۸-۶۸ جوش سپری در حالتی که جوش دارای خوردگی است، نشان داده شده است

جدول لوله‌های استاندارد

قطر خارجی لوله به میلی‌متر	قطر داخلی لوله به میلی‌متر	قطر اسمی لوله به اینچ
10.28	6.83	$\frac{1}{8}$
13.71	9.24	$\frac{1}{4}$
17.14	12.52	$\frac{3}{8}$
21.33	15.79	$\frac{1}{2}$
26.67	20.92	$\frac{3}{4}$
27.94	26.41	1
42.16	35.05	$1\frac{1}{8}$
49.20	40.89	$1\frac{1}{4}$
60.198	52.34	2
72.84	62.48	$2\frac{1}{2}$
88.90	77.72	3
101.60	89.91	$3\frac{1}{2}$
114.30	108.20	4
127	115.82	$4\frac{1}{2}$
141.22	128.01	5
168.14	153.67	6
297.25	292.69	8
273.05	254.50	10

آشنایی با انواع لوله‌ها و جوشکاری آن‌ها

لوله‌هایی که امروزه در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند معمولاً از جنس فولاد و مواد غیر آهنی با قطرهای و ضخامت‌های مختلف، و با درز یا بدون درز می‌باشند. انواع لوله‌های فولادی استاندارد را که در بازار وجود دارد را در جدول مشاهده می‌کنید. لوله‌هایی که برای انتقال مایعات و تولید پروفیل‌های قوطی و ساخت مصنوعات فلزی به کار برده می‌شود از نوع درزدار هستند. این لوله‌ها طی مراحل زیر تولید می‌شود.

– برشکاری و آماده‌سازی نوار ورق به اندازه‌ی محیط لوله

– عملیات تبدیل نوار ورق به لوله‌ها

– جوشکاری درز لوله

لوله‌های بدون درز برای انتقال گاز، ساخت مخازن تحت فشار و تأسیسات پالایشگاهی و نیروگاه‌ها به کار می‌رود.

لوله‌های سیاه معمولاً برای لوله‌کشی گاز و مایعات نفتی به کار می‌روند و اغلب برای سازه‌های سبک فولادی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. این لوله‌ها با تمام روش‌های جوشکاری ذوبی به هم متصل می‌شوند. لوله‌های جدا نازک صنعتی که برای ساختن میز و صندلی و غیره مورد استفاده واقع می‌شود یا روش‌های جوشکاری با شعله یا جوشکاری MIG/MAG به هم متصل می‌شوند.

چنانچه بخواهند لوله‌های جدار ضخیم را با گاز جوش دهند باید از روش پس‌دستی استفاده کنند.

توجه

لوله‌های جدار نازک که در اصطلاح به آن‌ها تیوپ نیز گفته می‌شود و دارای استاندارد خاصی نمی‌باشند، با ضخامت جداره از $\frac{1}{5}$ تا ۲ میلی‌متر و با قطرهای مختلف ساخته می‌شوند. (شکل ۶۹-۸)

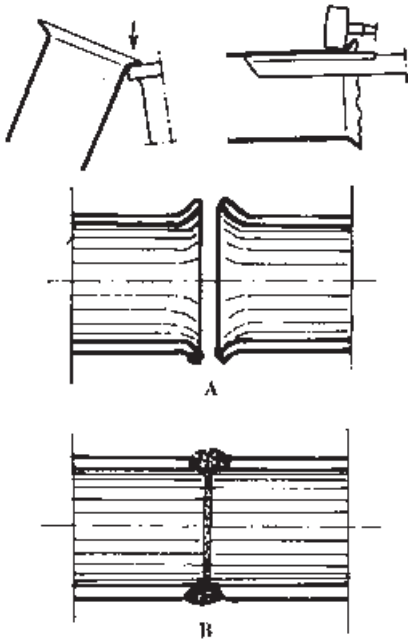
لوله‌های گالوانیزه به وسیله‌ی اتصالات پیچی به هم متصل می‌شوند و برای اتصال آن‌ها به یکدیگر از جوش استفاده نمی‌کنند.



شکل ۶۹-۸

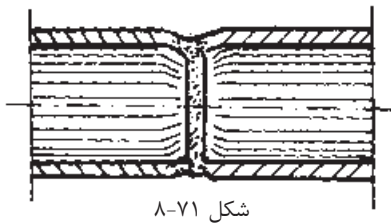
۸-۱۲ جوشکاری لوله‌های جدار نازک به هم

برای جوشکاری لوله‌های جدار نازک (تیوپ‌ها) ابتدا باید توسط چکش و سندان یا قرار دادن لبه لوله بر روی یک سطح صاف که لبه گرد داشته باشد کمی دهانه لوله‌ها را باز کنیم و سپس آن‌ها را کنار هم قرار داده و خال جوش بزنیم و سپس جوشکاری نماییم. شکل (۸-۷۰)



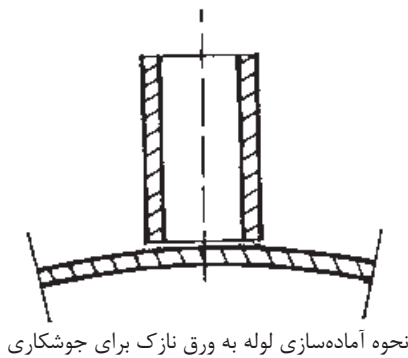
شکل ۸-۷۰ جوش لوله در حالت‌های (A) لبه‌ها آماده‌سازی شده، (B) پس از جوشکاری

برای جوش دادن لوله‌های جدار نازک نمی‌توان آن‌ها را در کنار هم قرار داد و جوشکاری کرد، زیرا لوله‌های جدار نازک پس از جوشکاری در ناحیه اتصال مانند شکل (۸-۷۱) تغییر شکل می‌دهند.

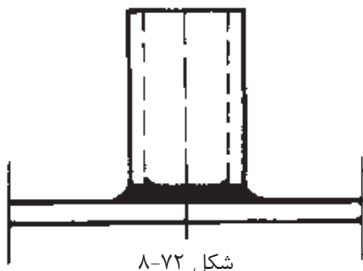


شکل ۸-۷۱

برای جوشکاری لوله جدار نازک به ورق نازک هم باید مطابق شکل (۸-۷۲) ورق را کمی خمیده کرده سپس جوشکاری نمود.

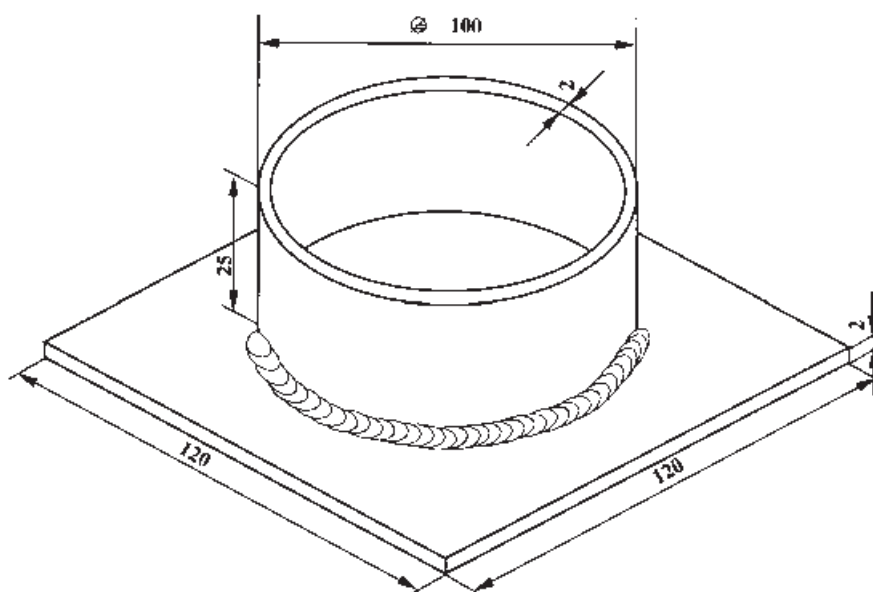


نحوه آماده‌سازی لوله به ورق نازک برای جوشکاری



شکل ۸-۷۲

در صوتی که هدف جوشکاری لوله جداره نازک را به صفحه ضخیم‌تر باشد لازم است صفحه به اندازه قطر خارجی لوله سوراخ شده و لوله داخل سوراخ صفحه قرار گرفته و جوشکاری شود جوشکاری از دو طرف هم امکان‌پذیر است.



		$\phi/100 \times 25$	St 37	1	ورق سیاه یا روغنی	
		$120 \times 40 \times 1/5$	St 37	2	ورق سیاه یا روغنی	
ملاحظات		اندازه‌ی قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره‌ی نقشه: ۲-۱۵		نام قطعه کار: فلانچ به روش افقی				مقیاس ۱:۱
مدت: ۱۲ ساعت		هدف‌های آموزشی: تمرین آموزش لوله به ورق در حالت افقی				تولرانس خشن

جدول وسایل کار

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	دستگاه جوش گاز	کامل	یک دستگاه
۲	سر مشعل شماره ۴-۲	استاندارد	یک عدد
۳	پرس سیمی	با سیم فولادی	یک عدد
۴	سوزن سر مشعل	استاندارد	یک عدد
۵	انبر قطعه گیر	کوچک	یک عدد
۶	فندک جوشکاری	استاندارد	یک عدد
۷	میز کار	مخصوص جوش گاز	یک عدد

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	سیم جوش مس وار	G1 - G11		$\varnothing = 2$
۲	گاز اکسیژن با فشار	۲-۳ bar	-	از خطو لوله یا دستگاه
۳	گاز استیلن با فشار	۰,۵ - ۱,۵ bar	-	از خطو لوله یا دستگاه
۴	قطعات کار	St ۳۷	-	مطابق نقشه

نکات ایمنی!

۱- جوشکاری افقی درست مقابل صورت جوشکار انجام می شود، لذا دقت کافی به کار برید.

۲- از عینک تمیز و سالم استفاده کنید.

۳- مواظب جرقه های احتمالی که از جوش جدا می شود باشید. برای کاهش جرقه، تنظیم شعله و رعایت فاصله ی مشعل تا کار رعایت شود.

۴- جوشکاری در گوشه و اتصال سه پری مشعل جوشکاری بیشتر گرم می شود و باید گاهی آنرا با آب خنک نمود.

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار	اندازه ی بدن	یک دست
۲	کفش ایمنی	اندازه ی پا	یک جفت
۳	عینک جوشکاری	با شیشه مناسب	یک عدد
۴	پیش بند	چرمی	یک عدد
۵	دستکش	چرمی	یک جفت
۶	کلاه ساده	نخی - کتان	یک عدد

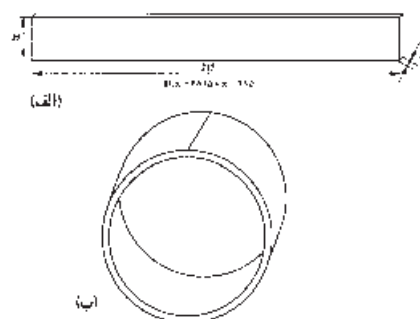
۸-۱۳ دستور العمل جوشکاری لوله به صفحه کار شماره ۸



شکل ۸-۷۵

ابزار و وسایل کار را از انبار تحویل گرفته و با رعایت کلیه نکات ایمنی مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید.

۱- یک ورق فولاد معمولی روغنی به ابعادی $۱۲۰ \times ۱۲۰ \times ۲$ میلی متر و یک لوله درزدار جدار نازک به قطر ۱۰۰ و ارتفاع ۲۵ میلی متر، مطابق شکل (۸-۷۵) آماده کنید.



شکل ۸-۷۶

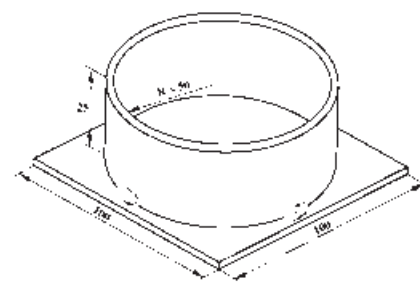
۲- در صورت موجود نبودن لوله می توانید از ورق روغنی به ضخامت ۲mm تسمه‌هایی به طول $(\pi \times \phi)$ یا $314 = 100 \times 3 / 14$ و به عرض ۲۵ میلی متر با گیوتین ببرید (شکل ۸-۷۶ الف) سپس آن را، مطابق شکل (۸-۷۶ ب)، به وسیله لبه‌ی گرد سندان به صورت استوانه در آورید و لبه‌های به هم رسیده را با ذوب سطحی به هم جوش دهید و با سندان و چکش چوبی آن را به طور کامل گرد کنید.



شکل ۸-۷۷

۳- قطعه جوش خورده به عنوان یکی از دو قطعه کار مورد استفاده قرار دهید.
۴- ورق فولادی را از چربی و آلودگی و اکسید تمیز کنید و لوله را در وسط صفحه قرار داده، با روشن کردن مشعل و تنظیم شعله محل قطرهای لوله را به ورق خال جوش کنید. (شکل ۸-۷۷)

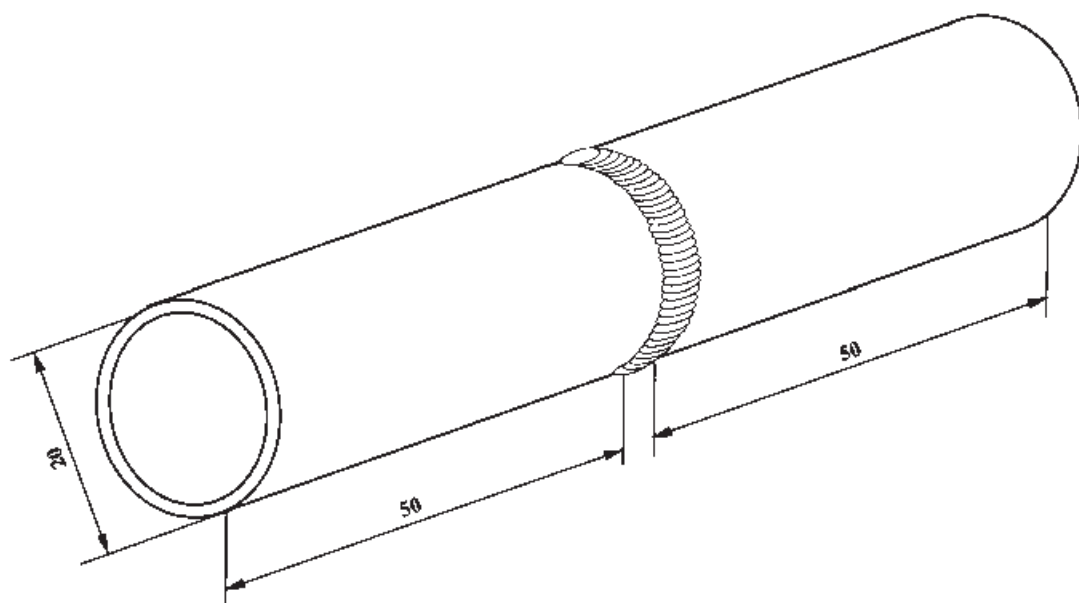
۵- می توانید از داخل لوله خال جوش کنید.
۶- در صورت لزوم پس از هر خال جوش با چکش و روی سندان فاصله لبه‌های لوله را با ورق به حداقل برسانید.



شکل ۸-۷۸

۷- با توجه به شکل (۸-۷۸) از روی یک خال جوش شروع به جوشکاری کنید ابتدا با شعله خال جوش با انتهای جوش را به طور کامل ذوب کنید و سپس به جوشکاری ادامه دهید تا دور تا دور لوله جوشکاری شود.

۸- کار را به مربی خود نشان دهید و از او راهنمایی بخواهید.
۹- قطعات دیگر را به همین ترتیب جوشکاری کنید.
۱۰- در خاتمه ضمن جمع آوری و اجرای نکات ایمنی لازم وسایل را به محل اولیه برگردانید و محل کار را تمیز و کارهای اضافی را در محل مناسب قرار دهید.



		$\text{Ø}23 \times 50$	St 37	2	لوله سیاه	
	ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره‌ی نقشه: ۴-۶					نام قطعه کار: تمرین اتصال لوله سر به سر	مقیاس ۱:۱
مدت: ۸ ساعت					هدف‌های آموزشی: تمرین جوشکاری لوله	تولرانس خشن

جدول وسایل کار

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	دستگاه جوش گاز	کامل	یک دستگاه
۲	سر مشعل شماره ۲-۴	استاندارد	یک عدد
۳	برس سیمی	با سیم فولادی	یک عدد
۴	سوزن سر مشعل	استاندارد	یک عدد
۵	انبر قطعه گیر	کوچک	یک عدد
۶	فندک جوشکاری	استاندارد	یک عدد
۷	میز کار	مخصوص جوش گاز	یک عدد

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	سیم جوش مس وار	G1 - G11		$\varnothing = 2$
۲	گاز اکسیژن با فشار	۲-۳ bar	-	از خطو لوله یا دستگاه
۳	گاز استیلن با فشار	۰,۵ - ۱,۵ bar	-	از خطو لوله یا دستگاه
۴	قطعات کار	لوله $\frac{3}{4}$	-	مطابق نقشه

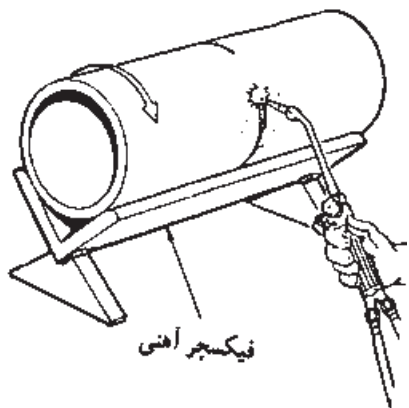
جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار	اندازه‌ی بدن	یک دست
۲	کفش ایمنی	اندازه‌ی پا	یک جفت
۳	عینک جوشکاری	با شیشه مناسب	یک عدد
۴	پیش بند	چرمی	یک عدد
۵	دستکش	چرمی	یک جفت
۶	کلاه ساده	نخی - کتان	یک عدد

نکات ایمنی!

- جوشکاری و دریافت انشعاب از گاز شهری باید به وسیله‌ی شرکت مربوطه انجام شود.
- قبل از جوشکاری و برشکاری در مخازن باید آزمایش شود که گازهای داخل مخزن قابل اشتعال نباشند.
- جوشکاری داخل مخازن چرب و آغشته به گریس و روغن بسیار خطرناک است و باید مخازن عاری از هرگونه چربی باشند.
- توجه: گاز اکسیژن خالص، در فضای مخازن آلوده به چربی، باعث اشتعال و انفجار می‌شود.

دستور العمل جوشکاری لوله‌های معمولی سر به سر



شکل ۸-۷۹

لباس کار پوشیده و وسائل و ابزار لازم را تدارک کنید.

۱- طبق نقطه کار دو عدد لوله $1\frac{3}{4}$ اینچ را به طول ۵۰ میلی‌متر با لوله بئرید.

۲- اکسیدها و چربی‌ها را از لوله پاک کنید برس بزنید.

۳- لوله‌ها را داخل یک نبشی مطابق شکل (۸-۷۹) قرار دهید تا در یک راستا باشند.

۴- در سه نقطه به هم خال جوش کنید.

۵- پس از خال جوش در صورت لزوم با چکش و سندان پیچیدگی را برطرف کنید.

۶- با توجه به فرم قرار گرفتن مشعل و سیم جوش لوله‌ها را به هم جوش دهید تا به

مهارت کافی برسید از راهنمایی مربی خود بهره‌مند شوید. می‌توانید قطعات لوله را مطابق

شکل (۸-۸۰) به هم جوش دهید.



شکل ۸-۸۰

۷- در پایان دو قطعه لوله را که خوب به هم جوش داده‌اید برای کنترل به مربی خود

تحویل دهید.

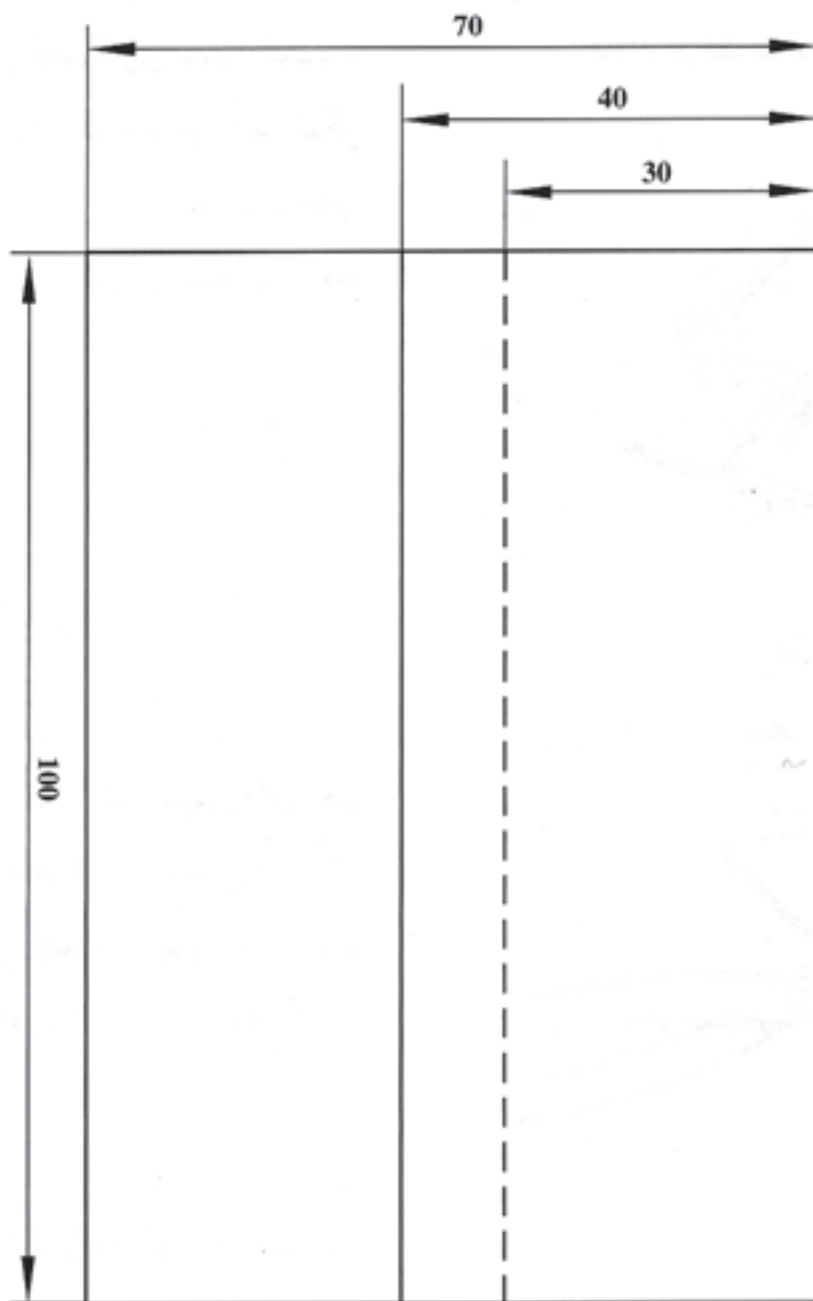
۸- وسائل و محل کار را تمیز کنید و به محل اولیه برگردانید.



هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. با رعایت نکات ایمنی و سائل کار لحیم کاری نرم را آماده به کار نماید.
۲. ورق گالوانیزه را با لحیم (قلع و سرب) به هم لحیم کند.
۳. قطعات را با روش قلع‌اندود کاری به هم لحیم کند.
۴. با استفاده از لحیم نقره لوله‌های مسی را به هم لحیم کند.
۵. ورق‌های نازک فولادی را با لحیم سخت برنج به هم اتصال دهد.
۶. ورق‌ها و لوله‌های مسی را با لحیم برنج و نقره به هم لحیم کند.



	۱۰۰×۷۰×۰/۵	St ۳۷		وزن فولاد معمولی	
ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره‌ی نقشه ۶-۲				نام قطعه کار: لحیم کاری نرم	مقیاس ۱:۱
مدت: ۱۰ ساعت				هدف‌های آموزشی: لحیم کاری	تولرانس خشن

جدول وسایل کار

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	مشعل لحیم کاری	پایه دار	یک عدد
۲	هویه ی مسی	۲۵۰ گرمی	یک عدد
۳	برس سیمی	با سیم فولادی	یک عدد
۴	قطعه چوب زیر کاری	چوب سخت	یک عدد
۵	انبردست	بدون عایق	یک عدد

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	قطعه ی تمرینی	۱۰۰×۷۰×۰/۵		ورق گالوانیزه
۲	ماده ی لحیم	L Sn 60 bpw	۱۰۰ گرم	به صورت میله
۳	روان ساز مایع لحیم کاری	کلرور روی ZnCl _۲	۱۰۰C	در ظرف شیشه ای
۴	گاز بوتان	با فشار ۰/۵ bar	یک سر مشعل	گرم کاری

نکات ایمنی!

- ۱- برای گرم کردن هویه ی مسی از چراغ یا مشعل مطمئن استفاده کنید.
- ۲- در اطراف شعله ی گرم کننده ی چراغ یا مشعل، مواد مشتعل شونده قرار ندهید.
- ۳- عملیات لحیم کاری را روی میز جوشکاری و یا روی آجر نسوز انجام دهید.
- ۴- در استعمال مواد شیمیایی، مثل روان سازها، احتیاز کامل به عمل آورید.

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار مناسب	اندازه ی بدن	یک دست
۲	کفش ایمنی	اندازه ی پا	یک جفت
۳	ماسک دهنی	استاندارد	یک عدد

عملیات لحیم کاری نرم و سخت

۹- دستور العمل لحیم کاری ورق‌های نازک فولادی کار شماره

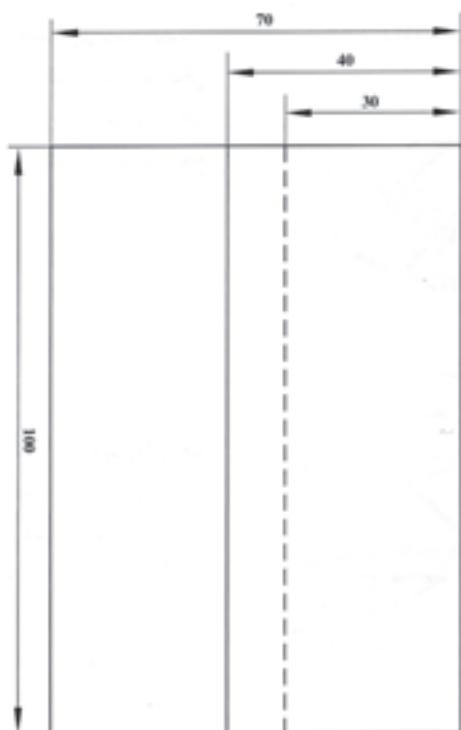
با پوشیدن لباس کار و تدارک وسائل و ابزار کار آماده به کار شوید.

۱- چهار قطعه به ابعاد $۱۰۰ \times ۷۰ \times ۰/۵$ از ورق گالوانیزه بفرید.

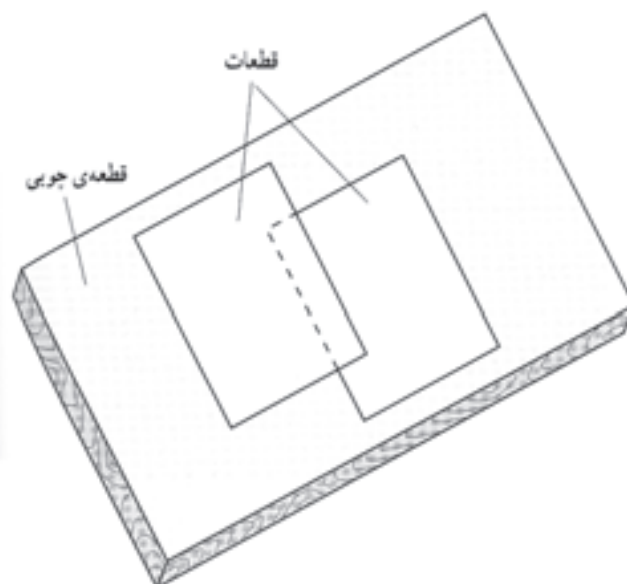
۲- لبه‌های اتصال را با کاغذ سنباده تمیز کنید.

۳- با استفاده از یک زیرسری چوبی صاف برای لحیم کاری قطعات را روی آن قرار

دهید. (شکل‌های ۹-۱ و ۹-۲)



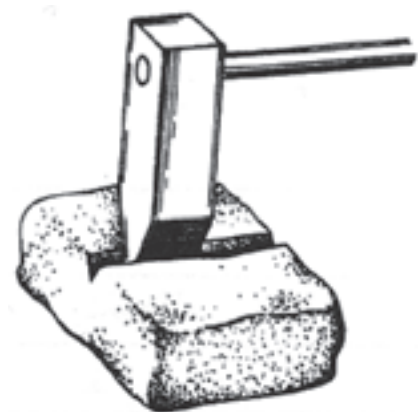
شکل ۹-۲



شکل ۹-۱



شکل ۹-۳



شکل ۹-۴

- ۴- با توجه به اندازه‌های داده شده در شکل (۹-۲) فاصله‌ها را رعایت نمایید.
- ۵- هویه را با بُرس سیمی تمیز کنید و آن را را حرارت دهید تا به طور کامل داغ شود.
- ۶- هویه را از روی شعله بردارید و اکسیدهای روی هویه را با بُرس سیمی دوباره تمیز کنید. (شکل ۹-۳)

نکته ایمنی

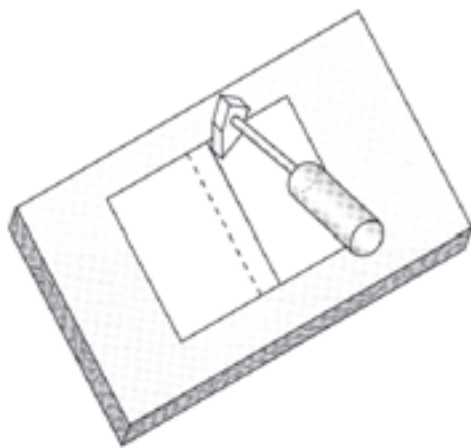
توجه داشته باشید شعله سوختن گاز و هویه گرم به لباس و دست شما تماس نگیرد که باعث سوختگی شود.

- ۷- هویه را با مالیدن روی نشادر قالبی باز هم تمیز کنید. (شکل ۹-۴)
- ۸- لبه‌های کار را به محلول کلرید روی آغشته کنید.

نکته ایمنی

دست و لباس کار شما به محلول کلرید روی تماس پیدا نکند.

- ۹- با تماس هویه بر کار قدری کار را گرم کنید و پس از آن سیم لحیم را به هویه نزدیک کنید تا مقداری از لحیم ذوب شده روی درز کار جاری شود و به آرامی هویه را در مسیر اتصال به پیش ببرید. (شکل ۹-۵)

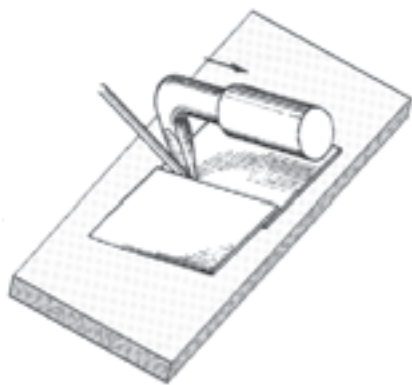


شکل ۹-۵

۱۰- در صورت لزوم باز هویه را گرم کنید یا از هویه یدکی که در حال حرارت دیدن است استفاده کنید و هویه سرد شده را کنار شعله قرار دهید تا داغ شود.

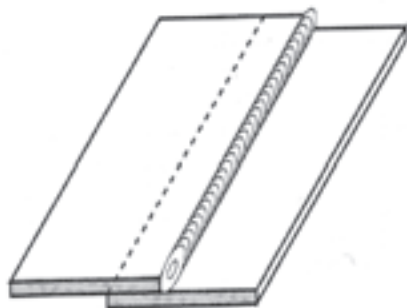
۱۱- کار خود را به مربی نشان دهید و از نظرات او استفاده کنید و طرف پشت کار را هم تمیز و سپس تمرین کنید تا مهارت بیشتری پیدا کنید. (شکل ۹-۶)

۱۲- در پایان با جمع آوری وسایل و توجه به نکات ایمنی وسایل را به محل اولیه برگردانید.

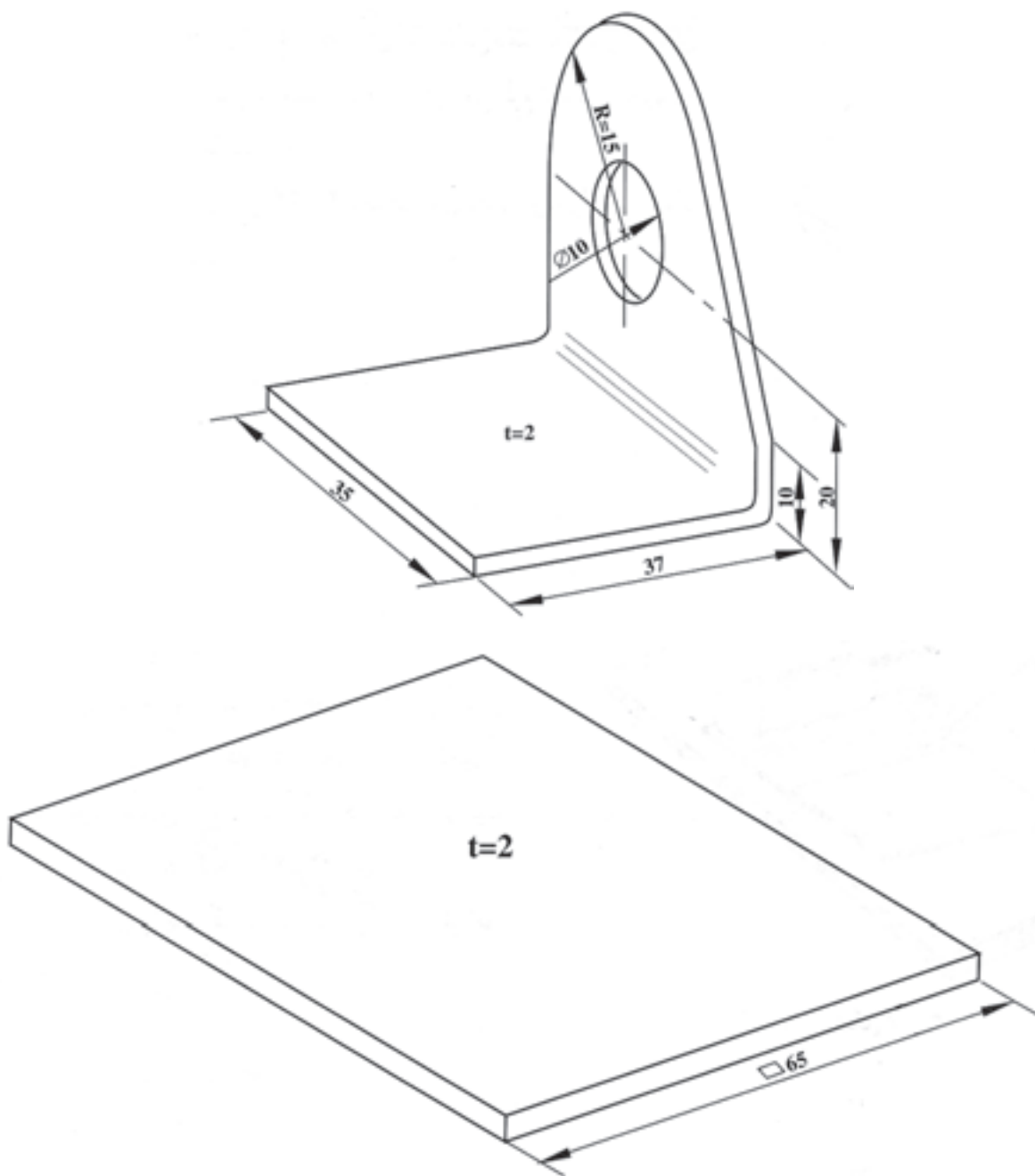


شکل ۹-۶

۱۳- لحیم باید در بین دو قطعه جاری شده و آن فضا را نیز پر کند. (شکل ۹-۷)



شکل ۹-۷



	۱۲۰×۴۰×۱/۵	St ۳۷		وزن فولاد معمولی	
ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره‌ی نقشه ۲-۶				نام قطعه کار: لحیم کاری با قلع اندود	مقیاس ۱:۱
مدت: ۱۰ ساعت				هدف‌های آموزشی: قلع اندود و لحیم کاری	تولرانس خشن

جدول وسایل کار

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	مشعل لحیم کاری	پایه دار	یک عدد
۲	هویه ی مسی	۲۵۰ گرمی	یک عدد
۳	برس سیمی	با سیم فولادی	یک عدد
۴	سوزن خط کش	فولادی	یک عدد
۵	سوهان تخت نرم	۱۲ اینچی	یک عدد
۶	آجر نسوز	۵۰×۵۰	یک عدد
۷	پشم شیشه	۴۰×۴۰	یک قطعه

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	قطعه ی تمرینی	۶۵×۶۵×۲	۱	ورق سیاه
۲	قطعه ی تمرینی	نشی ۳۵×۳۵×۲	۱	ورق سیاه
۳	ماده ی لحیم	LSn 60 bpw	۱۰۰ گرم	به صورت میله
۴	روان ساز مایع لحیم کاری	کلرور روی Zncl _۲	محافظی	در ظرف شیشه ای
۵	گاز بوتان	با فشار ۰/۵ بار	یک سر مشعل	گرم کاری

نکات ایمنی!

۱- موقع لحیم کاری از ماسک تنفسی مناسب استفاده کنید.

۲- نکات ایمنی در خصوص آتش سوزی را رعایت کنید.

۳- با احتیاط کامل از روان سازها استفاده کنید.

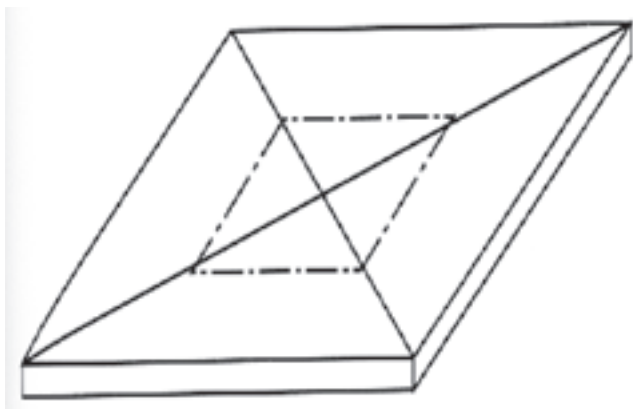
جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار مناسب	اندازه ی بدن	یک دست
۲	کفش ایمنی	اندازه ی پا	یک جفت
۳	ماسک دهنی	استاندارد	یک عدد

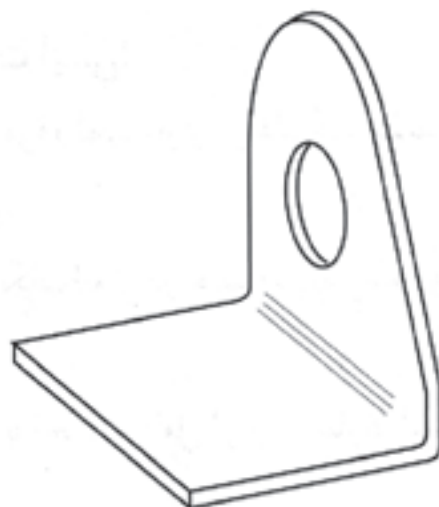
۹-۱ دستور العمل لحیم کاری با قلع اندود کاری کار شماره ۱۱

با لباس کار و وسائل کار و ایمنی مجهز شوید.

- ۱- قطعات کار را تدارک کنید و با رسم قطرهای مستطیل قطعه نبشی را در وسط قطعه دیگر قرار دهید و اطراف آن را خط کشی کنید. (شکل های ۸-۹ و ۹-۹)

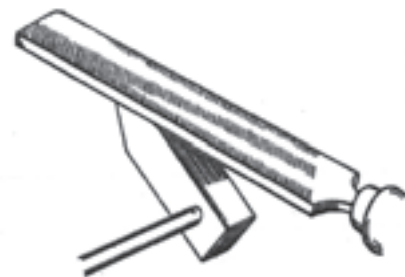


شکل ۹-۹



شکل ۹-۸

- ۲- سطوح تماس و لبه های کار را با برس سیمی به طور کامل تمیز کنید و سنباده بزنید و سطح تماس را به محلول کلرید روی آغشته کنید. (شکل ۱۰-۹)



شکل ۹-۱۰

نکته ایمنی

هنگام آغشته کردن سطح کار و قطعات به محلول کلرید روی دقت نمایید دست و لباس شما با محلول در تماس نباشد.

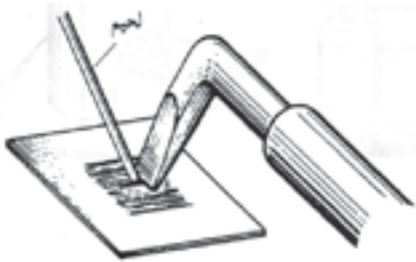
- ۳- سر هویه را با سوهان تمیز کنید و حرارت دهید.

- ۴- نوک هویه را با نشادر قالبی پاک کنید. (شکل ۱۱-۹)



شکل ۹-۱۱

۵- سطح مستطیل وسط قطعه را با استفاده از هویه و لحیم قلع اندود کنید سطح تماس قطعه دوم هم قلع اندود شود. (شکل ۹-۱۲)

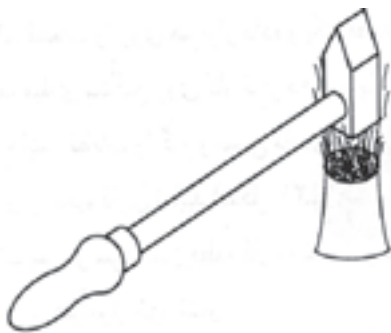


شکل ۹-۱۲

نکته ایمنی

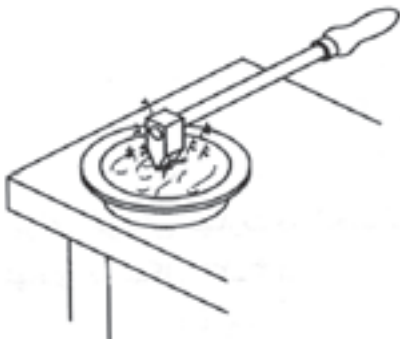
ذرات لحیم به صورت گلوله‌های ریز به اطراف ریخته می‌شود مواظب باشید به دست لباس و با ورود به داخل کفش به پای شما آسیب نرساند.

۶- هویه را با شعله مناسب به طور کامل گرم کنید. (شکل ۹-۱۳)



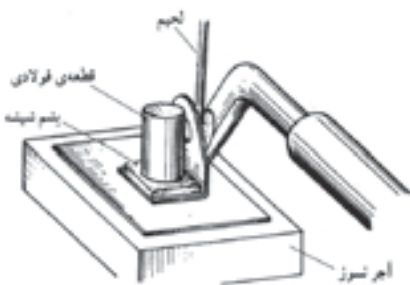
شکل ۹-۱۳

۷- روی ماده قلع اندود را با محلول کلرید روی خیس کنید. (شکل ۹-۱۴)



شکل ۹-۱۴

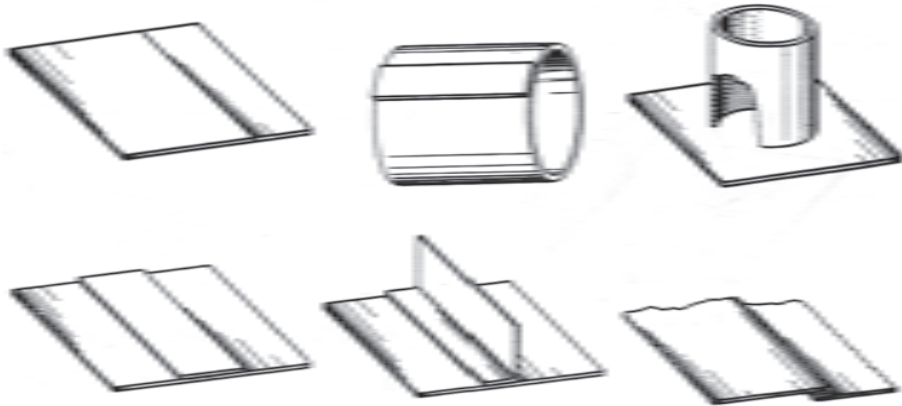
۸- قطعات را در سیم قرار داده یک ورق پشم شیشه یا عایق حرارت دیگر مطابق شکل (۹-۱۵) روی کار و روی آن وزنه سنگینی قرار دهید تا جا به جا نشود سپس با هویه کار را گرم کنید و اطراف قطعه با اضافه کردن ماده لحیم به هم اتصال دهید با گرم شدن قطعه ماده لحیم بین دو قطعه هم ذوب می‌شود و اتصال محکم می‌شود.



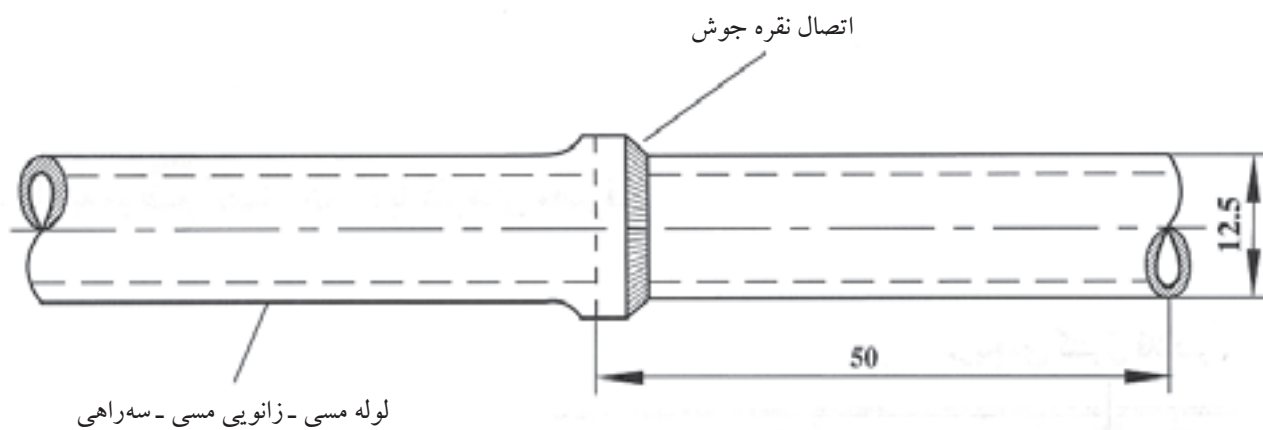
شکل ۹-۱۵

۹- در پایان کار را شسته و به مربی خود ارائه دهید.

۱۰- با راهنمایی و نظر مربی قطعات زیر را آماده و لحیم کاری کنید. (شکل ۹-۱۶)



شکل ۹-۱۶



	۱۲۰×۴۰×۱/۵	St ۳۷		وزن فولاد معمولی	
ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره‌ی نقشه ۶-۲				نام قطعه کار: لب روی هم تخت (پیش‌دستی)	مقیاس ۱:۱
مدت: ۱۰ ساعت				هدف‌های آموزشی: تمرین جوش لب روی هم	تولرانس خشن

جدول وسایل کار

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	دستگاه جوش گاز	تجهیزات کامل اکسی استیلن	یک دستگاه
۲	سر مشعل شماره ۱۰۰	۱-۲ میلی متر	یک عدد
۳	کمان اره	با تیغه دنده ریز	یک عدد
۴	گونیا لبه دار	۱۵ سانتی متر	یک عدد
۵	متر فلزی و نواری	۲ متری	یک عدد
۶	برس سیمی	با سیم فولادی	یک عدد

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	لوله ی مسی $\frac{1}{4}$ "	با طول ۵۰ میلی متر	۱ عدد	جداره ی نازک
۲	سه راهی مسی $\frac{1}{4}$ "	جدار نازک	۱ عدد	-
۳	زانویی مسی $\frac{1}{4}$ "	جدار نازک	۱ عدد	-
۴	فلاکس محلول	براکس محلول در آب	۱۰۰ سی سی	-
۵	سیم جوش نقره	LAg72	۵ عدد	۹۰ سانتی متر
۶	گاز اکسیژن	با فشار ۲-۳ بار	شیلنگ	از کپسول یا خط لوله
۷	گاز استیلن	با فشار ۱/۵ - ۰/۵ بار	شیلنگ	از کپسول یا خط لوله

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار	اندازه ی بدن	یک دست
۲	کفش ایمنی	اندازه ی پا	یک جفت
۳	عینک جوشکاری	با شیشه مناسب	یک عدد
۴	پیش بند	چرمی	یک عدد

نکات ایمنی!

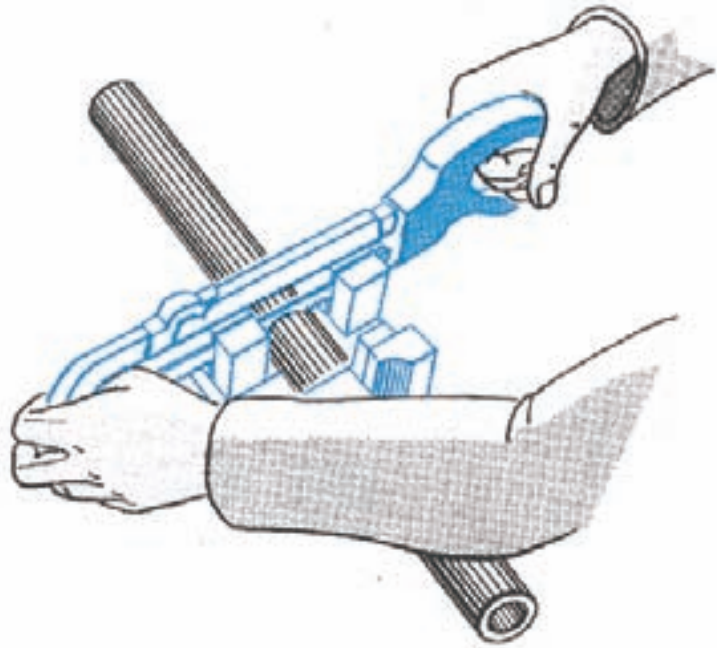
- ۱- پس از بریدن لوله ی مسی آن ها را با سوهان نرم پلیسه گیری کنید تا موقع سنباده زدن دست شما آسیب نبیند.
- ۲- تمیز کاری و فلاکس زنی قطعات کار را با دقت انجام دهید.
- ۳- موقع آزمایش لحیم قطعه کار را به گیره ی مناسب ببندید که فک های آن آج دار باشد.

۹-۲ دستور العمل لحیم کاری سخت نقره با مشعل کار شماره ۱۲

لباس کار مناسب بپوشید و وسائل و ابزار کار را آماده کنید و با رعایت نکات ایمنی جوشکاری گاز و مراحل انجام کار را به ترتیب انجام دهید.

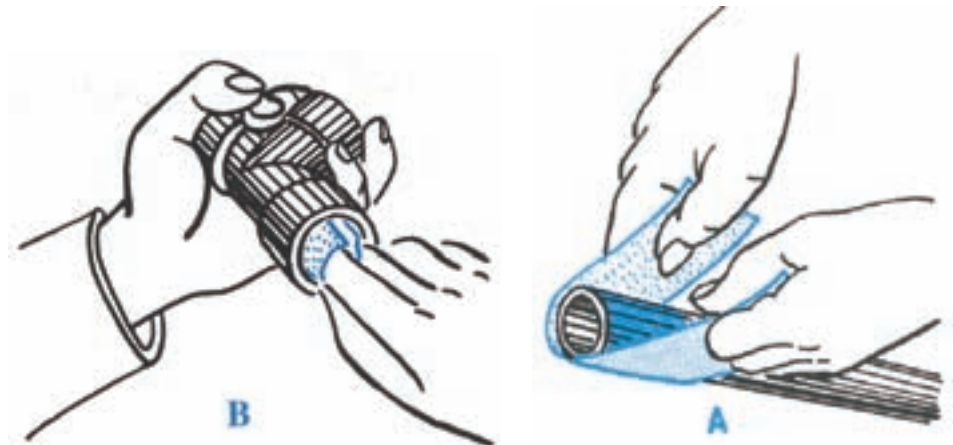
۱- از لوله مسی $\frac{1}{4}$ به طول ۲ اینچ (۵۰ میلی متر) ببرید از لوله بر استفاده کنید.

(شکل ۹-۱۷)



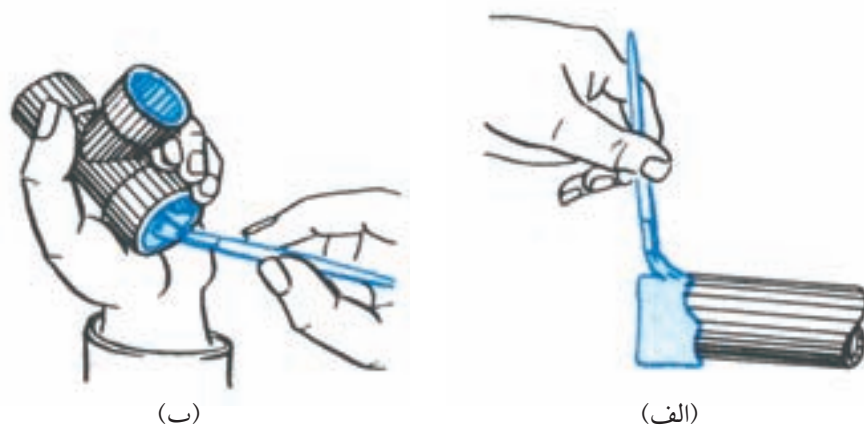
شکل ۹-۱۷

۲- سر لوله مسی و داخل سه راهی مسی را از زنگار پاک کنید. (شکل ۹-۱۸)



شکل ۹-۱۸

۳- سطوح سنباده زده را با گونیا کنترل کنید. و دور لوله و داخل سه راهی را با قلم مو به فلاکس آغشته کنید. (شکل ۹-۱۹)

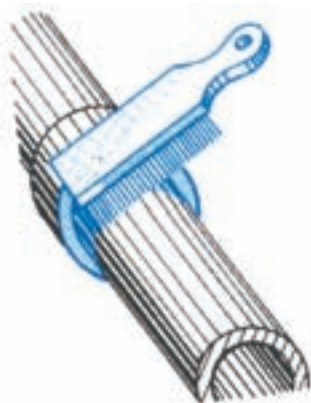


شکل ۹-۱۹

۴- لوله را داخل سه راهی جا بزنید و حرارت دهید (سر لوله و سه راهی).

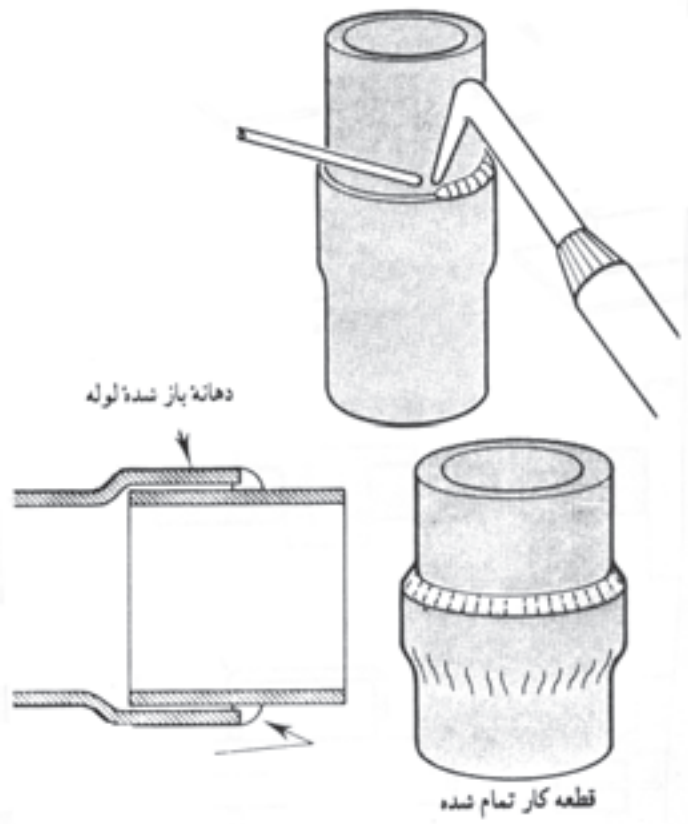
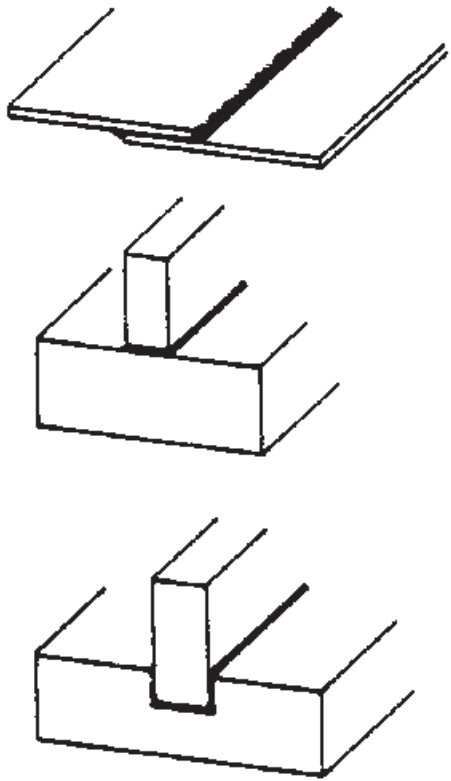
۵- سیم نقره را به لبه درز تکیه دهید تا ذوب شود و در درز جاری شود و دور تا دور کمی حرارت دهید تا لحیم خوب به داخل کشیده شود.

۶- شعله را خاموش و کار را از اضافات فلاکس با آب گرم و برس پاک کنید. (شکل ۹-۲۰)

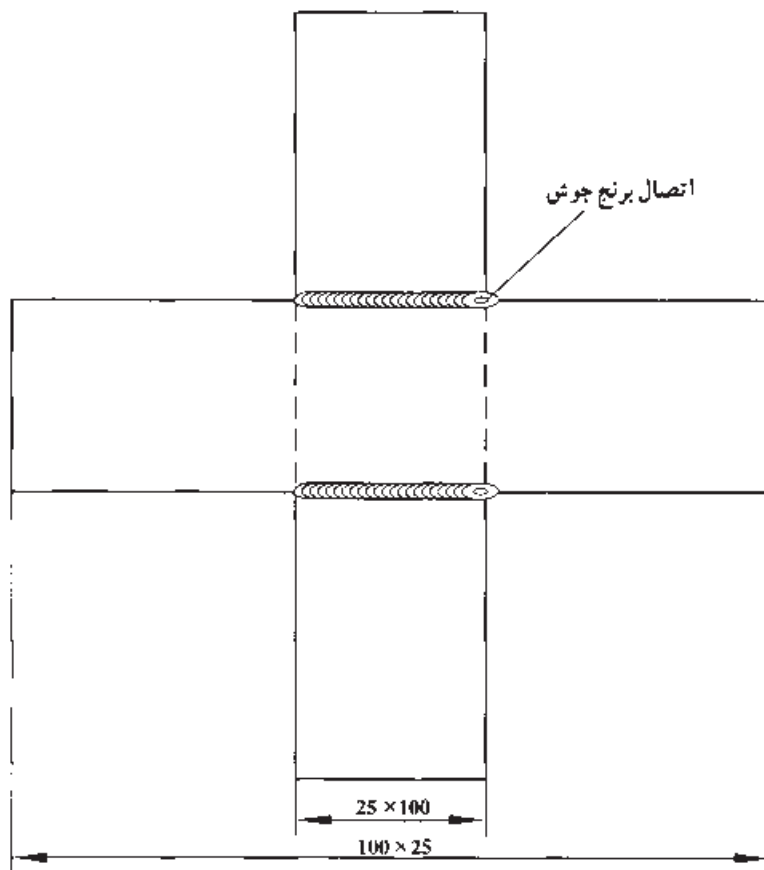


شکل ۹-۲۰

۷- به همین طریق چند نوع اتصال را با لحیم نقره کاری سخت کرده و از شکل های زیر کمک بگیرید تا به مهارت کامل برسید. (شکل ۹-۲۱)



شکل ۹-۲۱



	۱۰۰×۲۵×۱/۵	St ۳۷	۲	وزن فولاد معمولی	
ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
				نام قطعه کار: تمرینی	مقیاس ۱:۱
				هدف‌های آموزشی: لحیم سخت برنج	تولرانس خشن

جدول وسایل کار

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	دستگاه جوش گاز	کامل	یک دستگاه
۲	سر مشعل شماره ۱۲	استاندارد	یک عدد
۳	برس سیمی	با سیم فولادی	یک عدد
۴	سوزن سر مشعل	استاندارد	یک عدد
۵	انبر قطعه گیر	کوچک	یک عدد
۶	فندک جوشکاری	استاندارد	یک عدد
۷	میز کار	مخصوص جوش گاز	یک عدد

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	سیم لحیم برنج	Rcuzn	-	$\varnothing = 2$
۲	گاز اکسیژن با فشار	۲-۳ bar	-	از خط لوله یا دستگاه
۳	گاز استیلن با فشار	۰,۵ - ۱,۵ bar	-	از خط لوله یا دستگاه
۴	قطعات کار	St ۳۷	-	مطابق نقشه
۵	فلاکس مخصوص برنج	-	۵۰ گرم	پودر

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار	اندازه ی بدن	یک دست
۲	کفش ایمنی	اندازه ی پا	یک جفت
۳	عینک جوشکاری	با شیشه مناسب	یک عدد
۴	پیش بند	چرمی	یک عدد
۵	دستکش	چرمی	یک جفت
۶	کلاه ساده	نخی - کتان	یک عدد
۷	ماسک تنفسی	استاندارد	یک عدد

نکات ایمنی!

۱- در اتصالات عدم نشستی گاز را با آب صابون کنترل کنید.

۲- دقت کنید که کپسول های استیلن و اکسیژن به دیوار یا ازابه ی جوشکاری محکم بسته شده باشد.

۳- از وارد کردن هر نوع ضربه به کپسول های گاز تحت فشار خودداری کنید.

۴- از وسایل ایمنی فردی سالم استفاده کنید.

۵- مراقبت نماید کپسول اکسیژن و اتصالات لوله ی اکسیژن به چربی و مواد چرب آغشته نشود.

۹-۳ دستور العمل لحیم کاری سخت (برنج)

با پوشیدن لباس کار و تدارک ابزار کار و وسایل ایمنی ضمن رعایت نکات ایمنی مراحل زیر را اجرا کنید.

۱- از ورق آهن ۱/۵ میلی متری به ابعاد $100 \times 25 \times 1/5$ دو عدد تهیه کنید و لبه‌های آن را پلیسه‌گیری و صاف کنید. (شکل ۹-۲۲)



شکل ۹-۲۲

۲- قطعات را اکسید زدایی کنید (بُرس سیمی، سنباده)

۳- به وسایل ایمنی فردی مجهز شوید و با استفاده از سر مشعل یا سر پیک که عدد ۱۰۰ یا ۲-۱ mm روی آن حک شده است شعله‌ی خنثی تنظیم کنیم و سطح کار را تا موقع سرخ شدن وسط کار گرم کنید. (شکل ۹-۲۳)



شکل ۹-۲۳

۴- مقدار کمی فلاکس مخصوص برنج جوش روی قسمت سرخ شده‌ی کار بریزید و آن را حرارت دهید تا چربی‌ها و کثافات روی قطعه پاک شود. (شکل ۹-۲۴)



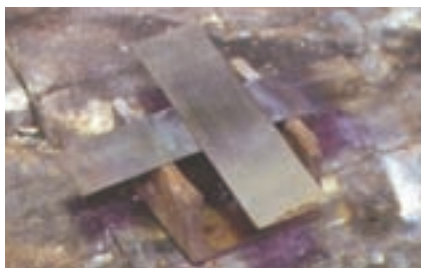
شکل ۹-۲۴

۵- تنه کار به صورت کف مطابق شکل (۹-۲۵) کار را تمیز کرده و امکان درگیری سطح کار با لحیم برنج فراهم می‌شود. یعنی وقتی فلاکس روی قطعه داغ شده کار می‌ریزیم کمی پُف کرده و سطح کار برای لحیم کاری آماده می‌شود.



شکل ۹-۲۵

۶- قطعه‌ی دوم را روی قطعه‌ی اول مطابق شکل (۹-۲۶) قرار دهید. توجه داشته باشید محل‌هایی که با فلاکس اندود و تمیز شده‌اند روی هم قرار گیرد.



شکل ۹-۲۶

۷- سیم برنج را با مشعل گرم کنید و در فلاکس قرار دهید تا مقداری فلاکس به آن بچسبد. (شکل ۹-۲۷)



شکل ۹-۲۷

۸- به شکل (۹-۲۸) که فلاکس به آن چسبیده است توجه کنید.



شکل ۹-۲۸

۹- با مشعل قطعه کار را حرارت داده و سیم برنجی آغشته به فلاکس را در یک طرف درز دو قطعه قرار داده و حرارت دهید تا مقداری از سیم لحیم ذوب شود. (شکل ۹-۲۹)



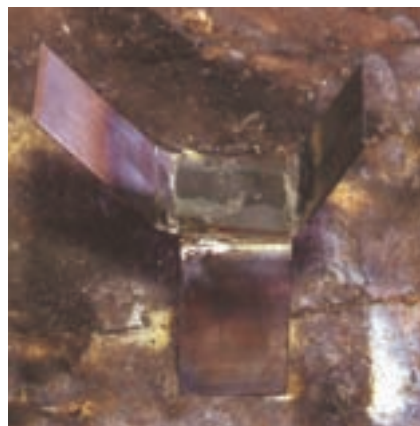
شکل ۹-۲۹

۱۰- سطح محل تماس دو قطعه کار را حرارت دهید تا لحیم در کل سطح تماس جاری شود و در طرف مقابل درز پیشروی کند. (شکل ۹-۳۰)



شکل ۹-۳۰

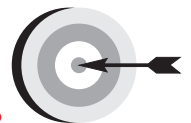
۱۱- قطعات کار را با برس سیمی و آب گرم و کمی پودر شستشو داده و تمیز کنید.
(شکل ۹-۳۱)



شکل ۹-۳۱

۱۲- پس از بستن شیر فلکه گازها و جمع آوری و تمیز کردن محل کار وسائل را به محل قبلی خود برگردانده و در جای مناسب قرار دهید.

فصل دهم



هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. دستگاه برشکاری گاز را آماده به کار نماید.
۲. فشار گازها را برای برشکاری تنظیم کند.
۳. سر مشعل مناسب به مشعل ببندد.
۴. شعله برشکاری را روشن و تنظیم کند.
۵. روی خط صاف فولاد معمولی را برشکاری کند.
۶. در تمام مراحل نکات ایمنی را رعایت کند.

آماده‌سازی دستگاه برشکاری با شعله گاز

مراحل انجام کار



- ۱- با لباس کار و وسائل ایمنی لازم آماده به کار شوید.
- ۲- رگولاتور اکسیژن را به کپسول اکسیژن و رگولاتور استیلن را به کپسول استیلن وصل کنید. (شکل ۱۰-۱)

تذکر مهم

توجه داشته باشید که رگولاتور استیلن با مهره‌ی چپ‌گرد به کپسول استیلن وصل می‌شود. این امر در مورد تمام گازهای قابل اشتعال صادق است.



شکل ۱۰-۱

- ۳- شیلنگ‌ها را به رگولاتور مربوط با بست مخصوص وصل کنند. (شکل ۱۰-۲)



شکل ۱۰-۲

تذکر مهم

به بازدید کنندگان قبل از ورود به کارگاه نکات ایمنی لازم را یادآور شوید تا در حین بازدید مشکلی پیش نیاید.

دقت کنید شیلنگ قرمز رنگ به رگولاتور استیلن و شیلنگ آبی یا سبز به رگولاتور اکسیژن وصل شود. (شکل ۱۰-۳)



شکل ۱۰-۳

۴- سر دیگر شیلنگ‌ها را با بست مخصوص به مشعل برشکاری مخصوص اکسی استیلن وصل کنید. (شکل ۱۰-۴)



شکل ۱۰-۴

تذکر مهم

دقت کنید شیلنگ اکسیژن و شیلنگ استیلن جابه‌جا بسته نشود البته محل وصل شیلنگ اکسیژن دارای قطر بیشتری از محل وصل شیلنگ استیلن است، که می‌تواند مانع اشتباه شود.

۵- شیرهای خروجی گاز اکسیژن و استیلن مربوط به مشعل را کاملاً ببندید. (شکل ۱۰-۵)



شکل ۱۰-۵

۶- دستگاه آماده به کار است.

۷- برای ایمنی بیشتر اتصالات را از نظر نشتی کنترل کنند.

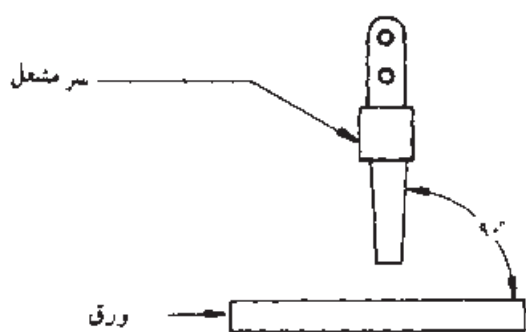
عملیات برشکاری با شعله اکسی استیلن

● اطلاعات عمومی کار

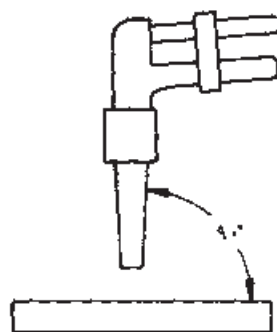
تقریباً لبه تمام قطعات بریده‌ای که جوشکار ضمن کار خود به آن بر می‌خورد، اعم از آن که در امتداد خط مستقیم یا منحنی باشد قائم یا مایل است. در بسیاری از کارخانه‌های تولیدی ضرورت ندارد که جوشکاری بتواند خود عمل بریدن را انجام دهد، اما هنرجو یا دانشجوی مراکز آموزشی باید قادر به انجام عمل بریدن باشد. بریدن با اکسی استیلن شیوه سریع و مقرون به صرفه تهیه قطعات است.

● تکنیک بریدن

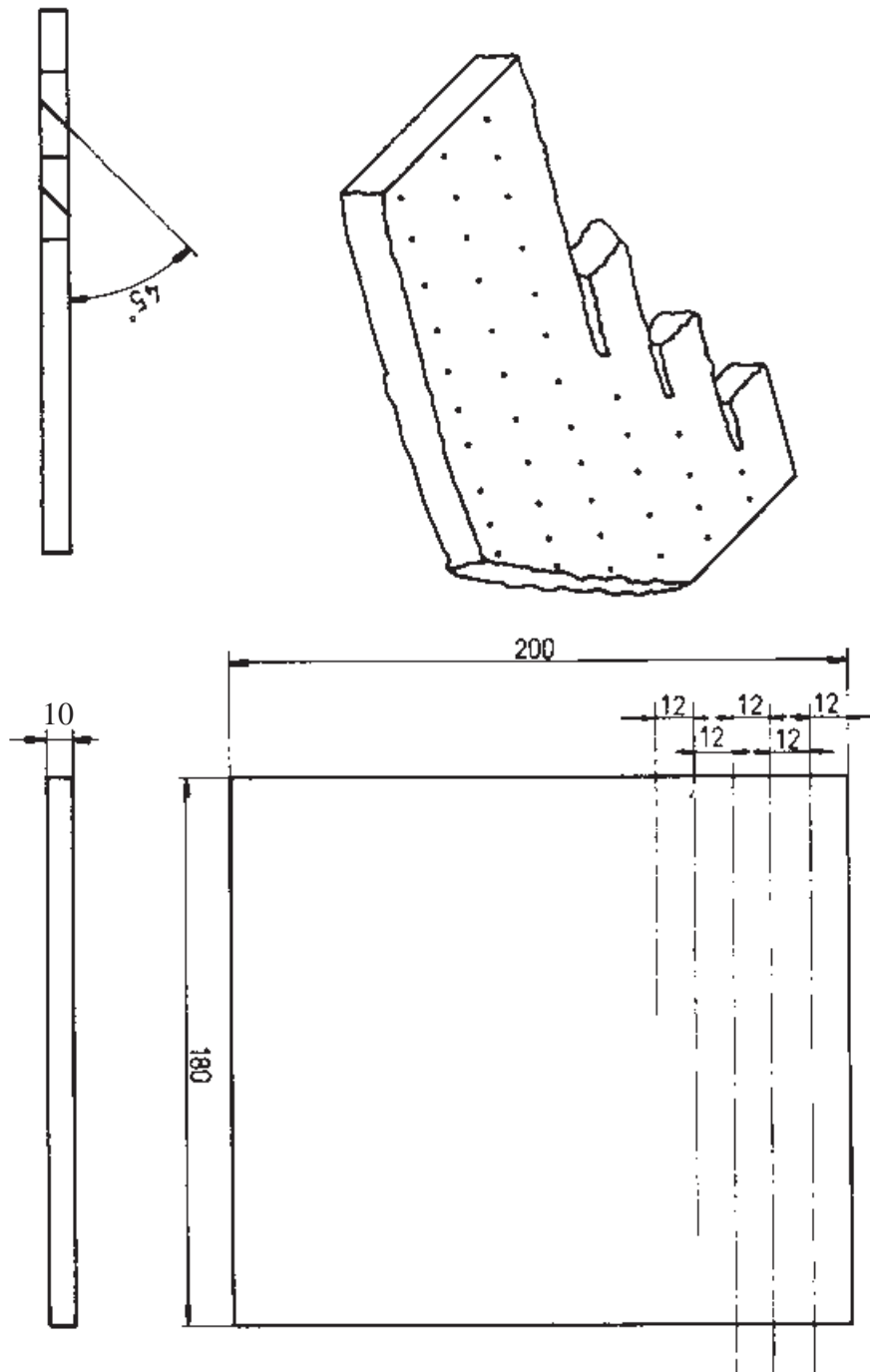
در موقع بریدن باید شعله مناسب را تنظیم نموده و مشعل را در دست چپ نگه داشت و از دست راست برای حرکت دادن مشعل در امتداد خط برش استفاده نمود. از شست دست راست برای به کار انداختن اهرم اکسیژن برش استفاده کرد. نوک مخروط شعله گرم کننده در حدود $1/5$ میلی‌متر بالاتر از سطح ورق نگه داشته می‌شود. وقتی تکه‌ای از ورق فلزی به رنگ قرمز روشن گرم شد اهرم تنظیم اکسیژن برش را فشار می‌دهند و عمل بریدن شروع می‌شود. برای بریدن قائم سر مشعل برش باید از تمام جهات به سطح ورق عمود باشد. (شکل‌های ۱۰-۶ و ۱۰-۷)



شکل ۱۰-۷



شکل ۱۰-۶



	۲۰۰×۱۸۰×۱۰	St ۳۷	۱	وزن فولاد معمولی	
ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
				نام قطعه کار: تمرینی	مقیاس ۱:۱
				هدف‌های آموزشی: برشکاری با شعله خط راست بدون پیخ	تولرانس خشن

جدول وسایل کار

مشخصات	تعداد	ابزار و تجهیزات	ردیف
نازل ۱/۲	۱	مشعل و سر مشعل برشکاری	۱
ساده	۱	فندک جوشکاری	۲
استاندارد	۱	انبر قطعه گیر	۳
فلزی ۲۵ سانتی متری	۱	خط کش	۴
کوچک	۱	سنه نشان	۵
ساده	۱	جکش جوش	۶
سیم فولادی	۱	برس سیمی	۷
با وسایل کامل	۱	چرخ دستی برشکاری	۸

جدول وسایل ایمنی

مشخصات	تعداد	وسایل ایمنی	ردیف
چرمی	۱	پیش بند	۱
چرمی	۱	دست کش	۲
مناسب بدن	۱ دست	لباس کار	۳
مناسب اندازه پا	۱ جفت	کفش ایمنی	۴
چرمی	۱ جفت	ساق بند	۵
شیشه‌ی نمره ۶	۱	عینک حفاظتی	۶



مراحل انجام کار

۱- آماده به کار شوید.

۲- ورق را بگیرید، برای کنترل اندازه‌ها به نقشه مراجعه کنید.

۳- از انبار گونیا و خط کش و سمبه نشان و سوزن خط کش بگیرید.

۴- طبق نقشه خطوط موازی روی ورق فولادی بکشید. (۸-۱۰)



شکل ۸-۱۰

۵- خطوط ترسیم شده را با سمبه نشان علامت گذاری کنید. (شکل ۹-۱۰)



شکل ۹-۱۰

۶- دستگاه اکسی استیلن را مهیا و آماده به کار کنید.

۷- دستگاه اکسی استیلن را برای فشار $\frac{N}{mm^2}$ ۰/۳ یا ۵psi و رگولاتور اکسیژن را برای $\frac{N}{mm^2}$ ۰/۱۴ یا ۲۰psi تنظیم نمایید.

۸- مشعل را روشن کنید. شعله مناسب را تنظیم نمایید. طبق نقشه عمل بریدن را شروع

کنید. (شکل ۱۰-۱۰)



شکل ۱۰-۱۰

۹- تفاله و اکسید را از شکاف برش دور کنید و آنرا بازرسی نمایید.

۱۰- این نوع بریدن و برش مایل را آنقدر تمرین کنید تا بتوانید برش‌های هموار و پاکیزه به دست آورید.

۱۱- مشعل برش را از دستگاه باز کنید و وسایل را جمع‌آوری کنید.

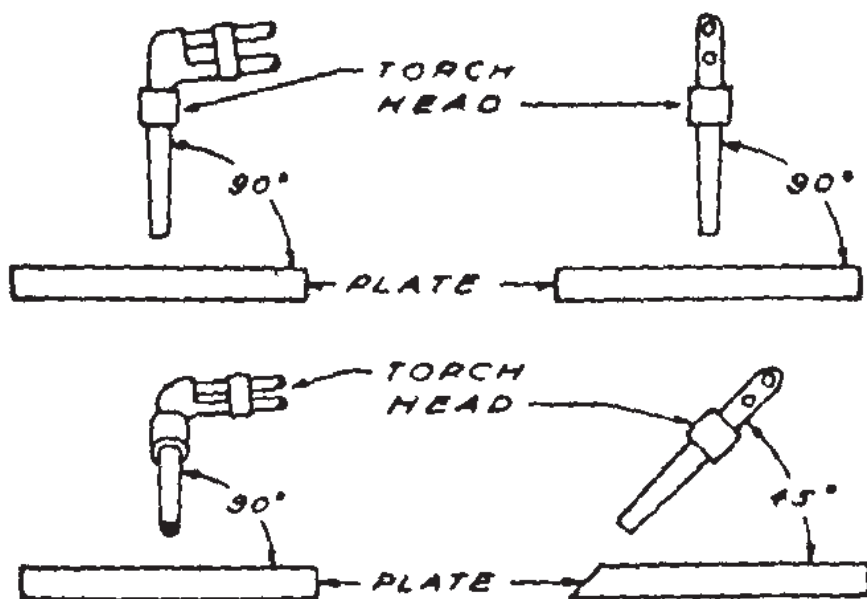
۱۲- قطعه کار را به مربی خودتان تحویل دهید و معایب کار را سؤال کنید.



شکل ۱۰-۱۱

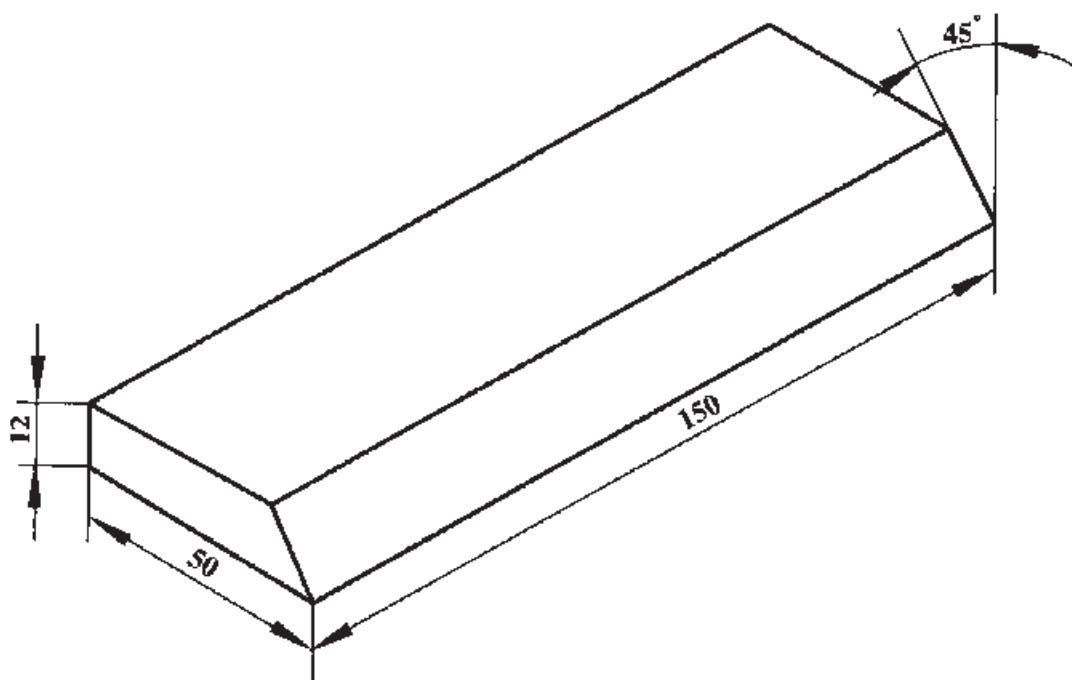
بریدن مایل سر مشعل را به اندازه زاویه مطلوب نسبت به ورق مایل نگه می‌دارند (شکل ۱۰-۱۱).

سرعت پیشروی مشعل باید ثابت و یکنواخت باشد. اگر سر مشعل به جلو و عقب نوسان کند شکاف برش بزرگ خواهد شد و علاوه بر آن سطوح شکاف دندانه‌دار می‌شود و مقداری وقت و ماده نیز به هدر خواهد رفت. سرعت پیشروی مشعل متناسب با عمل برش انتخاب می‌شود و بر حسب ضخامت فلز و اندازه نازلی که استعمال می‌شود تغییر می‌کند. به دقت مراقبت عمل برش باشید و مطمئن شوید که ذرات تفاله یا اکسید فلزی آزادانه از شکاف برش به خارج پرتاب گردد و در کف شیار جمع نشود، زیرا مانع بریدن شده و لبه‌های خشن و دندانه‌دار ایجاد می‌نماید.



● بازرسی

لبه‌های فوقانی قطعات بریده باید تیز و دندانه‌دار نباشد. به لبه‌های تحتانی آن‌ها باید مقداری اکسید چسبیده باشد، اما این اکسید نباید چندان زیاد باشد. پیشانی برش باید قائم، همواره و صاف باشد. باید کوشید که هیچ یک از ذرات مذاب میان شکاف برش گیر نکند. ورق پاكيزه بریده شده است که پس از اتمام عمل بریدن، قطعه بریده شده خود به خود از ورق جدا شود و لبه تحتانی شکاف برش به یکدیگر جوش نخورد.



	۲۰۰×۱۸۰×۱۰	St ۳۷	۱	وزن فولاد معمولی	
ملاحظات	اندازه‌ی قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
				نام قطعه کار: تمرینی	مقیاس ۱:۱
				هدف‌های آموزشی: برشکاری با شعله خط راست بدون پخ	تولرانس خشن

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	مشعل و سر مشعل برشکاری	۱	نازل ۱/۲
۲	فندک جوشکاری	۱	ساده
۳	انبر قطعه گیر	۱	استاندارد
۴	خط کش	۱	فلزی ۲۵ سانتی متری
۵	سنجه نشان	۱	کوچک
۶	جکش جوش	۱	ساده
۷	برس سیمی	۱	سیم فولادی
۸	چرخ دستی برشکاری	۱	با وسایل کامل

جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	پیش بند	۱	چرمی
۲	دست کش	۱	چرمی
۳	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۴	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا
۵	ساق بند	۱ جفت	چرمی
۶	عینک حفاظتی	۱	شیشه‌ی نمره ۶

نکات ایمنی!

- ۱- بادست چرب یا آلوده به روغن شیر فلکه‌ی کپسول اکسیژن و پیچ‌های تنظیم آن را باز و بسته نکنید.
- ۲- قبل از انجام کار از محکم بودن بست اتصال شیلنگ‌های گاز قابل احتراق اطمینان حاصل کنید.
- ۳- از عینک مناسب جوشکاری استفاده نمایید.

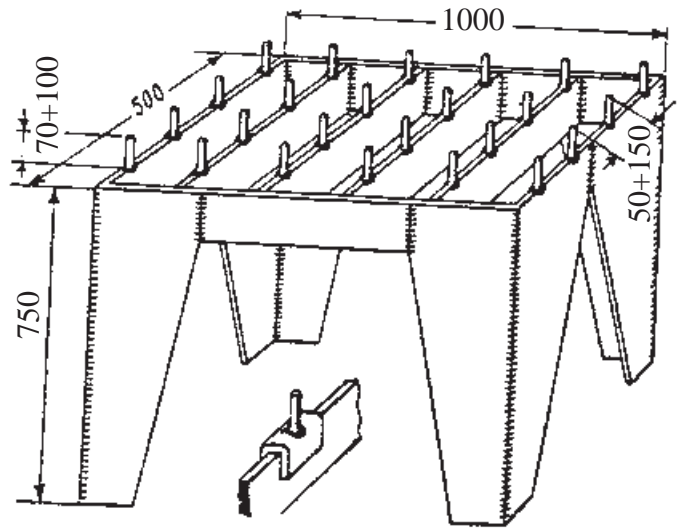
دستورالعمل پخ‌بری با مشعل برش

برای آماده‌سازی لبه‌های قطعات ضخیم فولادی عمل پخ‌زنی با روش‌های مختلف انجام می‌شود از جمله سنگ‌زنی، ماشین‌کاری و پخ‌بری با شعله.

مراحل انجام کار

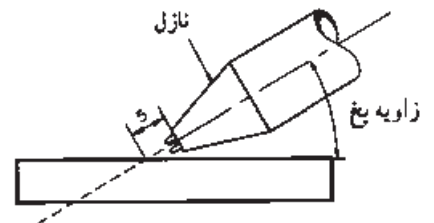


- ۱- پس از پوشیدن لباس کار و تجهیزات ایمنی دستگاه برشکاری را آماده به کار نمایید.
- ۲- کار را روی میز کار برشکاری قرار دهید نمونه میز برشکاری در شکل (۱۰-۱۲) مشاهده می‌شود دلیل وجود میله‌هایی که به عنوان تکیه‌گاه روی میز وجود دارد این است که سطح تماس کار با میز کار حداقل بوده و تبادل حرارتی کمتر باشد و یا کار را روی دو قطعه فولادی قرار دهید.



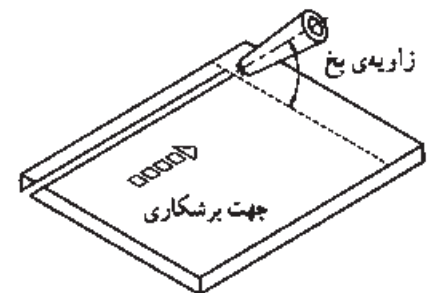
شکل ۱۰-۱۲ یک نمونه میز مناسب برای اجرای برشکاری با گاز بر روی آن، ابعاد داده شده بر حسب میلی‌متر می‌باشند.

- ۳- با توجه به آن چه در شکل (۱۰-۱۳) مشاهده می‌شود با استفاده از جدول شماره () نازل برش را انتخاب کنید و به سر مشعل ببندید.
- ۴- شعله خنثی برای پیش گرم محل برش ایجاد کنید و با توجه به شکل (۱۰-۱۳) مشعل را در فاصله ۵ میلی‌متری سطح کار قرار داده و ابتدای کار را حرارت دهید.



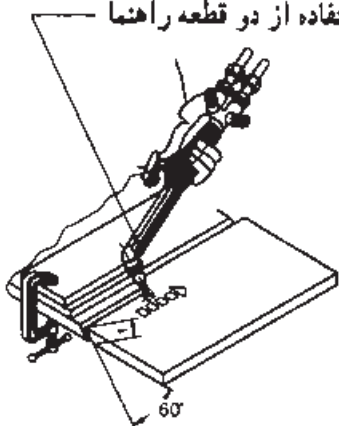
شکل ۱۰-۱۳

- ۵- پس از سرخ شدن قطعه کار اهرم اکسیژن اضافی برای برش را فشار دهید تا برشکاری شروع شود و به آرامی تا پایان خط برشکاری نمایید. (شکل ۱۰-۱۴)



شکل ۱۰-۱۴

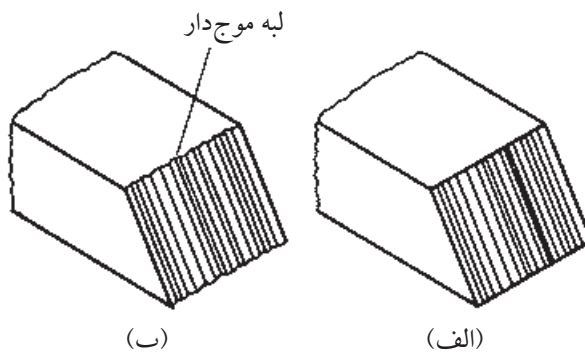
۶- با استفاده از قطعات کمکی می‌توان زاویه و مسیر حرکت را ثابت نمود. شکل ثابت ماندن زاویه و راستای برش با استفاده از دو قطعه راهنما



شکل ۱۰-۱۵

۷- در پایان برشکاری شعله را خاموش کنید. برای این کار ابتدا شیر گاز سوختنی و سپس شیر اکسیژن را ببندید.

شکل (الف ۱۰-۱۶) این یک برش مطلوب است، زیرا خطوط برش صاف است شکل (ب ۱۰-۱۶) یک برش نامطلوب است زیرا سطح برش دندانه‌دار شده است و لبه سطوح دندانه‌دار شده است و این موضوع نشان از برشکاری با کیفیت نامطلوب است.



شکل ۱۰-۱۶

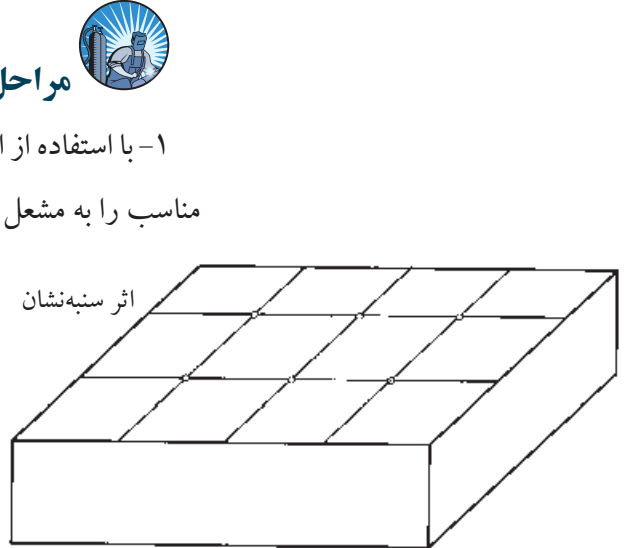
دستور العمل سوراخ کاری با مشعل برش

سوراخ کاری با شعله، برای ایجاد سوراخ عبور پیچ‌ها در صفحات فولادی (ساختمان فلزی) و یا به منظور شروع یک برش در وسط یک ورق کاربرد دارد.

مراحل انجام کار

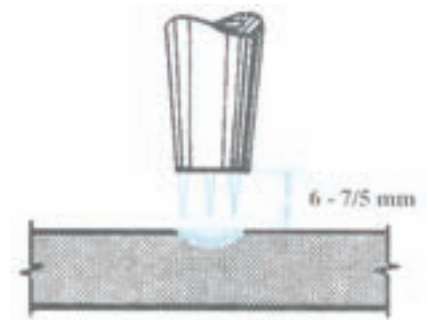
۱- با استفاده از امکانات و وسایل ایمنی به کار گرفته برای کار آماده شوید و سر مشعل مناسب را به مشعل ببندید.

۲- یک قطعه ورق ۱۲/۵ میلی متر $\frac{1}{4}$ " انتخاب کنید و بر روی آن چند نقطه را، برای سوراخ کردن، با سنبه نشان مشخص کنید. (شکل ۱۰-۱۷)



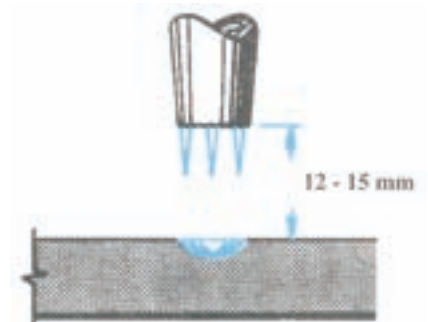
شکل ۱۰-۱۷

۳- شعله را تنظیم کنید و آن را در فاصله‌ی ۶-۷/۵ میلی متر از سطح قطعه کار نگهدارید تا کار گرم و سرخ شود. (شکل ۱۰-۱۸)



شکل ۱۰-۱۸

۴- پس از سرخ شدن قطعه کار مشعل را به اندازه‌ی ۱۲-۱۵ میلی متر از قطعه کار دور کنید (شکل ۱۰-۱۹)

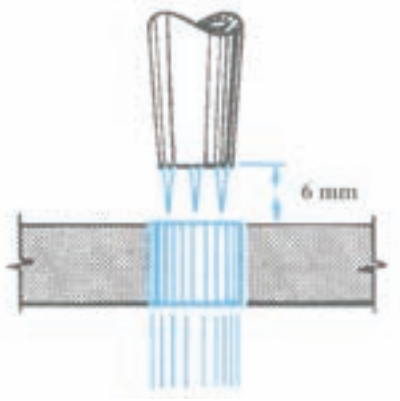


شکل ۱۰-۱۹

تکنه‌ی ایمنی

توجه داشته باشید ذرات مذاب لباس اطرافیان را نسوزاند.

۵- پس از سوراخ شدن کار فاصله‌ی مشعل تا کار را تا ۶ میلی‌متر کم کنید. (۱۰-۲۰)



شکل ۱۰-۲۰

۶- با حرکت دورانی سر مشعل اطراف سوراخ می‌توانید قطر سوراخ را بزرگ کنید.

۷- سایر سوراخ‌ها را به همین ترتیب ایجاد کنید. با تمرین بیشتر، به مهارت کافی دست خواهید یافت.

۸- در پایان کار شعله را خاموش کنید و سایل را به طور منظم جمع‌آوری و محل کار را کاملاً تمیز کنید.

پیوستہا



جدول برشکاری فولاد کم کربن به روش دستی با شعله اکسیژن - استیلن

ضخامت ورق میلی متر	قطر مجرای پستانک برش میلی متر	سرعت برش متر در ساعت	مصرف اکسیژن		مصرف استیلن	
			لیتر در ساعت	لیتر در متر	لیتر در ساعت	لیتر در متر
-	۰/۹۵-۱	۳۰-۴۵	۱۲۶۰-۱۵۴۰	۳۵-۴۲	۱۹۶-۲۵۲	۶-۷
۶	۰/۹۵-۱/۵	۲۴-۳۹	۱۴۰۰-۲۶۰۴	۵۹-۶۷	۲۵۲-۳۰۸	۸-۱۱
۹	۰/۹۵-۱/۵	۲۲/۵-۳۶	۱۶۸۰-۳۲۲۰	۷۵-۹۰	۲۸۰-۳۳۶	۱۰-۱۲
۱۲/۵	۱/۲-۱/۵	۱۸-۳۳	۱۸۴۸-۳۵۰۰	۱۰۳-۱۰۶	۲۸۰-۳۶۴	۱۲-۱۶
۱۹	۱/۲-۱/۵	۱۸-۳۰	۳۲۷۶-۴۰۰۴	۱۳۳-۱۸۲	۳۳۶-۴۲۰	۱۴-۱۹
۲۵	۱/۲-۱/۵	۱۳/۵-۲۷	۳۶۴۰-۴۴۸۰	۱۶۶-۲۶۹	۳۶۴-۲۵۶	۱۷-۲۷
۳۷/۵	۱/۵-۲	۹-۲۱	۴۰۰۴-۴۹۸۴	۱۸۳-۲۹۶	۴۲۰-۵۰۴	۲۰-۳۱
۵۰	۱/۷-۲	۹-۱۹/۵	۵۱۸۰-۶۴۶۸	۳۳۱-۵۷۳	۴۴۸-۵۶۰	۲۹-۵۰
۷۵	۱/۷-۲	۶-۱۵	۶۷۲۰-۸۱۲۰	۵۴۰-۱۱۱۶	۵۳۲-۶۴۴	۴۳-۸۹
۱۰۰	۲-۲/۲	۶-۱۲	۸۲۰۴-۱۰۸۶۴	۹۰۲-۱۳۶۲	۵۸۸-۷۲۸	۶۱-۸۹
۱۲۵	۲-۲/۲	۵/۲۵-۹/۶	۹۷۱۶-۱۲۲۳۶	۱۲۷۱-۱۸۴۵	۶۷۲-۸۱۲	۸۵-۱۲۸
۱۵۰	۲/۴-۲/۵	۴/۵-۸/۱	۱۱۲۰۰-۱۵۸۷۶	۱۹۵۳-۲۴۸۳	۷۵۶-۹۹۶	۱۱۱-۱۶۸
۲۰۰	۲/۵	۳/۹-۶/۳	۱۴۱۴۰-۱۷۲۲۰	۲۷۲۵-۳۶۱۳	۸۸۲-۱۰۷۸	۱۷۱-۲۲۵
۲۵۰	۲/۵	۲/۸۵-۴/۸	۱۷۰۸۰-۲۱۰۰۰	۴۳۶۲-۵۹۷۱	۱۰۳۳-۱۲۶۳	۲۳۹-۳۵۸
۳۰۰	۳	۲/۱-۳/۹	۲۰۱۶۰-۲۴۶۴۰	۶۲۹۶-۹۵۷۹	۱۱۸۴-۱۴۴۸	۳۷۱-۵۶۳

جدول انتخاب پستانک در جوشکاری ورق‌های فلزی به ضخامت‌های مختلف

قطر سیم جوشکاری	مصرف تقریبی گاز به لیتر در ساعت		فشار تقریبی گازها پوند بر اینچ مربع		طور متوسط شعله به میلی‌متر	ضخامت ورق به میلی‌متر	سوراخ پستانک به میلی‌متر	شماره پستانک
	استیلن	اکسیژن	استیلن	اکسیژن				
۱/۵	۱۰۸	۱۰۸	۱	۱	۴/۵	۱/۵	۰/۸۵	۱
۱/۵ تا ۲	۱۳۵	۱۳۵	۲	۲	۶/۲۵	۱/۵ تا ۲/۵	۰/۹۸	۲
۳	۲۱۶	۲۱۶	۳	۳	۷/۵	۲/۵ تا ۴/۵	۱/۴	۳
۴/۵	۳۲۴	۳۲۴	۴	۴	۹	۴/۵ تا ۷/۵	۱/۶	۴
۶/۲۵	۵۱۳	۵۱۳	۵	۵	۱۰/۵	۷/۵ تا ۱۰/۵	۱/۹۶	۵
۶/۲۵	۶۲۱	۶۲۱	۶	۶	۱۲/۵	۱۰/۵ تا ۱۵	۲/۱۸	۶
۶/۲۵	۹۴۵	۹۴۵	۷	۷	۱۲/۵	۱۵ تا ۲۰	۲/۴۹	۷
۶/۲۵	۱۲۸۶	۱۲۸۶	۸	۸	۱۳/۵	۲۰ تا ۲۵	۲/۷	۸
۶/۲۵	۱۵۴۰	۱۵۴۰	۹	۹	۱۵	بیش از ۲۵	۲/۹۵	۹
۶/۲۵	۲۵۳۵	۲۵۳۵	۱۰	۱۰	۲۰	بیش از ۲۵	۳۵/۵۵	۱۰
۶/۲۵	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۱۰	۱۰	۲۲	بیش از ۲۵	۳/۷۳	۱۱
۶/۲۵	۲۹۷۰	۲۹۷۰	۱۰	۱۰	۳۲	بیش از ۲۵	۳/۷۹	۱۲

علایم اختصاری پوند بر اینچ مربع: P.S.I.=Pound per Spuar Inch

$$1 \text{ P.S.I.} = 0.070 \text{ bar} \quad \text{و} \quad 1 \text{ bar} = 14.22 \text{ P.S.I.}$$

جدول تعیین شماره عینک و ماسک جوشکاری

درصد اشعه‌های عبوری از شیشه			موارد استفاده	شماره شیشه
ماوراء بنفش مضر	مادون قرمز	نور مرئی غیر مضر		
۱/۰۷۵ درصد	۰/۸۷ درصد	۲۸ درصد	انعکاس نور شدید و گرمکاری قطعات	شماره ۲
۱/۰۳۵ درصد	۰/۴۳ درصد	۱۶ درصد	لحیم نرم با شعله	شماره ۳
۰/۰۹۷ درصد	هیچ	۶/۵ درصد	لحیم سخت با شعله استیلن	شماره ۴
۰/۰۴۶ درصد	هیچ	۲ درصد	جوشکاری و برشکاری سبک استیلن	شماره ۵۲
هیچ	هیچ	۰/۸ درصد	استاندارد جوشکاری اکسی استیلن	شماره ۶
هیچ	هیچ	۰/۲۵ درصد	جوشکاری سنگین گاز، برشکاری و جوشکاری برق تا ۷۵ آمپر	شماره ۸
هیچ	هیچ	۰/۰۱۴ درصد	جوشکاری و برشکاری برق بین ۷۵ تا ۲۵۰ آمپر	شماره ۱۰
هیچ	هیچ	۰/۰۰۲ درصد	جوشکاری و برشکاری برق بالاتر از ۲۵۰ آمپر	شماره ۱۲
هیچ	هیچ	۰/۰۰۰۳ درصد	جوشکاری و برشکاری با الکتروود کربنی	شماره ۱۴

جدول تابلوی مصرف گاز و زمان جوشکاری

شماره مشعل میلی متر	ضخامت ورق میلی متر	زمان جوش دقیق در هر متر	مصرف اکسیژن		مصرف استیلن	
			لیتر در ساعت	لیتر در هر متر	لیتر در ساعت	لیتر در هر متر
۱-۲	۱	۶		۱۵		۱۵
	۲	۱۲	۱۵۰	۳۰	۱۵۰	۳۰
۲-۴	۲	۸		۴۰		۴۰
	۴	۲۱	۳۰۰	۱۰۸	۳۰۰	۱۰۸
۴-۶	۴	۱۳		۱۰۸		۱۰۸
	۶	۳۰	۵۰۰	۲۵۰	۵۰۰	۲۵۰
۶-۹	۶	۱۸		۲۲۵		۲۲۵
	۹	۴۲	۷۵۰	۵۳۵	۷۵۰	۵۳۵
۹-۱۴	۹	۲۶		۵۴۵		۵۴۵
	۱۴	۶۵	۱۲۵۰	۱۳۹۰	۱۲۵۰	۱۳۹۰
۱۴-۲۰	۱۴	۴۰		۱۲۰۰		۱۲۰۰
	۲۰	۱۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰
۲۰-۳۰	۲۰	۶۰		۲۶۰۰		۲۶۰۰
	۳۰	۱۲۰	۲۶۰۰	۵۲۰۰	۲۶۰۰	۵۲۰۰

جدول منتخبی از مواد لحیم سخت، طبق استاندارد «DIN 8513»

کاربرد	حرارت کار	ترکیب اجزاء آلیاژ به درصد وزن	علامت اختصاری	گروه
فلزات اصیل	710	Ag = 67, Cu = 11 بقیه Cd = 10, Zn	L-Ag67Cd	مواد لحیمی سخت Ag - Cu - Cd
فلزات اصیل، آلیاژهای مس، فولاد مخصوص (زنگ‌نزن)	640	Ag = 50, Cu = 15 بقیه Cd = 17, Zn	L-Ag50Cd	
فلزات اصیل، پوشش طلا روی آلیاژهای مس، فولاد مخصوص	620	Ag = 45, Cu = 17 بقیه Cd = 20, Zn	L-Ag45Cd	
فولاد، چدن سخت، مس، آلیاژهای مس، نیکل، آلیاژهای نیک	680	Ag = 30, Cu = 28 بقیه Cd = 21, Zn	L-Ag30Cd	مواد لحیمی سخت Ag - Cu - Cd
فلزات اصیل	830	Ag = 83, Cu = 2 بقیه Cd	L-Ag83	
	730	Ag = 67, Cu = 23 بقیه Zn	L-Ag67	
	680	Ag = 60, Cu = 23 بقیه Cd = 3, Zn	L-Ag60n	
فولاد، چدن سخت، مس، آلیاژهای مس، نیکل، آلیاژهای نیک	780	Ag = 25, Cu = 41 بقیه Zn	L-Ag25	
فولاد، نیکل، آلیاژهای نیکل	960	Ag = 85 بقیه Mn	L-85	مواد لحیمی سخت Ag - Cu - Cd
مس، آلیاژهای مس و نیکل	780	Ag = 72 بقیه Cu	L-72	
فلز سخت روی فولاد، مواد خام تنگستن و مولیبدن	840	Ag = 27, Cu = 38 Mn=10 Zn حداکثر =22	L-27	

جدول انواع لحیم‌های سخت، مواد تشکیل‌دهنده، دمای کار و موارد مصرف آنها

نام لحیم	علامت اختصاری	مقدار درصد فلز	حرارت کار درجه سانتی‌گراد	موارد مصرف لحیم (بهترین مورد مصرف)
لحیم فسفر	$L_{Cu} P8$	فسفر ۸ درصد مس ۹۲ درصد	۷۱۰	برای کارهای مس و کارهایی که فشار و کشش کم باشد.
لحیم برنج - نقره	$LM_s Ag$	مس ۵۰ درصد نقره ۴ تا ۶ درصد روی ۴۰ درصد سرب ۴ تا ۶ درصد	۸۱۰	برای قطعات فولادی دیواره نازک تا یک میلی‌متر از قبیل: چدن، آهن
برنج ۴۲	$LM_s 42$	مس ۴۱ تا ۴۹ درصد روی حداقل ۵۶ درصد	۸۵۴	برای کارهای مس و آلیاژهای آن نیکل و آلیاژهای آن و کارهای برنج
لحیم برنج ۴۸	$LM_s 48$	مس ۴۷ تا ۴۹ درصد روی حداقل ۵۰ درصد	۸۷۰	برای برنج با بیش از ۶۰ درصد مس، مس و آلیاژهای آن، فولاد و چدن سیاه
لحیم برنج ۵۴	$LM_s 54$	مس ۵۵ درصد روی ۴۴ درصد سیلیس ۰/۴ درصد	۸۹۰	برای مس و آلیاژهای آن، فولاد و چدن سیاه
لحیم برنج ۶۰	$LM_s 60$	مس ۶۰ درصد روی ۳۸ درصد سیلیس ۰/۴ درصد	۹۰۰	برای مس و آلیاژهای آن، فولاد و چدن سیاه
لحیم برنج ۸۵	$LM_s 85$	مس ۸۶ درصد روی ۱۳ درصد سیلیس ۰/۴ درصد	۱۰۲۰	مس و آلیاژهای آن، فولاد و چدن سیاه
لحیم مس	Cu	مس الکترولیت	۱۱۰۰ ۱۱۵۰	قطعات فولادی که تحت فشار زیاد باشند. قطعات فلزات سخت (روی فولاد چسباندن)

Forge Welding	جوش آهنگری
OFW= Oxyful Welding	جوشکاری گاز
SMAW= Shielded Metal Arc Welding	جوشکاری با قوس الکتریکی و الکتروود روپوش دار
SAW= Submerged Arc Welding	جوشکاری زیر پودری
GMAW= Gas Metal Arc Welding	جوشکاری با قوس الکتریکی تحت پوشش گاز محافظ
GTAW= Gas tungstan Arc Welding	جوشکار با قوس الکتریکی و الکتروود تنگستن تحت پوشش گاز محافظ
MIG= Metal Inert Gas	جوشکاری با الکتروود فلزی و گاز بی اثر
MAG= Metal Active Gas	جوشکاری با الکتروود فلزی و گاز فعال (کم اثر)
Air Cool	هوای خنک
Water Cool	آب خنک
Torch	مشعل (انبر جوشکاری)
TIG	جوشکاری با الکتروود تنگستن و گاز بی اثر
Dt = Destructive Testing	قسمت مخرب
NDt = Nondestructive Testing	قسمت غیر مخرب
Under Cut	بریدگی کناره جوش
Convexity	برجستگی بیش از اندازه
Fillet Weld	جوش ماهیچه‌ای (جوش گوشه)
Crater	چاله جوش (گود افتادگی در پایان خط جوش)
Goging = Carbon Arc Cutting	برشکاری یا شیارزنی با الکتروود ذغالی
WPS = Welding Procedure Spesitication	دستورالعمل جوشکاری
Back Weld	جوش پشت درز
Soldering	لحیم کاری

Fluxes	فلاکس، روانساز
Brazing	لحیم کاری سخت
Resistance welding	جوشکاری مقاومتی
Resistance Spot Welding	نقطه جوش
Forging	آهنگری
Projection Welding	جوش مقاومتی پیش طرحی
Seam Welding = R.S.W	درز جوش مقاومتی
Butt Welding = R.B.W	جوشکاری مقاومتی درز سر به سر
Flash Butt Welding	جوشکاری جرقه‌ای سر به سر
Induction Welding	جوشکاری القایی
High Frequency Resistance	جوشکاری مقاومتی با فرکانس بالا
Stud Welding	جوشکاری زائده‌ای
Friction Welding	جوشکاری اصطکاکی
Continuous Drive Welding	جوشکاری اصطکاکی مداوم
Inertia Friction Welding	جوشکاری اصطکاکی لحظه‌ای
Lap Joint	اتصال لب روی هم
Butt Joint	اتصال لب به لب
Lop = Lack Of Penetration	عدم ذوب در ریشه
Lof = Lack Of Fusion	عدم ذوب
Over Lap	سر رفتن جوش روی فلز پایه
OFC = Oxyfuel Cutting	برشکاری با شعله گاز
OAC = Oxyacetylene Cutting	برشکاری با اکسی استیلن
AWS = American Welding Society	انجمن جوشکاران آمریکا

(۱) Welding Guide & Hand Book

(۲) Essential Of Welding

(۳) اصول تکنولوژی جوشکاری، ل.م کرد، ترجمه محمد حسن حجتی

(۴) تکنولوژی و کارگاه جوشکاری، شاهدی، رحیمی



