

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تکنولوژی و کارگاه جوش برق

رشته‌های صنایع فلزی - مکانیک موتورهای دریایی

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۱۷۰۷

عنوان و نام پدیدآور: تکنولوژی و کارگاه جوش برق [کتاب‌های درسی] رشته‌های صنایع فلزی - مکانیک
موتورهای دریایی، زمینه صنعت، شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای/مؤلفان: علی شاهی، بهرام دلیخون
مشخصات نشر: تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری: ۲۱۰ ص.
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۲۴۱-۷
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
موضوع: جوشکاری
شناسه افزوده: شاهی، علی، ۱۳۲۰-
شناسه افزوده: دلیخون، بهرام، ۱۳۶۰-
شناسه افزوده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
شناسه افزوده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

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

tvoccd@roshd.ir

پیام نگار (ایمیل)

www.tvoccd.medu.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

این کتاب بر اساس نظرها و پیشنهادهای رسیده از هنرآموزان با همکاری آقایان علی شاهدی، عبدالمجید
خاکی صدیق در بهمن ماه ۱۳۹۱ مورد اصلاح قرار گرفت.

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

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

عنوان و کد کتاب: تکنولوژی و کارگاه جوش برق - ۴۸۶/۹

مؤلفان: علی شاهدی، بهرام دلخون

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

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

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

وب‌سایت: www.chap.sch.ir

مدیر امور فنی و چاپ: لیدا نیک‌روش

طراح جلد: محمدحسن معماری

رسم: توفیق علایی، وحید سالاروند

صفحه‌آرا: زهره بهشتی شیرازی

مصحح: پری ایلخانی زاده، شهلا دلایی

امور آماده‌سازی خبر: فاطمه پزشکی

امور فنی رایانه‌ای: حمید ثابت کلاچاهی، فاطمه رئیس‌یان فیروزآباد

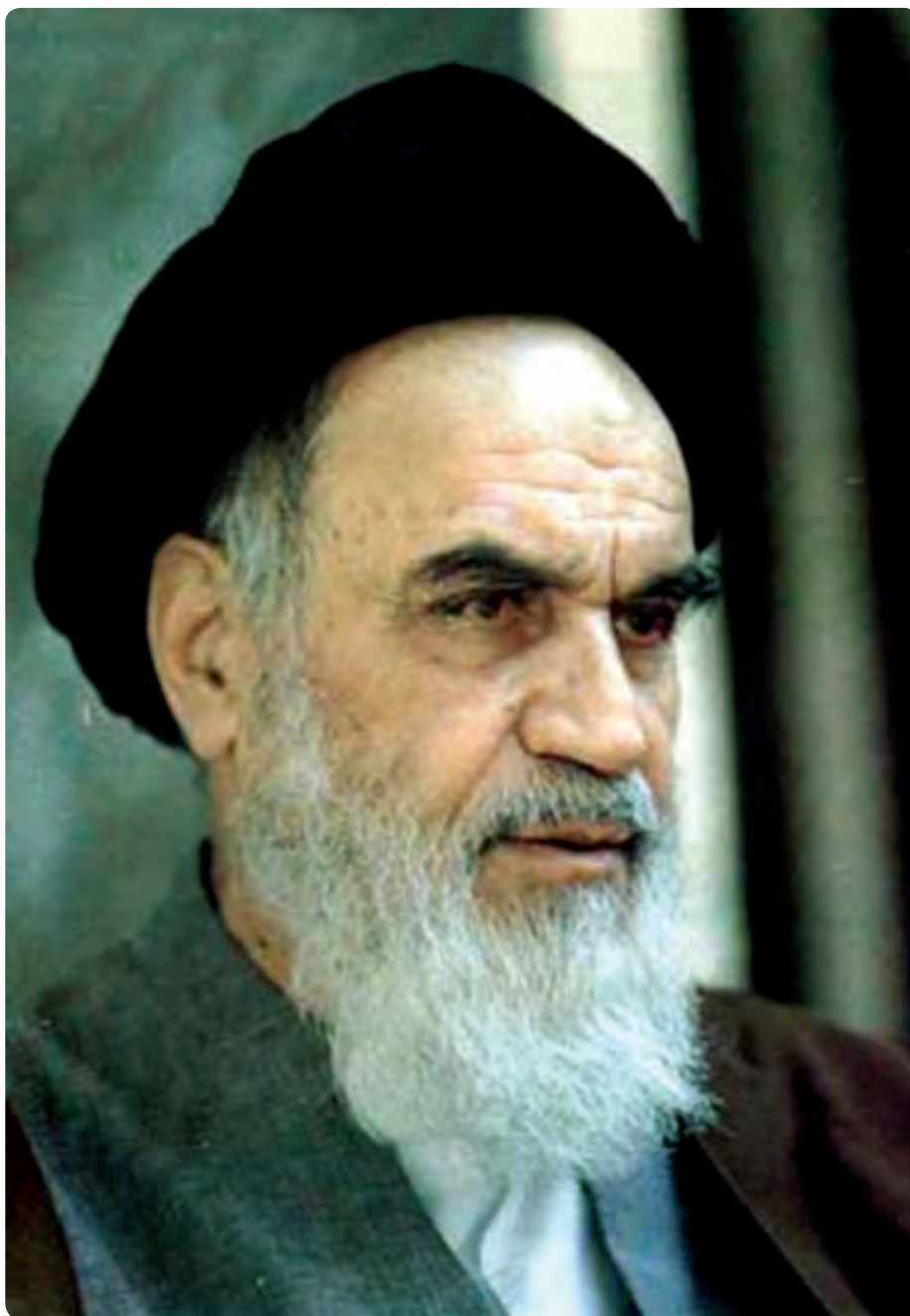
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ "داروپخش"

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

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

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ سوم ۱۳۹۵

حق چاپ محفوظ است.



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)

مقدمه

با سپاس به درگاه ایزدمنان که توفیق تألیف کتاب تکنولوژی و کارگاه جوش برق را عهده‌دار بوده‌ایم، در کتاب سال دوم فرایندهای جوشکاری معرفی شده و در کتاب پیش رو فرایند جوشکاری SMAW که در صنعت فراگیر است به صورت تئوری و عملی مطابق برنامه درسی سال سوم صنایع فلزی تألیف شده که انشاء الله به صورت مطلوب مورد استفاده واقع شود.

فصل اول به چگونگی و اصول جوشکاری SMAW اختصاص دارد و سعی شده مسائل تئوری با روش کاربردی ارائه شود تا فراگیری ساده‌تر شود.

فصل دوم به ایمنی در این فرایند پرداخته شده که هم از نظر مادی و هم از نظر معنوی بسیار حائز اهمیت است و باید با توجه خاص و اجرای دقیق در کارها همراه باشد و همکاران گرامی در این موضوع انسانی و معنوی همت زیادی معطوف خواهند داشت.

فصل سوم، در این فصل تجهیزات و طرز کار آنها با شکل‌های مناسب معرفی شده‌اند.

فصل چهارم به الکترودها و شناخت و علائم آنها طبق استاندارد AWS که در صنعت جوشکاری ایران متداول است اختصاص داده‌ایم.

فصل پنجم و ششم و هفتم پایه اطلاعات متالورژی و طراحی و بازرسی جوش به زبان ساده تحریر گردیده و امید است هنرجویان عزیز با فراگیری خوب این مطالب و تسلط و شایستگی مطلوب، راه تحصیلات عالی و کسب دانش زیبای تخصص جوشکاری برای اشتغال و مسئولیت‌پذیری در آینده را برای خود هموار سازند.

در پایان امید است با ارسال پیشنهادها و نظرهای خود، ما را در بالا بردن کیفیت مباحث کتاب یاری رسانید.

مؤلفان

فهرست مطالب

بخش اول (اصول جوشکاری)

۴۱	۳-۹- وضعیت دهنده‌ها (Positioner)	فصل اول: جوشکاری با قوس الکتریکی و
		الکتروود روپوش دار
۴۴	فصل چهارم: الکتروودها	۱-۱- قوس الکتریکی و چگونگی تشکیل آن
۴۶	۴-۱- الکتروودهای روپوش دار	۱-۲- جریان مناسب در جوشکاری‌های قوسی
۴۸	۴-۲- روش ساخت الکتروودهای روپوش دار	۱-۳- قطب‌های مستقیم و معکوس در جوشکاری
۵۲	۴-۳- روش شناسایی الکتروودهای روپوش دار	۱-۴- شدت جریان جوشکاری
۵۶	۴-۴- نگهداری الکتروودها	۱-۵- فشار الکتریکی یا اختلاف پتانسیل
۵۷	۴-۵- انبار کردن الکتروودها	۱-۶- مقاومت الکتریکی
		۱-۷- اثر پارامترهای متفاوت در ولتاژ قوس
	فصل پنجم: فرم و شکل فلز جوش در انواع	فرآیند
۶۱	اتصالات	
۶۲	۵-۱- اتصالات در جوشکاری	فصل دوم: ایمنی در جوشکاری
	۵-۲- ضرورت پخش‌سازی در اتصالات	۲-۱- مخاطرات اصلی در جوشکاری با
۶۳	جوشکاری شده	قوس الکتریکی
۶۵	۵-۳- انواع اتصال سر به سر یا Butt joint	
۶۷	۵-۴- اتصال سپری با جوش ماهیچه‌ای (Fillet)	فصل سوم: تجهیزات مورد استفاده در
۶۸	۵-۵- اتصالات اصلی در جوشکاری	جوشکاری SMAW
۶۹	۵-۶- وضعیت اتصالات	۳-۱- ترانسفورماتورهای جوشکاری
۷۲	۵-۷- اندازه جوش	۳-۲- رکتی فایر جوشکاری
		۳-۳- ژنراتورها، مولدهای جریان جوشکاری
۷۶	فصل ششم: ساختار منطقه جوش	۳-۴- سیکل کاری (Duty Cycle)
۷۷	۶-۱- قسمت‌های مختلف منطقه جوش شده	۳-۵- کابل‌های جوشکاری
۷۸	۶-۲- چگونگی انجماد حوضچه مذاب	۳-۶- انبر جوشکاری یا الکتروودگیر
	۶-۳- چگونه با عملیات حرارتی فولاد سخت	۳-۷- ماسک جوشکاری
۸۰	می‌شود؟	۳-۸- میز کار جوشکاری

	فصل هفتم: آزمایش‌های جوش
۹۹	(Testing weld)
۱۰۰	۷-۱- تست‌های مخرب (DT)
۱۰۲	۷-۲- تست‌های غیر مخرب (NDT)

۸۱	۶-۴- اشکالات و عیوب جوش
۹۰	۶-۵- عملیات حرارتی در جوش
	۶-۶- پیچیدگی و دلایل آن در اتصالات جوشکاری
۹۱	شده
۹۶	۶-۷- رفع پیچیدگی پس از جوشکاری

بخش دوم (عملیات کارگاهی)

۱۵۷	جوشکاری درز گلوبی در یک پاس
۱۶۲	جوشکاری لبه‌ای (پیشانی)
۱۶۵	جوشکاری درز گلوبی در سه پاس با گرده ساده
۱۷۰	جوشکاری لب روی هم در حالت سطحی
۱۷۴	جوشکاری قطعات به صورت لب به لب با پخ جناغی
۱۷۸	جوشکاری زاویه خارجی
	جوشکاری قطعات سه پری در وضعیت عمودی
۱۸۳	و سر بالا
۱۸۷	اجرای جوشکاری لوله به ورق
۱۸۹	پیوست‌ها
۲۱۰	منابع و مآخذ

۱۱۳	نکات ایمنی برای راه‌اندازی دستگاه‌های جوشکاری
	راه‌اندازی و خاموش کردن ترانسفورماتور
۱۱۴	و رکتیفایر جوشکاری
۱۱۵	چگونگی خاموش کردن دستگاه
۱۱۶	راه‌اندازی و خاموش کردن دینام جوشکاری
۱۱۹	ایجاد قوس الکتریکی با الکتروود روپوش دار
۱۲۶	ایجاد گرده جوش‌های ساده و کوتاه
۱۳۲	ایجاد خال جوش‌های مختلف
۱۳۶	ایجاد گرده جوش خطی ساده
۱۴۰	جوش پوشش در وضعیت تخت
۱۴۵	ایجاد گرده جوش پهن
۱۴۹	جوشکاری لب به لب در حالت سطحی
۱۵۳	جوشکاری قطعات به صورت لب به لب با پشت‌بند

بخش اول

اصول جوشکاری

فصل اول

جوشکاری با قوس الکتریکی و الکتروود

روپوش دار SMAW

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. چگونگی جوشکاری با قوس و الکتروود روپوش دار را توضیح دهد.
۲. روش‌های مختلف تشکیل قوس را شرح دهد.
۳. جریان الکتریسیته مناسب برای جوشکاری‌های قوسی را معرفی کند.
۴. استفاده از قطب‌های جریان و خصوصیات آنها را شرح دهد.
۵. پارامترهای مؤثر در قوس و نقش آنها را بیان کند.
۶. رابطه پارامترهای قوس و تأثیر آنها بر هم را توضیح دهد.

— تعریف جوشکاری با قوس الکتریکی و الکتروود روپوش دار SMAN

این فرایند یک نوع جوشکاری ذوبی است که لبه‌های کار در اثر گرمای قوس الکتریکی ذوب شده و مذاب لبه‌ها به کمک مذاب حاصل از ذوب الکتروود با هم مخلوط شده و سپس منجمد شده و قطعات به هم جوش می‌خورند.

ابتدا به وسیله الکتروود ذغالی و سپس با الکتروود فلزی بدون روپوش فرایند جوشکاری قوس الکتریکی شکل گرفت و در سال ۱۹۰۵ میلادی الکتروود روپوش دار کشف شد که باعث سادگی شروع کار و بهبود پایداری قوس و کیفیت جوش گردید و کاربرد آن روز به روز گسترش یافت پژوهش‌های مختلف توسط انجمن‌های جوشکاری از جمله انجمن جوشکاری آمریکا AWS و انجمن مهندسين آمریکا ASME صورت گرفته و کماکان ادامه دارد و با عنوان استانداردهای مختلف ارائه می‌گردد.

در این روش به دلیل روپوش الکتروود امکان جوشکاری اتوماسیون وجود ندارد و همواره از روش دستی استفاده می‌شود.

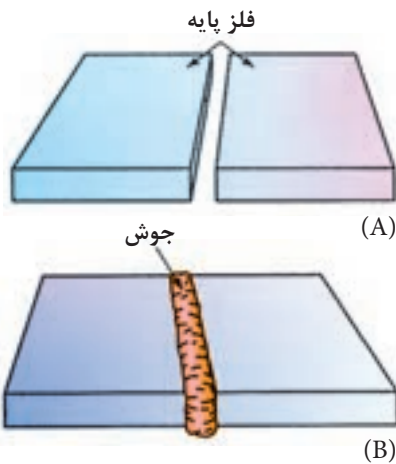
از طرفی به دلیل قابلیت‌های زیاد از جمله حمل و نقل راحت و امکان استفاده از کابل‌های بلندتر در صورت نیاز و استفاده از الکتروودهای متنوع از نظر آلیاژ در زمینه ساخت و تعمیرات به کار گرفته می‌شود. همچنین به دلیل پایداری قوس و امکان جوشکاری در هوای آزاد و در ارتفاع امروزه در ساخت ساختمان‌های فولادی، پل‌های فلزی، کشتی‌سازی، سازه‌های دریایی، قالب‌های بتن و دریچه‌های سدها، دکل مخابرات، مخازن تحت فشار، جوشکاری لوله گاز و نفت و سایر تأسیسات نفتی و... کاربرد فراوان دارد.

● چگونگی جوشکاری قوس الکتریکی و الکتروود روپوش دار SMAW:

بیشترین اتصالات جوشی، با روش ذوب فلز مبنا در دو طرف خط اتصال ساخته می‌شود، فلز ذوب شده یک حوضچه مذاب بین دو قطعه ایجاد می‌کند^۱ حوضچه مذاب جامد شده، پل فلزی پیوسته‌ای تولید می‌کند که قادر به انتقال نیرو بوده و آب بندی نیز می‌باشد. شکل (۱-۱)

با استفاده از جریان برق الکتروود فلزی قوس را به وجود آورده و خود در گرمای قوس

۱- در صورت لزوم برای پر کردن مقطع جوش فلز اضافی نیز به آن افزوده می‌شود.



شکل ۱-۱

ذوب شده و روپوش الکتروود هم سوخته و ذوب شده و به دلیل کمتر بودن جرم حجمی روی مذاب را می پوشاند و پس از انجماد، گل جوش یا سرباره را تشکیل می دهد. پس می توان گفت عوامل لازم برای جوشکاری یعنی انرژی حرارتی برای ذوب و محافظت از مذاب هر دو از طریق الکتروود روپوش دار عملی می شود. (شکل ۱-۲)

بر این اساس این فرایند را جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود روپوش دار گویند.^۱

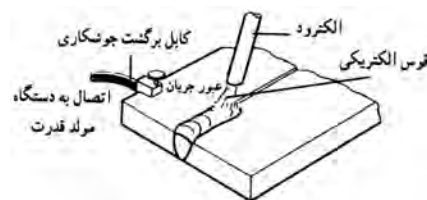


شکل ۱-۲

۱-۱ قوس الکتریکی و چگونگی تشکیل آن

قوس الکتریکی در اثر تخلیه بار الکتریکی در فاصله هوایی بین دو قطب جریان به وجود می آید که با نور و حرارت همراه است. در حقیقت اگر دو قطب جریان یا الکتروود و قطعه کار را به هم تماس داده و سپس در فاصله کمی از یکدیگر قرار گیرند، به خاطر فشار الکتریکی الکترون ها از قطب منفی به قطب مثبت پرش کرده و جرقه های اولیه ایجاد می شود. این جرقه ها موجب یونیزه شدن^۲ گاز بین دو قطب می شود. الکترون های جریان برق از فاصله هوایی بین آن دو قطب عبور می کنند. این عمل باعث گرم شدن نوک الکتروود می شود و الکترون های آزاد درون الکتروود میل به خروج پیدا کنند. همچنین با توجه به اینکه یون ها و الکترون ها سریعاً به طرف قطب های مخالف خود در قوس حرکت می کنند و با برخورد الکترون ها با اتم های گاز موجود بین دو قطب جریان، موجب افزایش یونیزاسیون و پایداری قوس می گردد. (شکل ۱-۳)

البته برای ایجاد قوس ولتاژ بیشتری لازم است ولی ادامه قوس با ولتاژ کمتری عملی است.

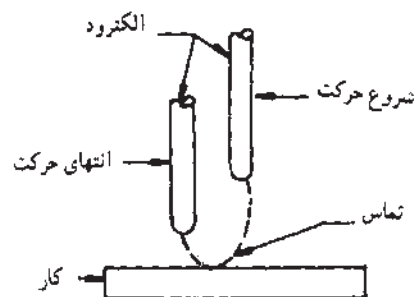


شکل ۱-۳

۱-۱-۱ روش های تشکیل قوس الکتریکی

برای ایجاد قوس از روش های زیر استفاده می شود:

- ◆ تماس دو قطب جریان به هم (شکل ۱-۴)
 - ◆ با استفاده از ولتاژ و فرکانس بالا
 - ◆ روش دور کردن تورچ از کار (Lift Arc)
 - ◆ با استفاده از واسطه بین الکتروود و کار
- در روش تماسی مانند جوشکاری با الکتروود روپوش دار ابتدا الکتروود را به کار



ایجاد قوس با پایین و بالا بردن الکتروود (نوک زدن)

شکل ۱-۴

۱- از روش های اولیه استفاده این روش، در ایران به نام جوشکاری برق شناخته شده و هنوز هم متداول است.

۲- گازهای یونیزه دارای یون های مثبت و الکترون آزاد هستند و هادی جریان الکتریسیته می باشند.

تماس داده و به آرامی تا فاصله چند میلی متری کار دور می کنیم یا مانند نوک زدن پرندگان با الکتروود به کار ضربه زده و جدا می کنیم تا قوس شکل بگیرد. (شکل ۴-۱)

در این روش ولتاژ مدار باز (O.C.V)^۱ حدود ۸۰ تا ۹۰ ولت است و در اثر شروع قوس و یونیزه شدن گازهای بین دو قطب به نصف یا کمتر هم خواهد رسید.

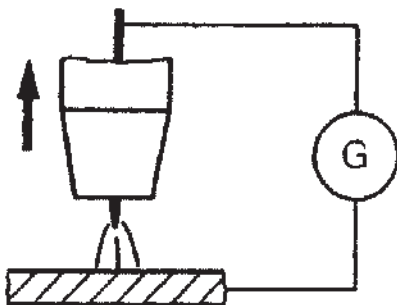
- شروع قوس در جوشکاری با گاز محافظ و الکتروود بدون روپوش (GMAW یا MIG/MAG) نیز با رسیدن نوک الکتروود به کار و ذوب شدن قسمتی از نوک سیم و ایجاد گرمای زیاد، یونیزاسیون گاز محافظ اتفاق می افتد و قوس شکل می گیرد.

- همچنین در روش SAW یا جوشکاری زیر پودری هم امروزه این روش متداول است. در این روش الکتروود به کار رسیده و کمی برگشت کرده تا قوس از طریق تماس الکتروود به کار شکل گیرد.

- **روش استفاده از واسطه بین الکتروود و کار:** در گذشته به ویژه در جوشکاری زیر پودری یا در روش سرباره الکتریکی^۲ متداول بوده در این روش با استفاده از پشم فولادی بین الکتروود و کار در لحظه شروع قوس به دلیل اتصال کوتاه، پشم فولادی بین دو قطب جریان ذوب و تبخیر و قوس پایدار تشکیل می گردد.

- **ایجاد قوس با ولتاژ و فرکانس بالا:** در جوشکاری با الکتروود تنگستن و گاز محافظ یعنی روش GTAW=TIG چون تماس الکتروود با کار موجب خراب شدن نوک الکتروود شده و از طرف دیگر امکان ورود فلز تنگستن به کار می رود، از روش فرکانس زیاد High Frequency استفاده می شود.

روش کار به این صورت است که انرژی الکتریکی در خازن ذخیره است و با فشار دکمه ای که روی مشعل - تورچ است بدون تماس در فاصله حدود ۲ سانتی متری یا بیشتر الکترون ها از الکتروود جدا شده و به سمت کار می روند این جهش موجب یونیزه شدن گاز محافظ شده و قوس پایدار شکل می گیرد. آنگاه ولتاژ و فرکانس اضافی حذف می شود. (شکل ۵-۱)



شکل ۵-۱

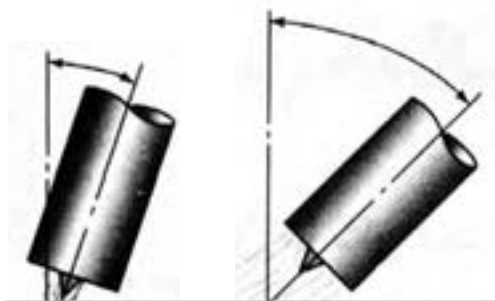
• روش دور کردن تورچ از کار Lift Arc

نحوه شروع قوس به این صورت است که الکتروود تنگستن به کار تماس داده و دکمه مخصوص قطع و وصل روی تورچ جوشکاری را فشار داده ولی هیچ اتفاقی نمی افتد. اگر

۱ - ولتاژ مدار باز (Open Circute Voltage): ولتاژ دو سر کابل های جوشکاری است زمانی که دستگاه روشن است ولی جوشکاری انجام نمی شود.

۲- روش سرباره الکتریکی یکی از روش های ذوبی برای جوشکاری قطعات ضخیم است.

به آرامی نوک الکتروود تنگستن را از کار جدا کنیم (بهتر است به طور مایل) قوس در همان لحظه شکل می گیرد، چون گازهای محافظ راحت یونیزه می شوند. (شکل ۱-۶)



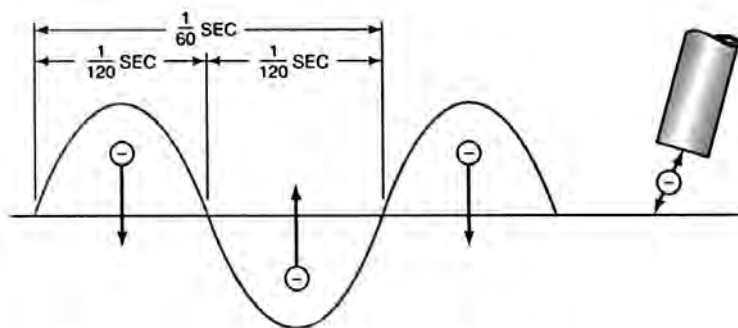
شکل ۱-۶

۱-۲ جریان مناسب در جوشکاری های قوسی

هر دو جریان AC و DC در جوشکاری های قوسی مورد استفاده واقع می شود و مواردی هم وجود دارد که فقط یکی از جریان AC یا DC جواب گوی نیاز جوشکاری است. آیا تفاوت این دو جریان را به خاطر دارید و می دانید که حرکت الکترون ها در یک هادی چگونه است.

جریان مستقیم (DC) یعنی این که الکترون ها در یک جهت حرکت می کنند (یک سو هستند) به عبارت دیگر یکی از قطب ها مثبت و دیگری قطب منفی است علامت جریان DC (=) است.

جریان متناوب (AC) یعنی جهت حرکت الکترون ها دو سویه یا رفت و برگشتی و جای قطب های جریان در هر ثانیه ۵۰ تا ۶۰ بار عوض می شود و علامت جریان (-) است. (شکل ۱-۷)



شکل ۱-۷

جریان الکتریسیته دارای دو عامل مؤثر است یعنی شدت جریان و فشار الکتریکی عامل سوم به مسیر عبور جریان بستگی دارد که مقاومت الکتریکی معروف است. این عامل‌ها را یادآوری کرده و تعریف کاربردی را شرح خواهیم داد.

۱-۲-۱ مزایا و معایب جریان AC

جریان AC مطابق آنچه که در شکل (۷-۱) مشاهده می‌کنید دارای یک موج سینوسی است و در هر ثانیه ۵۰ تا ۶۰ بار جای قطب‌ها عوض می‌شود و لحظه‌هایی هم به صفر می‌رسد در این لحظه قوس قطع می‌شود و دوباره شکل می‌گیرد در بعضی از دستگاه‌های جوشکاری ولتاژ به سمت ولتاژ مدار باز افزایش می‌یابد که باعث دوباره روشن شدن قوس می‌گردد.

● مزایا

دستگاه‌های تولید کننده جریان AC یا ترانسفورماتورهای جوشکاری:

- ◆ ساده‌تر و ارزان‌تر هستند.
- ◆ هزینه نگهداری دستگاه‌ها کمتر است.
- ◆ گرما در کار و الکتروود به طور مساوی تقسیم می‌شود.
- ◆ راندمان اقتصادی بالاتری دارد.
- ◆ وزش قوس یا انحراف قوس ندارد.

● محدودیت‌ها

- ◆ امکان تغییر قطب وجود ندارد.
- ◆ برای جوشکاری بعضی از فلزات مناسب نیست.
- ◆ استفاده از همه نوع الکتروود روپوش دار میسر نیست.
- ◆ پایداری قوس کمتر است.
- ◆ در جوشکاری با آمپرهای کمتر، قوس دچار قطع وصل می‌شود.

۱-۲-۲ مزایا و معایب جریان DC

الف) مزایا

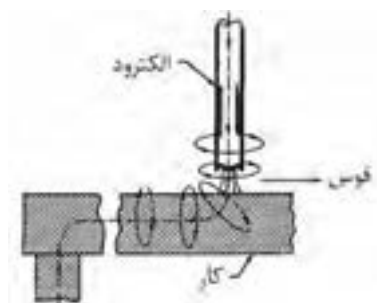
- ◆ قوس راحت‌تر تشکیل می‌شود و پایدارتر است.

- ◆ خطر شوک الکتریکی کمتر است.
- ◆ قوس آرام تر بوده و پاشش جرقه کمتر است.
- ◆ استفاده از همه نوع الکتروودها امکان پذیر است.
- ◆ امکان استفاده از هر دو قطب جریان وجود دارد.
- ◆ دو سوم گرمای قوس الکتریکی در قطب مثبت متمرکز است.
- ◆ جوشکاری در وضعیت های مختلف راحت تر است.

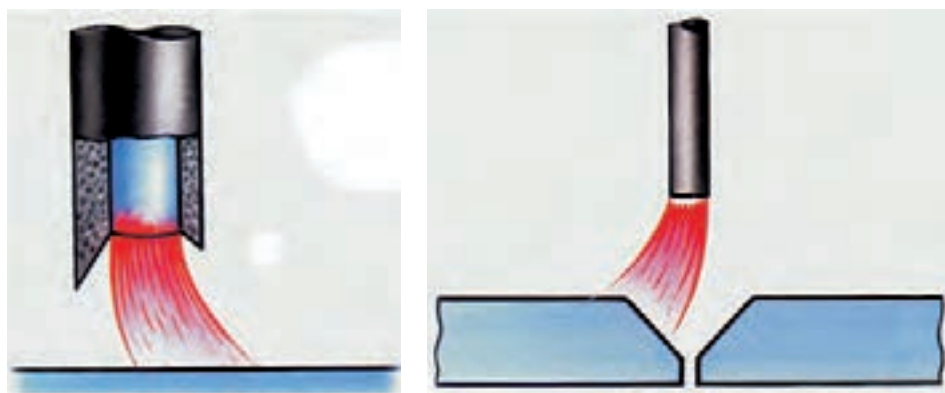
ب) معایب

در جوشکاری با جریان DC گاهی پدیده ای به نام وزش قوس یا دمش قوس (Arc blow) وجود دارد که در جریان AC وجود ندارد.

وزش قوس یا انحراف قوس یعنی این که قوس الکتریکی به طرفی کشیده شود، این انحراف قوس به دلیل وجود حوزه مغناطیسی است که در اطراف مسیر عبور جریان و عمود بر آن شکل می گیرد به شکل (۸-۱) توجه کنید حوزه مغناطیسی عمود بر الکتروود جوشکاری و مسیر عبور جریان از محل اتصال به کابل اتصال تا محل تشکیل قوس شکل می گیرد و باعث انحراف قوس می شود به شکل (۹-۱) توجه کنید.



شکل ۸-۱



شکل ۹-۱

انحراف قوس باعث عیوب زیر می شود:

- ◆ حفره های گازی شکل
- ◆ ناموزون شدن گرده جوش
- ◆ پاشش زیادتر جرقه در انتهای جوش
- ◆ زیر برش یا سوختگی جوش

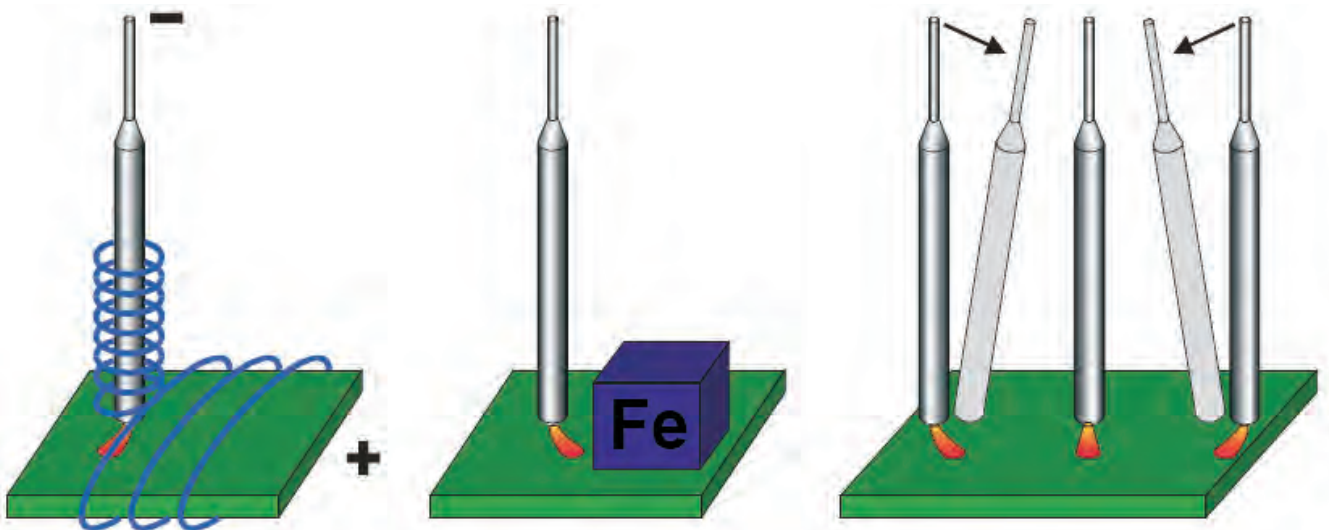
- ♦ ظاهر نامناسب جوش
- ♦ هزینه خرید، تعمیر و نگهداری نسبت به دستگاه‌های AC بالاتر است.

● راه‌های جلوگیری از وزش قوس

- ♦ به حداقل رساندن طول قوس
- ♦ کاهش آمپر جوشکاری
- ♦ انجام جوشکاری به طرف قسمتی که قبلاً جوشکاری شده (تغییر جهت جوشکاری)
- ♦ دور کردن محل اتصال کابل به قطعه کار
- ♦ قرار دادن قطعه کار در وسط حلقه‌ای که توسط کابل انبر یا کابل اتصال درست کرده‌ایم یعنی این که در صورت امکان کابل اتصال به دور قطعه کار پیچیده شود. به منظور ایجاد حوزه مغناطیسی جدید و خنثی کردن اثر وزش قوس

♦ تغییر جریان از DC به AC

در شکل (۱۰-۱) نحوه مقابله با وزش قوس توسط جوشکاری با تغییر زاویه الکتروود مشاهده می‌شود.



شکل ۱۰-۱- روش‌های جلوگیری از انحراف قوسی

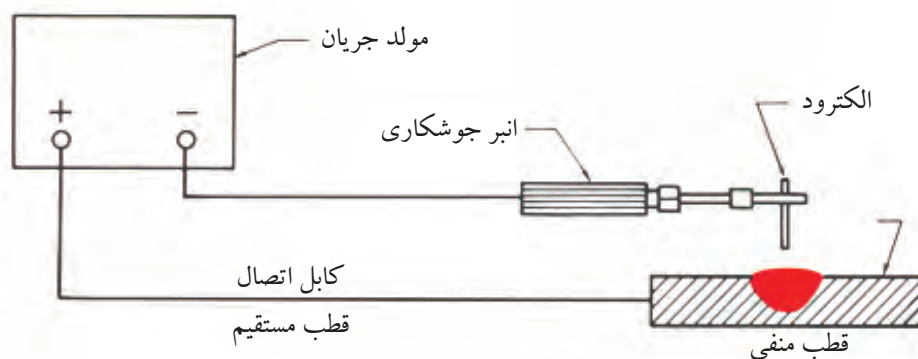
۳-۱ قطب‌های مستقیم و معکوس در جوشکاری

هر دو جریان AC و DC در جوشکاری با الکتروود روپوش‌دار مورد استفاده قرار

می‌گیرد با این تفاوت که وقتی با جریان متناوب AC جوشکاری می‌کنیم قطب مثبت و قطب منفی وجود ندارد و انبر جوشکاری به هر کدام از کابل‌های خروجی دستگاه جوش وصل شود نتیجه کار یکسان خواهد بود گرما در الکتروود و کار به طور مساوی توزیع می‌شود به دلیل این که در جریان متناوب AC در هر ثانیه ۵۰ بار جای قطب‌ها عوض می‌شود، قوس پایداری کمتری دارد و مواردی که ضرورت دارد با آمپر کمتر کار کنیم جوشکاری مشکل‌تر می‌شود مانند جوشکاری افقی عمودی و سقفی و جوشکاری ورق‌های نازک‌تر.

ولی در به کارگیری جریان مستقیم DC که توسط دستگاه رکتی‌فایر یا دینام جوشکاری تأمین می‌شود و انتخاب قطب در اختیار جوشکار است.

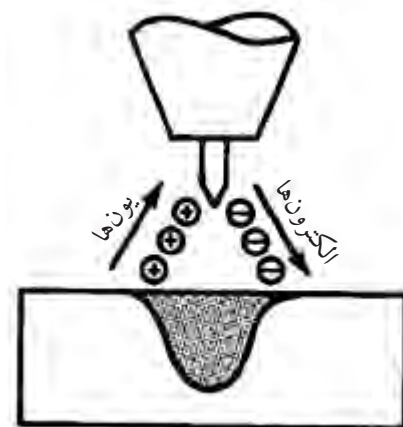
۱- کابل انبر الکتروود گیر را به قطب منفی دستگاه و کابل اتصال را به قطب مثبت دستگاه وصل کنیم. شکل (۱-۱۱)



شکل ۱-۱۱

این حالت را جوشکاری با قطب مستقیم (DC SP) و یا (DC EN) گویند. همان‌طور که در شکل (۱-۱۱) مشاهده می‌کنید جهت حرکت الکترون‌ها از الکتروود به کار است و الکترون‌ها با سرعت زیاد به کار برخورد می‌کنند و به دلیل بمباران الکترونی گرمای زیادی در کار (قطب مثبت) به وجود می‌آید.

در جوشکاری قوس با الکتروود تنگستن الکتروود تنگستن به قطب منفی دستگاه وصل است گرما بیشتر در کار یعنی $\frac{2}{3}$ در کار و $\frac{1}{3}$ در الکتروود توزیع می‌شود (شکل ۱-۱۲) و این امر از ذوب شدن الکتروود تنگستن جلوگیری می‌کند.



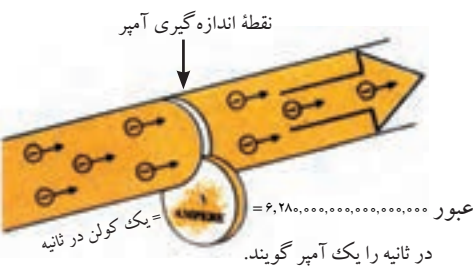
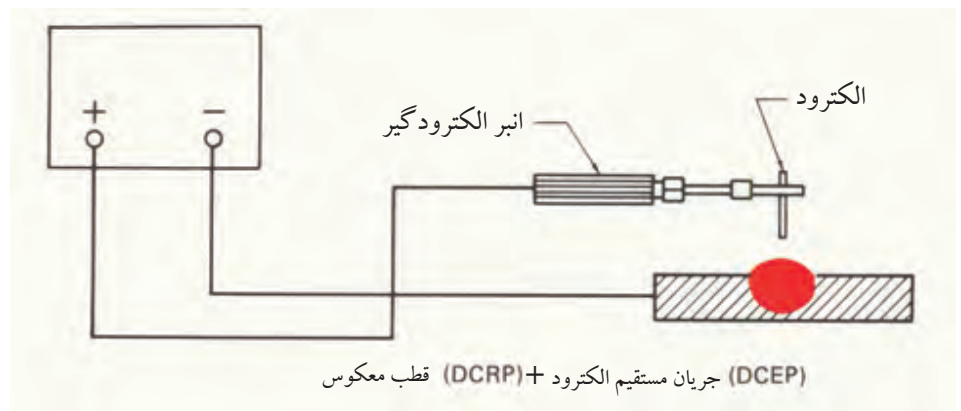
شکل ۱-۱۲

در جوشکاری با الکتروود روپوش دار هم گرما در قطب مثبت بیشتر از قطب منفی است ولی به علت وجود روپوش و بخارات و گازهای حاصل از آن گرما متعادل تر توزیع می شود.

۲- در به کارگیری قطب معکوس (DC RP) یا الکتروود مثبت (= DC EP) در جوشکاری گرما بیشتر در الکتروود توزیع می شود در نتیجه سرعت ذوب الکتروود بیشتر است در روش GMAW یا MIG/MAG و زیر پودری الکتروود به قطب مثبت وصل است زیرا سرعت ذوب بالاتر و راندمان بیشتر لازم است.

همچنین آن دسته از الکتروودها هم که روپوش دیر ذوب تر دارند با این قطب جوشکاری می شوند مثل الکتروود قلیایی در جوشکاری با این قطب (DC RP) عمل تمیزکاری قوس (Arc Cleaning) وجود دارد.

یعنی چون الکترون ها از کار جدا شده و یون ها از الکتروود به کار برخورد می کنند اکسیدهای فلزی در محل تشکیل قوس خرد شده و یا به صورت یک پارچه تشکیل نمی شوند و برای جوشکاری فلزاتی که اکسید دیر ذوب و یک پارچه تشکیل می دهند مثل آلومینیوم و منیزیم بسیار مناسب است. (شکل ۱۳-۱)



شکل ۱۴- نماد عبور الکترون

۴-۱ شدت جریان جوشکاری

تعداد الکترون های عبوری در واحد زمان از یک نقطه از مدار را شدت جریان گویند و با حرف (I) نشان می دهند.

چنانچه تعداد $6/28 \times 10^{18}$ الکترون در یک ثانیه از یک نقطه از مدار عبور کند شدت جریان یک آمپر است که معادل یک کولن در ثانیه است شکل (۱-۱۴).

۵-۱ فشار الکتریکی یا اختلاف پتانسیل

در جریان برق اختلاف سطح الکتریکی موجب جاری شدن الکترون‌ها در سیم شده و هرچه این اختلاف سطح بیشتر باشد فشار الکتریکی هم بیشتر است همان‌طور که می‌دانیم برق فشار قوی در شبکه بین شهرها جاری است برق شهر ۲۲۰ ولت و برق صنعتی بین دو فاز ۳۸۰ ولت اختلاف پتانسیل دارد برق باطری اتومبیل ۱۲ ولت مستقیم است که توسط پلاتین قطع و وصل شده به جریان متناوب تبدیل می‌شود و با عبور از کویل ولتاژ افزایش یافته و از طریق چکش برق و وایر در سر شمع‌های اتومبیل جرقه ایجاد می‌شود همین‌طور در فندک اجاق گاز خانگی با استفاده از ولتاژ بالا جرقه ایجاد می‌شود. هرچه ولتاژ بین دو قطب جریان زیادتر باشد تخلیه الکتریکی (جهش الکترون‌ها) بین دو قطب از فاصله دورتر انجام می‌شود.

برای این که موقع جوشکاری گرما پخش نشود و حفاظت از حوضچه مذاب راحت‌تر باشد. همچنین الکتروود نزدیک به کار ذوب شده و انتقال مذاب به کار راحت‌تر و قابل کنترل باشد. در ضمن جوشکاری با ولتاژ پایین از نظر ایمنی مناسب‌تر است. از جریان الکتریسته با ولتاژ کم و شدت جریان زیاد^۱ استفاده می‌کنیم که هم طول قوس بلند نباشد و هم انرژی لازم برای قوس^۲ فراهم آید و سرعت جوشکاری کافی باشد انرژی مصرفی در جوشکاری از حاصل ضرب اختلاف پتانسیل در شدت جریان به دست می‌آید.

$$W = V.I$$

توان الکتریکی

توان الکتریکی (W) بر حسب وات (W)، اختلاف پتانسیل (V) بر حسب ولت (V) و شدت جریان (I) بر حسب آمپر (A).

۶-۱ مقاومت الکتریکی

چنانچه مسیر برای عبور الکترون‌ها در یک هادی (سیم مسی) باز باشد و یا در مقابل

۱- شدت جریان ۲۵ تا ۳۰۰ آمپر

۲- گرمای ورودی ۵/۰ تا ۱۵ کیلو ژول در ثانیه



شکل ۱-۱۵

عبور الکترون‌ها مانعی نباشد می‌گوییم مقاومت الکتریکی کم و هدایت الکتریکی زیاد است فلزات هادی خوبی برای جریان الکتریسیته هستند انبر الکتروود گیر و کابل‌های حامل جریان به راحتی شدت جریان‌های زیاد را از خود عبور می‌دهند بدون آن‌که گرم شوند ولی سیم اجاق و بخاری برقی مقاومت الکتریکی زیاد دارند و در اثر عبور جریان گرم می‌شوند. شکل (۱-۱۵)

در یک مدار الکتریکی رابطه زیر برقرار است:

$$V = I.R \text{ یا } I = \frac{V}{R} \text{ و } R = \frac{V}{I}$$

واحد مقاومت الکتریکی (R) اهم است، اگر شدت جریان یک آمپر از سیمی که مقاومت آن یک اهم است عبور کند اختلاف پتانسیل دو سر سیم یک ولت خواهد بود در فرایند نقطه جوش و سایر جوش‌های مقاومتی از مقاومت الکتریکی فلزات استفاده می‌شود.

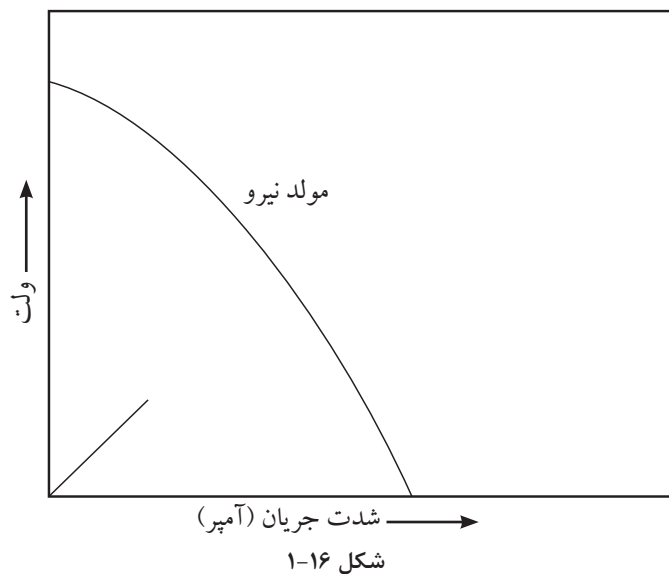
در جوشکاری SMAW با وجود یونیزه شدن قوس باز هم مقاومت زیادی جهت عبور جریان وجود دارد و گرمای زیادی بین 5000°C - 6000°C درجه سانتی‌گراد تولید می‌شود ولی در اتصالات کابل به دستگاه و کابل به انبر و به الکتروود نباید مقاومت الکتریکی زیادی وجود داشته باشد زیرا باعث افت ولتاژ در قوس می‌شود.

همچنین شدت جریان برای هر الکتروود روپوش‌دار محدوده مشخص دارد که توسط سازنده الکتروود تعیین می‌شود و باید رعایت شود تا از حد مجاز بیشتر نباشد در غیر این صورت الکتروود مصرف شدنی سرخ شده و روپوش آن آسیب می‌بیند.

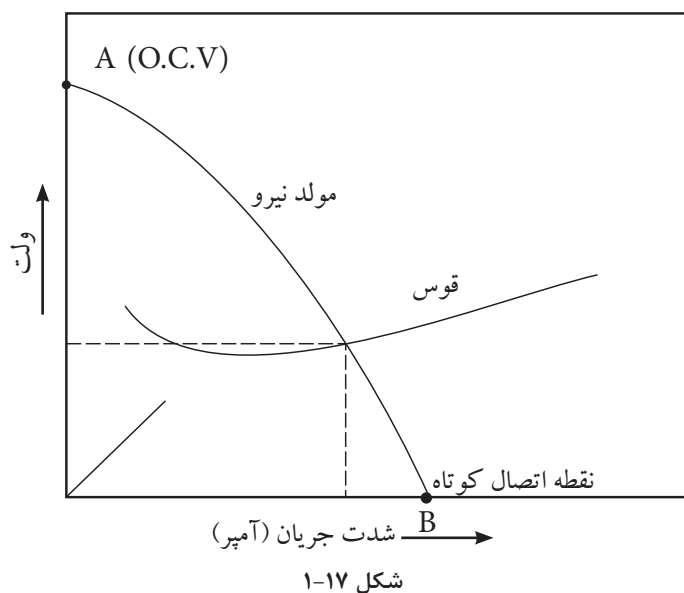
● نمودار ولت آمپر قوس الکتریکی

زمان استفاده از قوس، جوشکار سرعت پیشروی را برای ایجاد جوش یکنواخت تنظیم می‌کند و نیاز به قوس الکتریکی با ولتاژ و شدت جریان ثابت دارد چون ولتاژ و شدت جریان با هم ارتباط دارند، به ازای مقادیر مختلف جریان این رابطه به صورت یک منحنی شکل می‌گیرد که به منحنی قوس معروف است.

اگر منحنی ولت آمپر با توجه به قانون اهم $V = IR$ ترسیم شود که در آن با افزایش جریان به صورت تابع خطی ولتاژ افزایش یابد منحنی به شکل خط صاف در می‌آید ولی شیب منحنی نمودار قوس الکتریکی تابعی از نوع فلز الکتروود و آتمسفر موجود در فضای گازی قوس الکتریکی می‌باشد به شکل (۱-۱۶) توجه کنید.



اگر نمودار شدت جریان و ولتاژ خروجی دستگاه جوشکاری ترسیم شود مطابق شکل (۱-۱۷) یعنی روی ستون عمودی ولتاژ مدار باز و ستون افقی شدت جریان‌های جوشکاری علامت‌گذاری شود این منحنی با منحنی قوس در نقطه‌ای به هم می‌رسند که آن نقطه شدت جریان و ولتاژ جوشکاری را نشان می‌دهد.

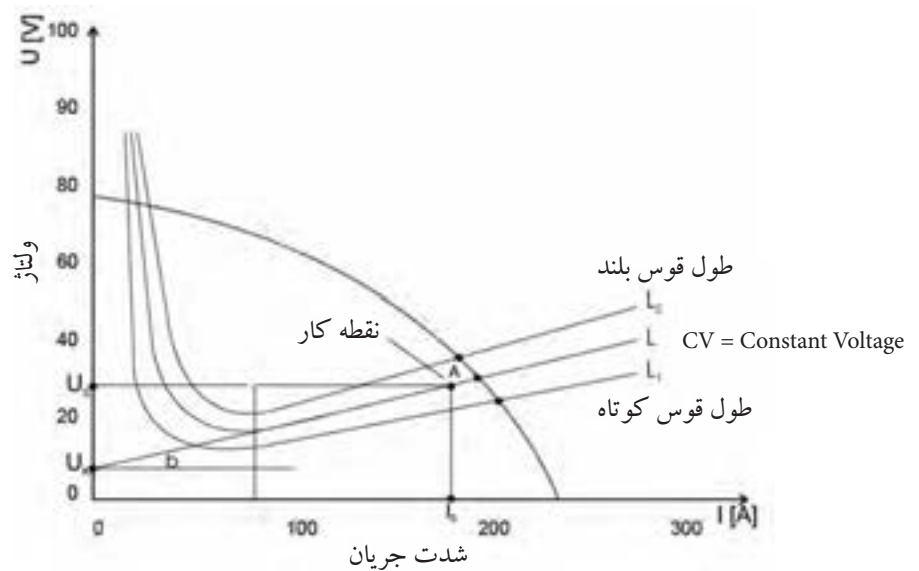


زمانی که شدت جریان حداکثر است یعنی اتصال کوتاه بین الکتروود و کار برقرار شده ولتاژ بین الکتروود و کار به صفر نزدیک است ادامه این اتصال کوتاه باعث سوختن دستگاه جوشکاری خواهد شد.

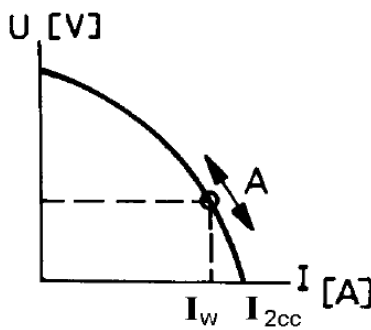
و زمانی که دستگاه روشن است و جوشکاری انجام نمی‌شود ولتاژ حداکثر است که به ولتاژ مدار باز یا (O.C.V) معروف است.

با افزایش طول قوس ولتاژ افزایش یافته و شدت جریان کاهش می‌یابد و بر عکس.

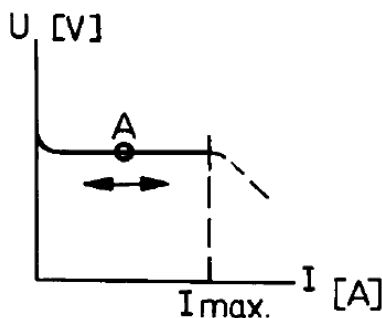
(شکل ۱-۱۸)



شکل ۱-۱۸



نمودار دستگاه جریان ثابت



نمودار دستگاه ولتاژ ثابت

ولتاژ قوس و شدت جریان مصرفی زمانی است که قوس الکتریکی برقرار است و در شکل ۱-۱۸ مشاهده می‌شود و ولت متر در حدود نصف ولتاژ مدار باز و آمپر متر میزان آمپر مصرفی را نشان می‌دهد.

دستگاه‌های مولد قدرت با این نوع خروجی به عنوان نمودار نزولی یا دستگاه‌های «جریان ثابت» می‌نامند ولی این نام گذاری کاملاً دقیق نیست زیرا جریان خروجی در اثر تغییر شدت جریان جزیی تغییر ولتاژ را نشان می‌دهد در جوشکاری SMAW و GTAW دستگاه مولد قدرت این گونه‌اند.

در فرایند زیر پودری SAW و جوشکاری با گاز محافظ و الکتروود مصرفی GMAW

شکل ۱-۱۹- منحنی ولت آمپر در جریان CV

دستگاه مولد قدرت دارای سیستم ولتاژ ثابت است و جوشکار با تغییرات ولتاژ توسط کلید گردان سرعت ذوب را کم و زیاد می کند و با تغییرات سرعت سیم شدت جریان به میزان لازم کاهش یا افزایش می یابد. (شکل ۱۹-۱)

۷-۱ اثر پارامترهای متفاوت در ولتاژ قوس فرایند SMAW

پارامترهای شدت جریان و ولتاژ قوس با توجه به نوع پوشش، ضخامت پوشش، جنس فلز الکتروود و طول قوس در ارتباط است. مطابق قانون اهم شدت جریان و ولتاژ عکس یکدیگرند این موضوع در دستگاه جوشکاری صادق است ولی در قوس الکتریکی ممکن است در شدت جریان های پایین بر خلاف قانون اهم اتفاق افتد و طبق رابطه زیر خواهد بود.

$$ur = k + \frac{L \times d}{10 \times S} \times I$$

K = ضریب ثابت ماده

I = (آمپر) شدت جریان

S = (برحسب میلی متر مربع) سطح مقطع الکتروود

ur = (ولت) ولتاژ قوس

L = (میلی متر) طول قوس

d = (میلی متر) قطر الکتروود

ضریب K به جنس الکتروود و میزان افت ولتاژ در کاتد (-) یا آند (+) بستگی دارد و برای فولادها در این روش عدد ۱۲ منظور می شود.

۱- در این فرمول چنانچه پارامترها ثابت باشد و فقط جریان افزایش پیدا کند ولتاژ هم افزایش می یابد.

۲- چنانچه فقط قطر الکتروود افزایش یابد ولتاژ قوس کاهش می یابد.

۳- چنانچه طول قوس افزایش یابد ولتاژ قوس هم افزایش می یابد.

مثال: در جوشکاری با الکتروود $d = 4\text{mm}$ شدت جریان ۱۵۰ آمپر و طول قوس ۳/۰۰ میلی متری باشد. مطلوب است؟

الف. ولتاژ قوس را حساب کرده و با ولتاژ حاصل از فرض های (ب، ج ود) مقایسه کنید.

ب. شدت جریان را ۲۰۰ آمپر فرض کنید.

ج. قطر الکتروود $d = 5\text{mm}$ آمپر فرض شود.

د. طول قوس را ۴ میلی متر فرض کنید.

سوالات پایانی فصل اول



- ۱- یکی از مشکلاتی که روپوش الکتروود به وجود می آورد کدام است؟
الف) عایق بودن
ب) سبک تر بودن از مذاب
ج) مانع اتوماسیون شدن
د) فاصله کم دست تا حوضچه مذاب
- ۲- در کدام روش شروع قوس، الکتروود با کار اتصال برقرار نمی کند؟
الف) تماس
ب) استفاده از فرکانس بالا
ج) روش دور کردن تورچ از کار
د) با استفاده از واسطه بین الکتروود و کار
- ۳- ولتاژ مدار باز یعنی ولتاژ بین انبر الکتروودگیر و انبر اتصال وقتی که
الف) الکتروود به انبر اتصال وصل شده است
ب) دستگاه خاموش است
ج) در حال جوشکاری هستیم
د) وقتی دستگاه روشن و جوشکاری انجام نمی شود
۴- به غیر از شدت جریان و فشار الکتریکی عامل سوم که در عبور جریان از هادی نقش دارد کدام است؟
الف) نوع جریان
ب) فرکانس جریان
ج) مقاومت الکتریکی هادی
د) سیکل جریان
- ۵- جا به جا کردن کابل انبر و اتصال در کدام دستگاه تفاوتی ایجاد نمی کند؟
الف) رکتی فایر
ب) ترانسفورماتور
ج) دینام کارگاهی
د) دینام جوش سیار
- ۶- شدت جریان مناسب برای هر الکتروود توسط تعیین می شود.
الف) کارخانه سازنده الکتروود
ب) فروشنده الکتروود
ج) جوشکار
د) ضخامت قطعه جوش دادنی
- ۷- چرا استفاده از طول قوس بلند در جوشکاری مطلوب نیست؟

پاسخ:

.....

.....

.....

۸- در جوشکاری های قوسی بالاترین تغییر حالت فلز کدام است؟

الف) گرم شدن و افزایش حجم ب) بخار شدن

ج) ذوب شدن د) یونیزه شدن

۹- در جوشکاری آلومینیوم از کدام گزینه استفاده می شود؟

الف) AC/DC ب) DCRP

ج) DCSP د) AC

۱۰- دستگاه جوشکاری با الکتروود روپوش دار دارای کدام نوع منحنی است؟

الف) نزولی ب) خطی با زاویه 45°

ج) خطی و افقی د) همه موارد



فصل دوم

ایمنی در جوشکاری

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. مخاطرات اصلی در جوشکاری با قوس الکتریکی را نام ببرد.
۲. اشعه‌ها و تأثیرات زیان‌بار هر کدام را تشریح کند.
۳. گازها و بخاراتی که برای جوشکار زیان‌بار است نام ببرد.
۴. روش‌های مختلف تهویه گازهای حاصل از جوشکاری را نام ببرد.
۵. مزایای رعایت دستورالعمل‌های ایمنی را تشریح کند.

— تعریف ایمنی در جوشکاری

در سال گذشته در خصوص ایمنی عمومی و ایمنی در خصوص جوشکاری با شعله گاز مطالبی یادآور شدیم در این بخش در مورد جوشکاری با قوس الکتریکی مطالبی فرا خواهید گرفت.

جوشکاری هم مانند سایر عملیات که در صنایع فلزی به کار گرفته می‌شود دارای مخاطراتی مربوط به خود است که اگر مورد مطالعه و توجه نباشد برای خود جوشکار و کارگرانی که در مجاورت او به کار اشتغال دارند تهدید جدی وجود دارد سرپیچی از تدابیر ایمنی و بی توجهی به مقررات خطراتی را در بر خواهد داشت و حتی ممکن است منجر به از دست دادن جان انسان‌ها شود.

حوادث حین کار موجب خسارات مادی یا جانی شده و عواقب و پیامدهای ناگواری را به همراه دارد، به طور کلی جوشکاری حرفه مخاطره آمیزی نیست به شرط اینکه همیشه اقدامات احتیاطی و ضروری معمول گردد مزایای توجه به مقررات ایمنی عبارتند از:

● برای کارگران

- ۱- کاهش فشار ناشی از کار
- ۲- کاهش جراحات و صدمات
- ۳- کاهش حوادث
- ۴- افزایش راحتی
- ۵- افزایش رفاه و تندرستی
- ۶- افزایش بهداشت کار
- ۷- افزایش روحیه

● برای کارفرما

- ۱- افزایش کیفیت محصول
- ۲- افزایش کارآیی کارکنان
- ۳- استفاده بهتر از نیروی انسانی
- ۴- کاهش حوادث

۵- کاهش خطاها

۶- کاهش مخارج درمانی

۷- کاهش مخارج تولید

۸- داشتن آرامش بیشتر

۲-۱- مخاطرات اصلی در جوشکاری با قوس الکتریکی عبارتند از:

۱- شوک الکتریکی

۲- تشعشع پرتوها

۳- استنشام دود و گاز

۴- پاشیدن جرقه از مذاب

۱-۱-۲ شوک الکتریکی

شوک الکتریکی زمانی حادث می‌شود که جریان الکتریسیته از مسیر قلب بگذرد و یک واکنش ماهیچه‌ای را باعث شود.

به طور کلی عبور جریان بیشتر از یک میلی‌آمپر از بدن، باعث احساس یک شوک می‌شود.

عبور جریان‌های بالاتر از ۲۵ میلی‌آمپر از بدن باعث از کار افتادن قلب می‌شود. جوشکار نباید با ولتاژی که بتواند جریانی بیشتر از یک میلی‌آمپر را از بدن عبور دهد کار کند.

برق جوشکاری دارای ولتاژ پایین است و از نظر برق‌گرفتگی هم کم خطر است ولی کابل‌های ورودی به دستگاه دارای ولتاژ بالا حداکثر تا ۴۱۵ ولت هستند که بسیار خطرناک بوده و باید کاملاً محافظت شوند تا در تماس با اجسام داغ، تیز و بُرنده نباشند. ولتاژ مدار باز دستگاه‌های جوشکاری به طور معمول باید زیر ۹۰ ولت باشند. دستگاه‌های جوشکاری امروزی طوری طراحی شده‌اند که وقتی روشن می‌شوند ابتدا ولتاژ کمی در دو سر کابل وجود دارد و موقع تماس الکتروود به کار ولتاژ مدار باز مناسب به طور اتومات جریان می‌یابد.



به نکات زیر توجه و در اجرا به آن عمل کنید:

- ۱- اتصال کابل تغذیه دستگاه و تابلو برق باید توسط کلید و فیوز مناسب انجام شده باشد.
 - ۲- اطمینان حاصل کنید که کابل ورودی به دستگاه دارای عایق‌بندی خوب بوده و برای ولتاژ تا ۴۱۵ ولت مناسب باشد.
 - ۳- مطمئن شوید که دستگاه به سیستم ارت و اتصال به زمین مجهز باشد.
 - ۴- هنگام کار با دست کش خشک کار کنید.
 - ۵- هنگام جوشکاری از کفش‌های مناسب که دارای کف عایق بوده و یا از یک عایق زیر پا مانند تخته چوب استفاده کنید.
 - ۶- توجه داشته باشید تجهیزات برق‌رسانی و سیم‌کشی برق قادر به عبور جریان لازم برای کار مورد نظر باشد.
 - ۷- هنگام برق‌گرفتنی به شخص برق‌گرفته دست نزنید و کلید اصلی برق ورودی را قطع کنید.
 - ۸- وصل کابل‌های جوشکاری باید زمان خاموش بودن دستگاه صورت گیرد.
 - ۹- تعویض الکتروود خصوصاً در ارتفاع باید با دست‌کش انجام شود.
- در جداول (۱-۲) و (۲-۲) مخاطرات جریان برق در کارگاه جوشکاری را ملاحظه کنید.

جدول ۱-۲ مخاطرات جریان برق در جوشکاری مدارهای ولتاژ بالا
(کابل برق ورودی و مدارهای مربوط به آن)

خطا یا اشتباه	مخاطرات
۱- نصب و راه‌اندازی غلط	آتش‌سوزی، شوک الکتریکی، خط مرگ، آسیب دیدن تجهیزات
۲- استفاده از فیوز با ظرفیت بالا	بالا رفتن دمای وسایل و تجهیزات، آسیب رسیدن به تجهیزات و آتش‌سوزی
۳- نداشتن اتصال زمین دستگاه جوشکاری و سیستم مربوط	شوک الکتریکی، در شرایط حاد سوختگی یا مرگ

جدول ۲-۲ مدارهای ولتاژ کم جریان خروجی دستگاه با شدت جریان زیاد

خطا یا اشتباه	مخاطرات
۱- نبودن اتصال زمین	شوکت الکتریکی و در شرایط حاد سوختگی و خطر مرگ
۲- مخدوش بودن کابل و لقی اتصالات کابلی	برقراری قوس کوچک بین کابل و یا اتصال کابل به قطعات فلزی که به زمین وصل باشند موجب آتش سوزی می شود.
۳- کابل جوشکاری ضعیف با ظرفیت کم	گرم شدن کابل و بوجود آمدن یک مقاومت بین اتصالات و گرم شدن و صدمه زدن به اتصالات خواهد شد در نتیجه احتمال آتش سوزی و آسیب رسیدن به تجهیزات و سوختن دستگاه خواهد شد.
۴- نامناسب بودن اتصالات برقی	گرم شدن اضافی، سوختگی و آتش سوزی
۵- نامناسب بودن مسیر جریان برگشت یا کابل اتصال	هدر رفتن جریان، افت ولتاژ جریان جوشکاری، گرم شدن اضافی در اتصالات لق و آتش سوزی

۲-۱-۲ تشعشع پرتوها

قوس الکتریک دارای سه نوع اشعه است:

۱- اشعه قابل رؤیت (روشنایی) (VL) Visible Light

۲- اشعه ماوراء بنفش (UV) Ultra Light

۳- اشعه مادون قرمز (IR) Infrared Light

نور مرئی قوس الکتریک بسیار شدید بوده و برای چشم مضر و برای دید مناسب نیست و مانند نور شدید خورشید در روزهای برفی باید از عینک دودی استفاده کرد تا درصد کمتری از آن به چشم برسد. اشعه ماوراء بنفش غیر قابل رؤیت بوده چون دارای طول موج کمتر از $4/0$ است. برای چشم و پوست و مو و مخاط تنفسی خطر دارد. عدسی چشم انسان در معرض اشعه ماوراء بنفش باعث برق زدگی می شود که دردناک بوده و باعث جاری شدن اشک چشم و عدم تحمل نور می گردد. اشعه مادون قرمز هم دارای طول موج بیشتر از $7/0$ می باشد موجب آسیب رسیدن به پوست (مثل سوختگی صورت و گردن در کنار دریا) شده و خطر آب مروارید در چشم را به دنبال دارد

و علاوه بر جوشکاران بی توجه افرادی هم که در مجاورت عملیات جوشکاری کار می‌کنند دچار مشکلات برق زدگی در چشم می‌شوند. لذا باید به افرادی که در محدوده قوس جوشکاری کار می‌کنند آگاهی داده شود تا با چشم غیر مسلح به قوس الکتریکی نگاه نکنند. انعکاس قوس از سطوح صیقلی و براق هم مخاطره‌آمیز است جوشکاران باید از ماسک جوشکاری که دارای شیشه تار مناسب است استفاده کنند و اطراف کار جوشکاری هم باید توسط پرده‌های برزنتی نسوز حفاظدار شود. در جدول (۲-۳) شماره شیشه‌های ماسک و عینک برای جوشکاری‌های مختلف معین گردیده است.

جدول ۲-۳ شماره شیشه‌های ماسک در شرایط مختلف جوشکاری

شماره شیشه	موارد استفاده	درصد اشعه‌های عبوری از شیشه		
		نور غیر مضر	مادون قرمز	ماوراء بنفش
شماره ۲	انعکاس نور شدید و گرمکاری قطعات	٪۲۸	٪۰/۸۷	٪۱/۰۷۵
شماره ۳	لحیم نرم با شعله	٪۱۶	٪۰/۴۳	٪۱/۰۳۵
شماره ۴	لحیم سخت با شعله استیلین	٪۶/۵	هیچ	٪۱/۰۹۷
شماره ۵	جوشکاری و برشکاری سبک استیلین	٪۲	هیچ	٪۰/۰۴۶
شماره ۶	استاندارد جوشکاری اکسی استیلین	٪۰/۸	هیچ	هیچ
شماره ۸	جوشکاری سنگین گاز، برشکاری و جوشکاری برق تا ۷۵ آمپر	٪۰/۲۵	هیچ	هیچ
شماره ۱۰	جوشکاری و برشکاری برق بین ۷۵ تا ۲۵۰ آمپر	٪۰/۰۱۴	هیچ	هیچ
شماره ۱۲	جوشکاری و برشکاری برق بالاتر از ۲۵۰ آمپر	٪۰/۰۰۲	هیچ	هیچ
شماره ۱۴	جوشکاری و برشکاری با الکتروود کربنی	٪۰/۰۰۰۳	هیچ	هیچ

۳-۱-۲ تولید دود و گاز

دمای زیاد قوس «که از سوختن پوشش فلزات و پوشش الکتروود و کثیفی سطح قطعه کار» یا درجه حرارت زیاد قوس باعث سوختن روپوش الکتروود شده که موجب دود، گازهای مختلف، گرد و غبار و... می‌شود که موجب تولید دود، گازهای مختلف و گرد و غبار و بخارات فلزی در قوس و اطراف آن می‌شود.

این ذرات معلق و گازها برای مجاری تنفسی جوشکاران زیان‌بخش بوده که به ترکیب شیمیایی آنها بستگی دارد البته حداکثر غلظت مجاز که جوشکار می‌تواند در معرض آن

قرار گیرد توسط سازمان‌های ذی‌ربط تعیین و اعلام می‌شود عمده گازهایی که تولید می‌شوند عبارتند از:



● **منواکسید کربن (CO) =** که از سوختن ناقص کربن و تجزیه ترکیب کربنی شکل می‌گیرد گازی است بی‌رنگ و بی‌بو، که از هوا سبک‌تر است و حداکثر میزان مجاز آن ۵۵-۵۰ میلی‌گرم در یک متر مکعب هوا است. در جوشکاری با الکتروود روپوش‌دار و از تجزیه گاز در جوشکاری با گاز محافظ CO_2 و همچنین موقع جوشکاری قطعات رنگ شده به وجود می‌آید.

تنفس این گاز موجب سرگیجه، تهوع و استفراغ شده و تاری دید را موجب می‌شود.

● **گاز کربنیک (CO_2):** در جوشکاری SMAW و GMAW روی فولادها با الکتروودهای روپوش‌دار از سوختن سلولز، گرافیت و از تجزیه کربنات کلسیم موجود در روپوش مقدار زیادی گاز CO_2 به عنوان گاز محافظ به وجود می‌آید در جوشکاری با گاز CO_2 ناحیه قوس و اطراف آن را پوشش می‌دهد و باعث می‌شود که فضای تنفسی جوشکار را اشغال نموده موجب کاهش شدید اکسیژن شود تراکم بیش از ۵۰۰۰ میلی‌گرم در متر مکعب باعث مسمومیت می‌شود.

● **گازهای N_2O و N_2O_2 و NO =** از ترکیب اکسیژن با ازت هوا که در گرمای قوس به وجود می‌آید به ویژه زمانی که با برشکاری پلاسمای هوا کار می‌کنیم به مقدار زیاد تولید می‌شود و حداکثر مجاز این گازها ۹ میلی‌گرم در متر مکعب است و عملیات جوشکاری و برشکاری در فضاهای محدود بدون تهویه مناسب مخاطره‌آمیز است.

● **گاز اوزن O_3 =** گازی فعال است و باعث صدمه زدن به مجاری تنفسی می‌شود و اکسیژن هوا در مجاورت اشعه ماورای بنفش تبدیل به اوزون می‌شود. $3O_2 \rightarrow 2O_3$ ناگفته نماند که از برخورد گاز اوزن به جسم جامد واکنش فوق‌برگشت‌پذیر خواهد بود و خطر رفع می‌شود.

● بخارات فلزی

دمای قوس از دمای غلیان و جوشیدن فلزات بالاتر است لذا در مرکز قوس، فلزات تبخیر شده و بخارات فلزی تولید می‌شود مغز فلزی الکتروودها می‌توانند بخارات منگنز، مولیبدن، کروم، نیکل، آلومینیوم، مس، قلع و غیره تولید کنند.

استنشاق بخارات تازه تولید شده در قوس ممکن است منجر به عارضه‌ای به نام تب بخارات فلزی شود بخارات فلز روی که موقع جوشکاری لوله‌ها و ورق‌های گالوانیزه تولید می‌شود یکی از شایع‌ترین موارد ابتلا به تب بخارات فلزی است. نوشیدن شیر و آب‌میوه پس از عملیات جوشکاری برای رفع مشکلات تنفسی توصیه شده است.

● کنترل و کاهش میزان آلودگی‌های گازی

سه روش برای این منظور به کار گرفته می‌شود:

اول تهویه عمومی کارگاه با تهویه مناسب، تا همه کسانی را که در کارگاه جوشکاری کار می‌کنند از آن بهره‌مند شوند. (شکل ۲-۱)

دوم می‌توان به وسیله قرار دادن یک لوله از محل تشکیل (قوس الکتریکی) دود و گازها را انتقال داد. (تهویه موضعی)

سوم می‌توان هوای داخل ماسک جوشکاری را جا به جا نمود یعنی هوای تازه از طریق لوله‌ها که به ماسک وصل است جهت تنفس جوشکار به ماسک هدایت کرد. (شکل ۲-۲)

۴-۱-۲ پاشش جرقه از مذاب

جرقه‌هایی که از قوس پرتاب می‌شوند و همچنین جرقه‌های ناشی از سنگ سنباده دستی که زمان سنگ‌زنی تولید می‌شود می‌تواند موجب سوختگی بدن جوشکار و آسیب رسیدن به چشم افراد شده و یا آتش‌سوزی را موجب شود لذا رعایت نکات ایمنی زیر ضروری است:

(۱) از لباس کار نخی با جیب‌های دربسته و شلوار کار با دمپای مناسب و پابند چرمی نسوز استفاده می‌شود.

(۲) از پوشیدن لباس کار چرب و کار در فضای آغشته به چربی و روغن و سایر مواد اشتعال‌زا خودداری کنید.

(۳) جوشکاری و برشکاری و سنگ‌زنی در جوار مخازن و انبار مواد سوختنی و محیط‌هایی که امکان نشت گاز سوختنی وجود دارد باید تحت نظارت مسئول بهداشت و ایمنی کارگاه انجام شود.

(۴) از پرتاب ته‌الکتروود به اطراف خودداری کنید و آنها را در ظرف مخصوص بریزید.



شکل ۲-۱



شکل ۲-۲



شکل ۲-۳

۵) موقع پاک کردن شلاکه (گل جوش) از روی جوش (خط جوش) از عینک محافظ شیشه سفید استفاده کنید.

۶) موقع جوشکاری غیر از حالت سطحی از کلاه و شانه بند نسوز یا سر بند چرمی نسوز مناسب استفاده کنید. شکل (۲-۳)

سؤالات پایانی فصل دوم



۱- کدام گزینه در مورد ایمنی در جوشکاری SMAW نادرست است؟

الف) حتی با رعایت مقررات و دستورات ایمنی باز هم جوشکاری حرفه مخاطره آمیزی است.

ب) روحیه جمعی کارکنان یک کارگاه به ایمنی وابسته است.

ج) رعایت مقررات ایمنی باعث افزایش کیفیت محصول می شود.

د) عبور جریان برق از بدن انسان باعث واکنش ماهیچه ای می شود.

۲- کدام گزینه خطرناک تر است؟

الف) کابل اتصال و کابل انبر جوشکاری اگر زخمی شده باشد.

ب) کابل های ورودی اگر عایق کافی نداشته باشند.

ج) دستگاه جوشکاری خاموش باشد و کلید اصلی برق قطع باشد.

د) جوشکاری در کابین جوشکاری انجام شود.

۳- کدام اشعه موجب تولید گاز اوزن می شود؟

الف) نور شدید

ب) مادون قرمز

ج) ماوراء بنفش

د) گزینه ب و ج

۴- بخارات کدام فلزات موجب تب بخارات فلزی می شود؟

الف) منگنز

ب) مولیبدن

ج) روی

د) آلومینیوم

۵- تنفس کدام گاز موجب سرگیجه، تهوع و تاری دیده می شود؟

الف) CO_2

ب) N_2

ج) CO

د) O_2

۶- جوشکاری در کدام محل باید تحت نظارت مسئول ایمنی باشد؟

الف) محیط های سرباز و هوای آزاد

ب) مکان هایی که تعدادی مشغول به کار هستند.

ج) حوالی خطوط لوله گاز و مواد قابل اشتعال.

د) ارتفاع و روی داربست.

۷- آیا گاز اوزون یک گاز پایدار است؟

الف) بلی ب) خیر

۸- در کدام گزینه گازهای اکسید ازت فراوان تولید می شود؟

الف) برشکاری اکسی استیلن ب) جوشکاری SMAW

ج) برشکاری پلاسما د) برشکاری لیزری



فصل سوم

تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری SMAW

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری را نام ببرد.
۲. دستگاه‌های مختلف تأمین قدرت در جوشکاری را تشریح کند.
۳. نحوه تغییر آمپر در رکتی فایرها را معرفی کند.
۴. سیکل کاری دستگاه‌ها را به طور کامل شرح دهد.
۵. علت استفاده از وضعیت دهنده‌ها را شرح دهد.
۶. نحوه تغییر آمپر در ترانسفورماتورها را توضیح دهد.

— تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری SMAN

ترانسفورماتور، رکتی فایر و دینام جوشکاری برای تأمین قدرت در جوشکاری قوسی مورد استفاده قرار می گیرند.

وظیفه این دستگاهها تأمین جریان الکتریسته مناسب برای جوشکاری است که امکان تنظیم آمپر در آنها فراهم باشد.

۳-۱ ترانسفورماتورهای جوشکاری

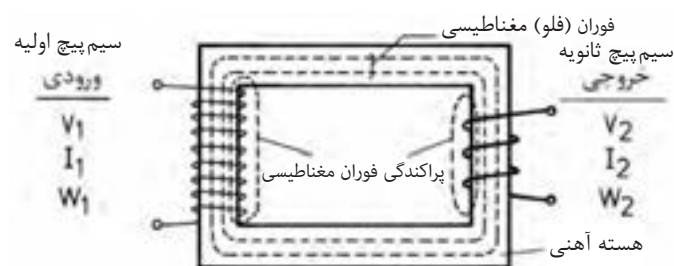
مبدل جریان هستند یعنی ولتاژ برق ورودی که ۲۲۰ و ۳۸۰ ولت است را به برق ولتاژ پایین برای جوشکاری تبدیل می کنند و به آنها ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ گویند و دارای قسمت های زیر می باشد. شکل (۳-۱)

هسته آهنی: که از ورقه های نازک فولادی که درصد سیلیسم آنها بیشتر از فولادهای معمولی است استفاده شده است تا خاصیت آهن ربایی را در خود ذخیره نکند. همچنین به دلیل لایه های نازک عایق که بین ورقه ها وجود دارد از گرم شدن بیش از حد آنها جلوگیری می کند.

سیم پیچ ها: یکی سیم پیچ اولیه که از سیم عایق دار نازک با تعداد حلقه های زیاد روی هسته پیچیده شده است مطابق شکل (۳-۲) به برق ورودی وصل می شود و حوزه مغناطیس متغیر (یا میدان مغناطیسی) در هسته ایجاد می کند.



شکل ۳-۱



شکل ۳-۲

و دیگر سیم پیچ ثانویه است که دارای تعداد حلقه های کمتر و با قطر بیشتر بوده و میدان مغناطیسی از وسط آن عبور می کند، میدان مغناطیسی باعث می شود الکترون های آزاد سیم تحریک شده و جریان الکتریکی در سیم پیچ ثانویه به وجود آید که جریان القایی نام دارد که ولتاژ کمتری از ولتاژ اولیه دارد (ترانسفورماتور کاهنده) ولتاژ ثانویه

با نسبت تعداد دورهای سیم پیچ اولیه به تعداد دور سیم پیچ ثانویه (ضریب تبدیل) بستگی دارد و روابط زیر برقرار است:

$$N_1 = \frac{N_2}{N_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$N_2 = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

که در آن I_1 و V_1 شدت جریان و ولتاژ ورودی دستگاه و I_2 و V_2 شدت جریان و ولتاژ خروجی جوشکاری است.

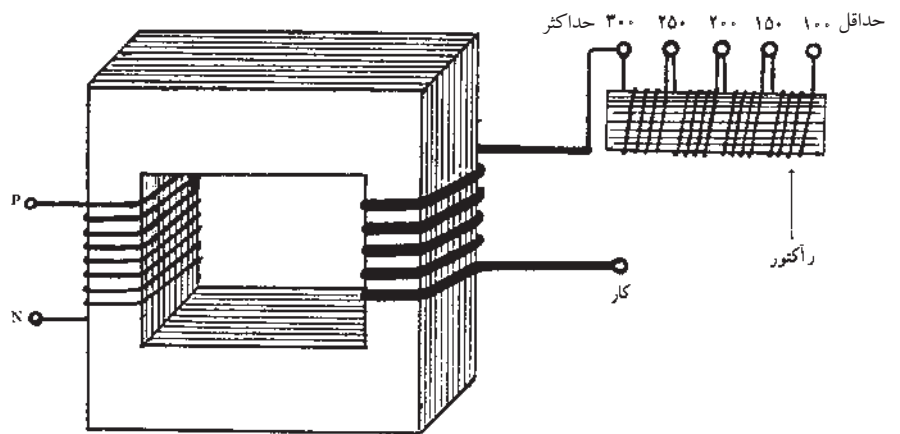
کلید اصلی قطع و وصل دستگاه سر راه جریان ورودی قرار دارد به علاوه دارای یک فن برای خنک شدن هسته سیم پیچ ها در آن تعبیه شده است.

۱-۱-۳ تغییر آمپر در ترانسفورماتور جوشکاری

برای جوشکاری فلزات مختلف و اتصالات گوناگون با ضخامت های متفاوت، ضرورت دارد که الکترودهای روپوش دار با جنس مغز فلزی و جنس روپوش و همچنین قطرهای متفاوت به راحتی قابل استفاده باشد، لذا باید آمپر جوشکاری قابل تنظیم باشد، پس لازم است روشی برای کم و زیاد کردن آمپر در دستگاه های جوشکاری تدارک شده باشد. در ترانسفورماتورهای جوشکاری به چند طریق تغییر آمپر عملی می شود.

● تغییر آمپر پله ای

در این روش مطابق شکل (۳-۳) یک سر سیم پیچ ثانویه از طریق یک راکتور عبور داده می شود، در این راکتور همانطور که در شکل ملاحظه می شود ترمینال های متعدد برای دریافت جریان جوشکاری وجود دارد و هر چه تعداد دورهای سیم پیچ راکتور بیشتر در مدار باشد تأثیر متقابل هسته بر عبور جریان بیشتر بوده و شدت جریان کاهش می یابد و بر عکس، مثلاً در ترمینال حداکثر چون جریان القایی (ثانویه) از سیم پیچ راکتور عبور نمی کند شدت جریان بیشتری در اختیار جوشکار قرار می دهد.

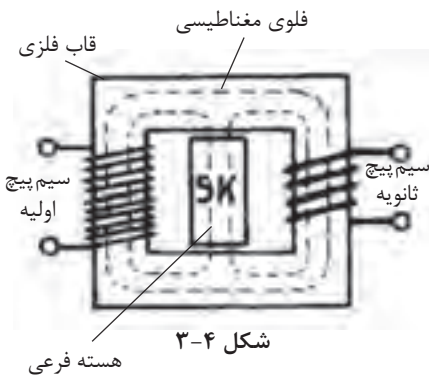


شکل ۳-۳

● تغییر آمپر پیوسته

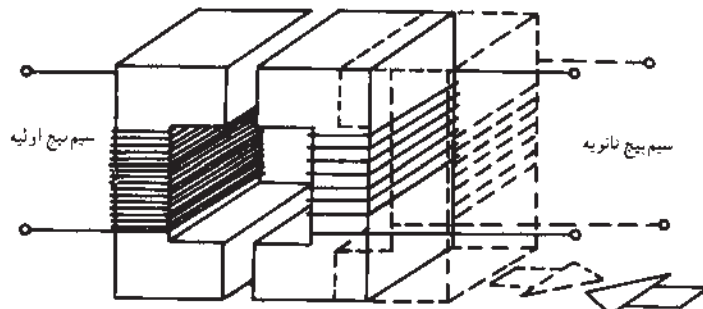
در این روش از راه‌های مختلف تغییر در میزان میدان مغناطیسی که از وسط سیم پیچ ثانویه عبور می‌کند به وجود می‌آورند.

(الف) با قرار دادن هسته فرعی درون هسته اصلی، درصدی از خطوط حوزه مغناطیسی از هسته فرعی عبور می‌کند و از شدت میدان مغناطیسی در هسته اصلی کاسته می‌شود. (شکل ۳-۴)



شکل ۳-۴

(ب) کم و زیاد کردن دسته سیم پیچ‌های مدار ثانویه. همراه با جا به جایی هسته فرعی. (ج) ایجاد فاصله هوایی بین دو قسمت هسته به وسیله دور و نزدیک کردن یک قسمت هسته از قسمت دیگر آن (شکل ۳-۵). که با دور کردن دو قسمت هسته از هم، شدت جریان کاهش و برعکس با نزدیک کردن آنها به هم شدت جریان افزایش می‌یابد.



شکل ۳-۵

۳-۲ رکتی فایر جوشکاری

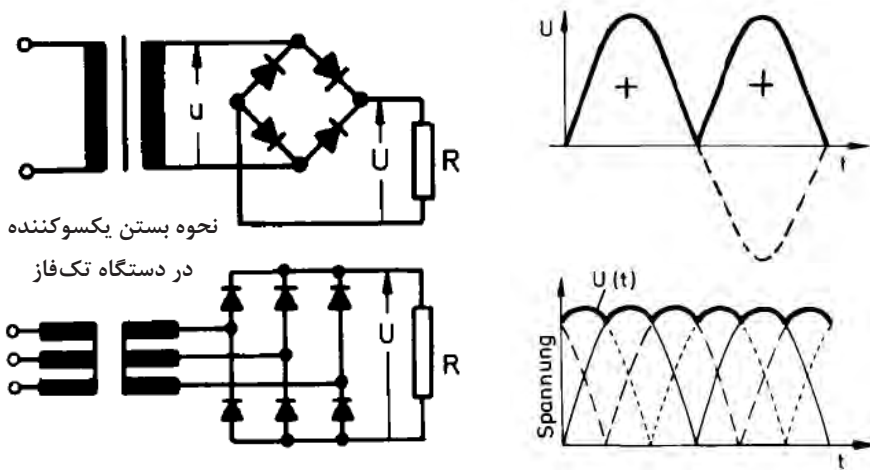
یک مبدل جریان است که جریان DC برای جوشکاری تأمین می‌کند و علاوه بر قسمت‌های مختلف یک ترانسفورماتور معمولی دارای یک قسمت یک‌سو ساز هم می‌باشد. (شکل ۳-۶)

یکسو کننده را می‌توان به شیر یک طرفه در جوشکاری با شعله گاز تشبیه کرد. جریان فقط در یک جهت می‌تواند از یکسو کننده عبور کند اگر جریان ورودی تک‌فاز AC باشد خروجی یکسو کننده جریان مستقیم بسیار موجی شکل خواهد بود اما اگر جریان ورودی سه‌فاز به یکسو کننده وارد شود چون هر فاز با فاز دیگر ۱۲۰ درجه اختلاف دارند جریان خروجی بسیار هموارتر خواهد بود.

یکسو کننده‌ها چند نوع هستند سیلیکونی و سیلینومی و لامپی که اجازه می‌دهند الکترون‌ها از یک جهت عبور کنند ولی برگشت از این مسیر امکان‌پذیر نیست. (شکل ۳-۷)



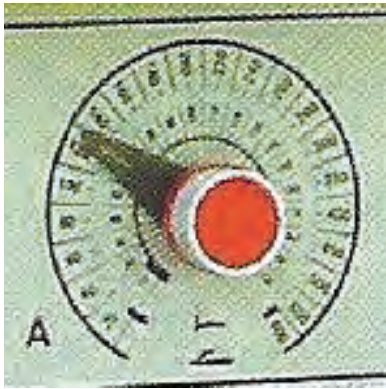
شکل ۳-۶



شکل ۳-۷- نحوه بستن یکسوکننده در دستگاه‌های سه‌فاز (~)

۳-۲-۱ تغییر آمپر در رکتی فایرها

در رکتی فایرهای امروزی به جای یکسو کننده معمولی از تریستور استفاده می‌شود، تریستور یک وسیله حالت جامد است که فقط اجازه عبور جریان در یک جهت را می‌دهد یعنی مانند یکسو کننده معمولی عمل می‌کند به علاوه می‌توان شدت جریان برق را با استفاده از سیگنال کنترل شونده از راه دور تغییر داد.



شکل ۳-۸

نقطه ضعف اساسی تریستور وجود موج‌های چشمگیر در جریان خروجی است این عیب توسط یک سلف در مدار کاهش می‌یابد پس تغییر آمپر در رکتی‌فایرها به وسیله یک کلید گردشی است که در شکل (۳-۸) مشاهده می‌کنیم.

در دستگاه‌های جوشکاری که در سیستم‌های جوشکاری اتومات یا رباط کار می‌کند از ترانزیستور به عنوان تقویت کننده استفاده می‌شود و مقدار عبور جریان به عنوان عکس‌العمل با یک سیگنال تنظیم می‌شود و دیگر موج‌های مزاحم در جریان خروجی کاهش می‌یابد در این دستگاه‌ها برای بالا بردن ظرفیت خروجی جریان تعداد زیادی مثلاً ۱۰۰ تا ۱۵۰ عدد ترانزیستور به صورت موازی به هم بسته می‌شود.

ناگفته نماند دستگاه‌های امروزی با استفاده از افزایش فرکانس جریان (از ۵۰ بر ۲۵۰۰۰ هرتز) با فرکانس بالا ساخته شده‌اند که سبک وزن و کوچک هستند و به آنها اینورتور گویند.



علامت اختصاری اینورتور

۳-۳ ژنراتورها - مولدهای جریان جوشکاری

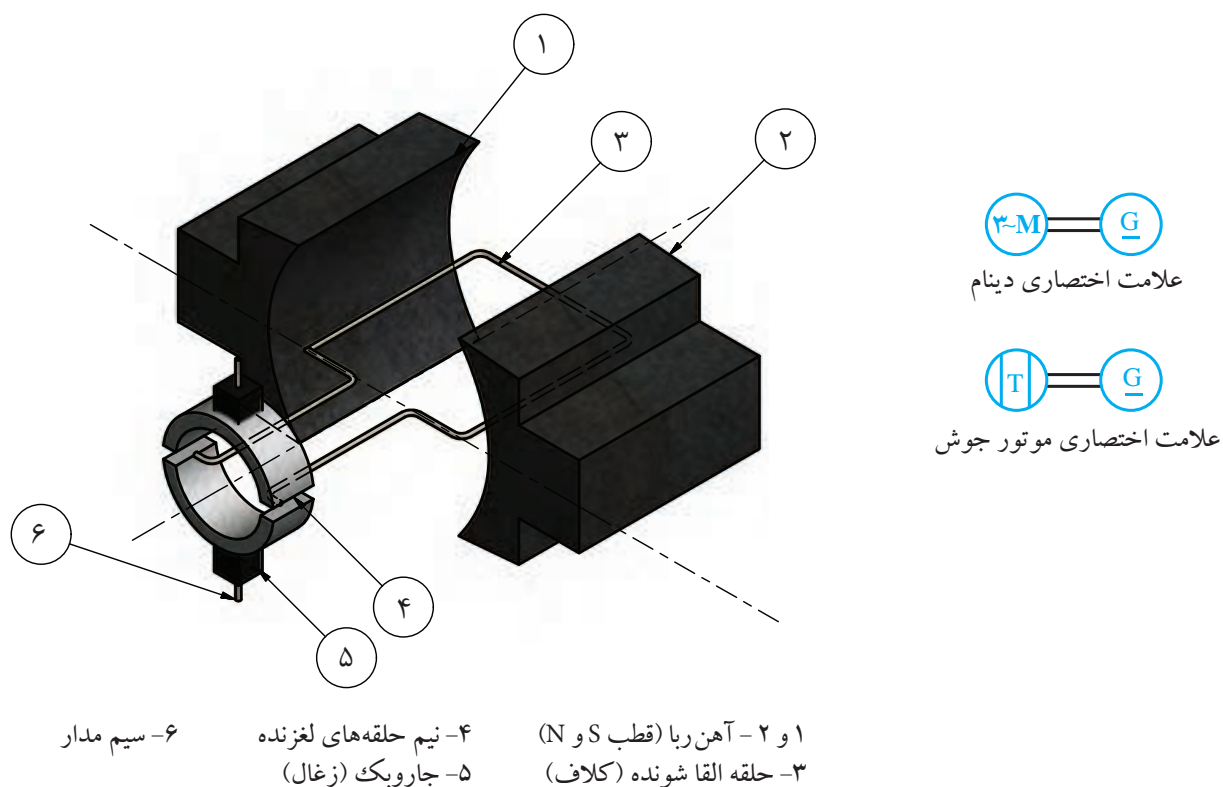
همانطور که می‌دانیم اگر یک حلقه سیم خطوط مغناطیسی موجود بین دو قطب آهن‌ربا را قطع کند در آن حلقه جریان الکتریکی برقرار می‌شود. شکل (۳-۹) یک دینام جوشکاری را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۹

اگر دو سر سیم مذکور به کلکتور (جمع کننده) وصل شود از طریق جاروبک یا ذغال می توان جریان الکتریکی را دریافت کرد.

حال چنانچه هر سر سیم به یک حلقه کلکتور مجزا وصل شود جریان متناوب به وجود می آید و بر عکس در صورت استفاده از کلکتورهای دو تکه جریان ایجاد شده جریان مستقیم می شود. (شکل ۱۰-۳)



۱ و ۲- آهن ربا (قطب S و N) ۴- نیم حلقه های لغزنده ۶- سیم مدار
 ۳- حلقه القا شونده (کلاف) ۵- جاروبک (زغال)

شکل ۱۰-۳

در صورت افزایش تعداد حلقه های کللاف و استفاده از آهن ربا و کلکتورهای چند پارچه می توان جریان مستقیم هموارتری را داشته باشیم.

چنانچه حرکت دورانی، توسط یک الکتروموتور که با برق شهر کار می کند تأمین شود، دستگاه را دینام جوش کارگاهی گویند و اگر حرکت دورانی توسط یک موتور احتراقی بنزین یا گازوئیل سوز تدارک شود، دستگاه را دینام جوش سیار گویند. دستگاه های دینام جوش امروزی، جریان بسیار هموار و پایدار دارند و هیچ گونه نوسان در جریان قوس نداریم در نتیجه پایداری قوس الکتریکی کاملاً رضایت بخش است.

۳-۳-۱ تغییر آمپر در دینام‌های جوشکاری



شکل ۳-۱۱

در دستگاه‌های تولید جریان برق جوشکاری (دینام جوشکاری) با تغییر در جریان تحریک بالشتک‌های ایجاد حوزه مغناطیسی، (ایجاد کننده خطوط قوا یا فلوی مغناطیسی) شدت جریان را افزایش یا کاهش می‌دهند که در شکل (۳-۱۱) نحوه تغییر آمپر نشان داده شده است.

در این دستگاه‌ها برای تغییر قطب کلیدی روی دینام جوش تعبیه شده که الکتروود را منفی یا الکتروود را مثبت می‌کند و به آن کلید تعیین قطب می‌گویند. (شکل ۳-۱۲)

دینام‌های جوشکاری کارگاهی با کلید ستاره، مثلث راه‌اندازی می‌شوند. با ستاره شروع به کار می‌کند وقتی که دور دینام به ۷۵٪ رسید آنگاه کلید در حالت مثلث قرار می‌گیرد. هیچ‌گاه نباید در حالت ستاره عمل جوشکاری انجام شود.



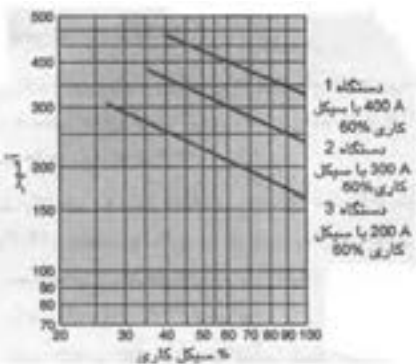
شکل ۳-۱۲

۳-۴ سیکل کاری (Duty Cycle)

در دستگاه‌های تأمین قدرت (ترانسفورماتورها، رکتی‌فایرها و دینام‌های جوشکاری) موقع کار داخل دستگاه گرما ایجاد می‌شود و علاوه بر این که توسط فن‌های خود دستگاه خنک می‌شوند، باز هم زمان استراحت برای خنک شدن سیم‌پیچ‌های داخل دستگاه لازم است و زمان‌های تعویض الکتروود و تغییر قطب و تغییر قطعات فرصت استراحت دستگاه محسوب می‌شود.

سیکل کاری درصد زمانی است که یک دستگاه جوشکاری به طور پیوسته کار می‌کند و بر اساس زمان ۱۰ دقیقه‌ای محاسبه می‌شود یعنی سیکل کاری ۶۰ درصد به این معنی است که در هر ۱۰ دقیقه دستگاه در کل می‌تواند ۶ دقیقه با تمام ظرفیت کار کند و به مدت ۴ دقیقه از هر ۱۰ دقیقه کار خنک شود.

در جداول روی دستگاه سیکل کاری بر اساس میزان آمپر دریافتی درج شده است. (شکل ۳-۱۳)



شکل ۳-۱۳

ناگفته نماند که یکی از پارامترهای مؤثر در قیمت دستگاه‌های جوشکاری خروجی اسمی و سیکل کاری آنها است.

بعضی از دستگاه‌ها به طور اتومات موقع گرم شدن از مدار سرویس‌دهی خارج شده و پس از سرد شدن آماده به کار می‌شوند به طور اصولی دستگاه‌های جوشکاری باید

مطابق سیکل کاری مورد بهره‌برداری قرار گیرند تا به عایق‌های منع قدرت آسیب نرسد.

۳-۵ کابل‌های جوشکاری

کابل‌های جوشکاری مدار جریان الکتریکی بین انبر الکتروودگیر و اتصال به قطعه کار را تشکیل می‌دهند به علت بالا بودن شدت جریان جوشکاری سطح مقطع کابل باید در حدی باشد تا بتواند به راحتی شدت جریان‌های زیاد را از خود عبور دهد انتخاب سیم مسی و یا آلومینیومی در کابل‌ها به دلیل هدایت الکتریکی خوب این دو فلز است. کابل‌ها باید انعطاف‌پذیر بوده و وقتی به انبر جوشکاری وصل می‌شوند مانع حرکت‌های دست نشوند تا کار کردن با انبر راحت‌تر باشد به همین منظور کابل‌ها را از سیم‌های رشته‌ای افشان انتخاب کرده و روی آن یک لایه کاغذ کتان و سپس پلاستیک نرم می‌پوشانند و چند دسته از این گروه را با هم در پوشش مناسب و ضد سایش قرار می‌گیرد تا آمپر زیادی از آن عبور کند و گرم نشود. شکل (۱۴-۳)



شکل ۱۴-۳

قطر کابل‌ها با توجه به میزان آمپر و طول مسیر عبور جریان انتخاب می‌شود جدول (۱-۳) را ملاحظه کنید.

جدول ۱-۳ نمره سیم‌های جوشکاری آلومینیومی و مسی

		۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰
ft	m									
۵۰	۱۵	۲	۲	۲	۲	۱	۱/۰	۱/۰	۲/۰	۲/۰
۷۵	۲۳	۲	۲	۱	۱/۰	۲/۰	۲/۰	۳/۰	۳/۰	۴/۰
۱۰۰	۳۰	۲	۱	۱/۰	۲/۰	۳/۰	۴/۰	۴/۰		
۱۲۵	۳۸	۲	۱/۰	۲/۰	۳/۰	۴/۰				
۱۵۰	۴۶	۱	۲/۰	۳/۰	۴/۰					
۱۷۵	۵۳	۱/۰	۳/۰	۴/۰						
۲۰۰	۶۱	۱/۰	۳/۰	۴/۰						
۲۵۰	۷۶	۲/۰	۴/۰							
۳۰۰	۹۱	۳/۰								
۳۵۰	۱۰۷	۳/۰								
۴۰۰	۱۲۲	۴/۰								

		۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰
ft	m									
۵۰	۱۵	۲	۲	۱/۰	۲/۰	۲/۰	۳/۰	۴/۰		
۷۵	۲۳	۲	۱/۰	۲/۰	۳/۰	۴/۰				
۱۰۰	۳۰	۱/۰	۲/۰	۴/۰						
۱۲۵	۳۸	۲/۰	۳/۰							
۱۵۰	۴۶	۲/۰	۳/۰							
۱۷۵	۵۳	۳/۰								
۲۰۰	۶۱	۴/۰								
۲۲۵	۶۹	۴/۰								

۳-۶ انبر جوشکاری یا الکتروگیر

قسمت خارجی انبر جوشکاری از جنس عایق و مقاوم به گرما ساخته می شود قسمت فلزی انبر را از آلیاژ مس با درصد بالای مس می سازند تا هادی خوبی برای جریان برق بوده و گرم نشود. (شکل ۱۵-۳)



شکل ۱۵-۳

الکتروود بین فک های انبر توسط فنری که در انبر تعبیه شده در شیار مخصوص جای الکتروود محکم گرفته می شود. (شکل ۱۶-۳)

انبرهای جوشکاری با ظرفیت های مختلف مثلاً ۲۰۰ آمپر، ۳۰۰ آمپر و ۵۰۰ آمپر تولید

می شوند.

۳-۷ ماسک جوشکاری

برای نگاه کردن به قوس هنگام جوشکاری استفاده از فیلتر شیشه ای که شدت اشعه های مرئی را کاهش داده و از عبور اشعه های ماوراء بنفش و مادون قرمز جلوگیری کند ضروری است از طرف دیگر پوست و موی سر و صورت و گردن جوشکار باید از اشعه ها در امان باشد لذا استفاده از ماسک جوشکاری برای محافظت ضروری است.



شکل ۱۶-۳

ماسک های جوشکاری دارای دریچه ای است که شیشه تیره در آن قرار دارد و یک شیشه شفاف روی شیشه تیره قرار می گیرد و بقیه قسمت های ماسک را از مواد نسوز و سبک در دو نوع دستی و کلاهی می سازند نوع دستی برای کارهای ساده و خال جوش زدن استفاده می شود و ماسک کلاهی در جوشکاری های غیر سطحی و یا درزهای جوشکاری طویل و زمانی که هر دو دست جوشکار باید به منظور ایمنی بیشتر و برای

تسلط بیشتر بر روی کار آزاد باشد استفاده می‌شود. (شکل ۳-۱۷)



شکل ۳-۱۷

علاوه بر ماسک وسایل دیگری به عنوان وسائل ایمنی فردی مورد استفاده واقع می‌شوند که عبارتند از: دست‌کش، پیش‌بند، ساق‌بند، آستین، سربند نسوز و بالشتک که در شکل (۳-۱۸) مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۱۸

۳-۸ میز کار جوشکاری

همان‌طور که در شکل (۳-۱۹) مشاهده می‌شود میز کار و کابین جوشکاری برای انجام



شکل ۳-۱۹

جوشکاری‌های تعمیراتی و قطعات کوچک و مکان‌های آموزشی به کار گرفته می‌شود و دارای سطوح مشبک بوده و از زیر یا کنار توسط مکنده‌های مخصوص دودهای حاصل از جوشکاری به خارج هدایت می‌شود این روش تهویه به طور عموم پس از عبور از فیلتر و جذب دود و گازهای مختلف هوای تصفیه شده را دوباره به فضای آزاد بر می‌گرداند. برای کار در محیط‌های عمومی کارگاه از پاراون (دیوارهای جداکننده) متحرک برای محصور کردن فضای جوشکاری استفاده می‌شود.

۳-۹ وضعیت دهنده‌ها (Positioner)



شکل ۳-۲۰

بهترین حالت جوشکاری اجرای عملیات جوشکاری سطحی است در این وضعیت مذاب با کمک نیروی جاذبه زمین راحت به کار منتقل می‌شود و انجام جوشکاری ساده بوده و با اشکال کمتر اجرا می‌شود و از طرف دیگر الکترودهای متنوعی می‌توان به کار برد و به طور عموم سعی بر این است که جوشکاری در این وضعیت انجام شود. به همین دلیل برای جوشکاری تمام قسمت‌های یک مصنوع از وسیله‌ای استفاده می‌شود به نام وضعیت دهنده که با توجه به نوع مصنوع دارای شکل‌های متفاوت است. (شکل ۲۰-۳) کار روی این وضعیت دهنده قرار می‌گیرد و با بست‌های ساده محکم شده و تحت هر زاویه‌ای به گردش در می‌آید تا اجرای جوشکاری زیر دست و با دقت و راحتی کافی انجام پذیرد. وضعیت دهنده‌های خیلی بزرگ هم وجود دارد که حتی یک واگن راه آهن روی دو محور آن بسته شده و با چرخش واگن همه جهات را در حالت زیر دستی یا سطحی جوشکاری می‌کنند. (شکل ۲۱-۳)



شکل ۳-۲۱



سؤالات پایانی فصل سوم

۱- جنس هسته ترانسفورماتور جوش در کدام گزینه معرفی شده است؟
الف) ورقه‌های فولادی که درصد سیلیس کمی دارد.

ب) ورقه‌های نازک فولادی با درصد سیلیس بیشتر از فولاد.

ج) بین ورق‌ها که از جنس آلومینیوم است عایق حرارت وجود دارد.

د) هسته ترانسفورماتور باید به راحتی خاصیت آهن‌ربایی پیدا کند.

۲- قرار گرفتن هسته فرعی داخل هسته اصلی ترانسفورماتور برای
الف) زیاد کردن حوزه مغناطیس هسته وسط سیم‌پیچ ثانویه است.

ب) حذف کردن خاصیت آهن‌ربایی هسته.

ج) کاهش شدت جریان در سیم‌پیچ اولیه.

د) کاهش حوزه مغناطیس متغیر که وسط سیم‌پیچ ثانویه وجود دارد.

۳- یکسو کننده در رکتی‌فایر مانند در جوشکاری گاز است.

الف) شیلنگ‌ها
ب) سوپاپ اطمینان

ج) شیر یک طرفه گاز
د) شیر فلکه کپسول‌ها

۴- دستگاه‌های اینورتور جوشکاری چه حسن ویژه‌ای دارند؟

الف) دو کاره و ساده
ب) AC/DC

ج) سبک و کم مصرف
د) زیبا و قابل حمل و نقل

۵- قطع خطوط مغناطیس در دینام‌های جوشکاری موجب می‌شود.

الف) خاموش شدن دستگاه
ب) به وجود آمدن جریان الکتریکی

ج) کم شدن آمپر
د) زیاد شدن آمپر

۶- کدام یک از دستگاه‌های جوشکاری قوس پایدارتری دارند؟

الف) ترانسفورماتور تک‌فاز
ب) رکتی‌فایر

ج) دینام جوش
د) ترانسفورماتور دو فاز

۷- چرا از وضعیت‌دهنده استفاده می‌کنیم؟

الف) تمام جوشکاری‌ها با دست انجام شود.



ب) انجام جوشکاری در حالت سطحی عملی شود.

ج) کار در یک مکان جوشکاری شود.

د) تمام جوشکاری‌های زیر نظر بازرس انجام گیرد.

۸- کار کردن با ماسک کلاهی موجب چه مزیتی می‌شود؟

الف) ایمنی بیشتر ب) آزاد بودن یک دست جوشکار

ج) راحتی کار د) دوام بیشتر ماسک‌های کلاهی

۹- تغییر آمپر در دستگاه‌های رکتی فایر جوشکاری با عملی می‌شود.

الف) گردش دسته ب) جا به جا کردن ترمینال انبر

ج) جا به جا کردن هسته د) تریستور



فصل چهارم

الکترودها

هدف‌های رفتاری

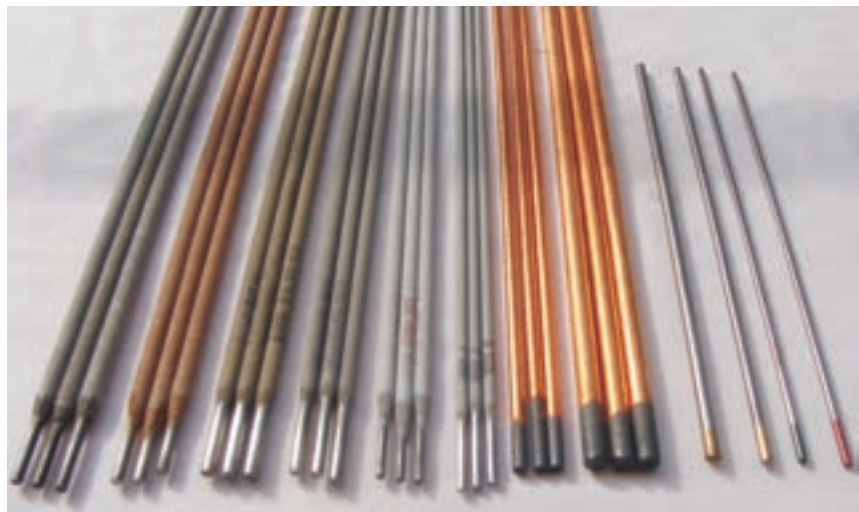
پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. انواع الکترودها و کاربرد آنها را معرفی کند.
۲. نقش‌های روپوش الکترودها را توضیح دهد.
۳. طبقه‌بندی الکترودهای روپوش‌دار بر اساس استاندارد AWS را بیان کند.
۴. روش‌های شناسایی الکترودها و اعداد و حروف یک الکترودهایی در استاندارد AWS را بیان کند.
۵. علت خشک کردن الکترودها را توضیح دهد.
۶. نحوه انبار کردن و نگهداری الکترودها را شرح دهد.

— تعریف الکترودها

به میله فلزی یا گرافیتی که جریان برق از آن عبور می کند الکتروود گویند. دسته‌ای از الکتروودها ذوب نمی شوند مثل الکتروودهای مسی (جوش مقاومتی یا نقطه جوش)، در جوشکاری TIG هم الکتروودهای تنگستن فقط قوس ایجاد کرده و خود ذوب نمی شوند الکتروودهای ذغالی در برشکاری و شیارزنی هم مصرف نشدنی است اما دسته دیگر الکتروودهای ذوب شده و فلز جوش را به وجود می آورند. مهمترین الکتروودهای این گروه:

الکتروود (شکل ۴-۱)



شکل ۴-۱

ذوب شونده: SMAW - GMAW
 تقسیم بندی الکتروودها از نظر ذوب
 غیر ذوب شونده: TIG، جوش مقاومتی



روپوش دار: SMAW
 بدون روپوش: GMAW، زیرپودری
 توپودری: FCAW
 تقسیم بندی الکتروودهای ذوب شونده

الکتروود توپودری

الکتروودهای بدون روپوش در MIG/MAG و SAW (شکل ۴-۲)

شکل ۴-۲

۱-۴ الکترودهای روپوش دار

از دو قسمت مغز فلزی و روپوش تشکیل شده است.

جنس فلز الکتروود را می توان به گروه های زیر تقسیم بندی کرد:

فولاد نرم، فولاد پر کربن، فولاد آلیاژی، چدن، آلیاژهای نیکل، فلزات رنگی، نیکل، کربن.

معیار اندازه گیری الکتروود بر اساس قطر مغزی فلزی است و با قطرهای ۲، ۲/۵، ۳/۲۵، ۶، ۷ و ۸ میلی متری با طول ۲۵-۳۰ و ۳۵ و ۴۵ سانتی متری استاندارد شده و تولید می شود.

● نقش روپوش الکتروود

روپوش الکتروود نقش های متنوعی را ایفا می کند که آنها را می توان به سه دسته تقسیم کرد:

الف) نقش الکتریکی:

◆ پایدار کردن و ثبات قوس

◆ هدایت الکتریسیته در قوس

برای شروع قوس از ولتاژ بالاتر استفاده کرده و مواد یونیزه شونده مناسب در روپوش به کار گرفته می شود که در جوشکاری با جریان متناوب این موضوع اهمیت بیشتری پیدا می کند.

ب) نقش فیزیکی:

◆ میزان ویسکوزیته روپوش

◆ کشش سطحی روپوش

◆ ضخامت کافی سرباره

◆ سرعت انجماد بالای سرباره

برای جوشکاری در وضعیت های (سربالا و بالای سر) ضرورت دارد که فلز مذاب برخلاف جاذبه به کار منتقل شود.

◆ سرعت انجماد بالای سرباره باعث جلوگیری از نفوذ اکسیژن در مذاب فلزی می شود.

◆ نوع پوششی برای کنترل میزان ویسکوزیته سرباره که مذاب را در خود نگه دارد و

گرده جوش در آن شکل گیرد.

◆ تولید گاز با فشار مناسب تا ذرات مذاب را به طرف کار انتقال دهد.

- ◆ کشش سطحی مناسب برای شکل دادن به فلز جوش.
- ◆ ضخامت کافی سرباره در وضعیت‌های سطحی برای جلوگیری از رسیدن اکسیژن به فلز جوش.

ج) نقش متالورژیکی:

- ◆ حفاظت از ستون قوس و مذاب
- ◆ آلیاژسازی
- ◆ افزایش راندمان (نرخ رسوب)
- ◆ اکسیژن زدایی
- ◆ کاهش سرعت سرد شدن
- ◆ تولید گاز محافظ و سرباره سازی برای حفاظت از مذاب در مقابل آتمسفر
- ◆ مواد آلیاژی که درجه ذوب و تبخیر پایین‌تر دارند در گرمای قوس از میدان عمل خارج می‌شوند که از طریق روپوش جبران می‌شوند.
- ◆ اضافه کردن عناصر آلیاژی از طریق واکنش بین سرباره و مذاب در فلز جوش
- ◆ عناصر اکسیژن‌زدا مانند فرو آلیاژها در الکتروود فولادی
- ◆ سرباره‌سازی برای کاهش نرخ سرد شدن فلز جوش
- ◆ افزایش راندمان با اضافه کردن پودر فلزی از جنس مغز الکتروود در روپوش به جدول (۴-۱) توجه کنید.

جدول ۴-۱	
نوع روپوش	رقم
سلولز، سدیم - اکسید آهن	۰
سلولز - پتاسیم	۱
تیتان - سدیم	۲
تیتان - پتاسیم	۳
پودر آهن - تیتان	۴
کم هیدروژن - سدیم	۵
کم هیدروژن - پتاسیم	۶
پودر آهن - اکسید آهن	۷
پودر آهن - کم هیدروژن	۸

الکترودهایی که رقم آخر کد آنها ۴ یا ۷ و ۸ باشد درصدی پودر آهن در روپوش آنها وجود دارد که در جدول آمده است.

۴-۲ روش ساخت الکترودهای روپوش دار

نحوه ساخت الکترودهای روپوش دار بیشتر از طریق اکستروود مواد تشکیل دهنده روپوش است که با نسبت‌های مختلف با هم مخلوط شده و رطوبت دار می‌شوند سپس روی میله‌های فلزی که از طریق کشش به قطر مورد نظر رسیده و به طول مناسب قطع شده‌اند به صورت پی در پی (پشت سر هم)^۱ در دستگاه الکتروودسازی روپوش دار می‌شوند، پرس‌ها به صورت مکانیکی یا هیدرولیکی کار می‌کنند.

۴-۲-۱ انواع پوشش الکتروود

بر اساس استاندارد EN499 انواع الکترودهای روپوش دار عبارتند از:

C: الکترودهای با پوشش سلولزی

R: الکترودهای با پوشش روتیلی

B: الکترودهای با پوشش بازی یا قلیایی

A: الکترودهای با پوشش اسیدی

O: الکترودهای با پوشش اکسیدی

۴-۲-۲ الکتروود سلولزی

قسمت زیادی از روپوش آن از ترکیبات سلولزی است که در حین جوشکاری، گاز زیادی تولید می‌کند و به دلیل ورود هیدروژن در قوس که از تجزیه سلولز حاصل می‌شود، ولتاژ قوس افزایش یافته و نفوذ و پاشش زیاد و انتقال گرما از قوس به کار بسیار مطلوب است، سطح جوش حاصل از این نوع الکتروود، ناهموار و خشن است که با جریان DC و قطب DCRP مورد استفاده واقع می‌شود. این الکتروودها نم‌گیر هستند و رطوبت بر ماده سلولز اثر کرده و باعث فاسد شدن ماده سلولز می‌شود.

به همین دلیل این الکتروودها در جعبه‌های دربسته که رطوبت در آن غیر قابل نفوذ باشد

۱ - سیم‌های لخت کشش یافته و قطع شده براساس استاندارد DIN668 خواهد بود.

و یا در جعبه حلبی که با لحیم، غیر قابل نفوذ شده است عرضه می شود. در الکترودهای سلولزی (شکل ۳-۴) امکان خشک کردن الکتروود وجود ندارد زیرا حرارت باعث سوختن روپوش می شود.



شکل ۳-۴

خواص مکانیکی خوب و نفوذ کافی موجب می شود که این الکتروود در جوشکاری پاس ریشه اتصالات استفاده شود.

مذاب جوش به سرعت منجمد می شود در نتیجه برای جوشکاری های سرازیر هم قابل استفاده است. بکارگیری این الکتروود در پاس های میانی اتصال مطلوب نیست زیرا امکان حل شدن هیدروژن در مذاب زیاد بوده و باعث هیدروژن تردی^۱ می شود.

۳-۲-۴ الکتروود روتیلی

اسم معدن شناسی اکسید تیتانیوم (TiO_2) روتیل است وجود مقدار زیادی اکسید تیتانیوم در روپوش این نوع الکتروود باعث پایداری قوس شده و امکان جوشکاری این الکتروود با هر دو جریان AC و DC را فراهم می آورد و جوشکاری در تمام حالات امکان پذیر است و کاربرد زیادی در جوشکاری های عمومی دارد.

قوس راحت شکل گرفته و پایداری قوس خوب است و همچنین در جوشکاری قطعات خاصیت پل زنی در اتصالات را دارد. نمونه ای از این الکتروود در شکل (۴-۴) مشاهده می شود.

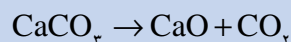


شکل ۴-۴

۱ - هیدروژن به صورت اتمی در مذاب حل می شود، سپس تشکیل مولکول هیدروژن داده (H_2) و موجب ضعف جوش می گردد.

۴-۲-۴ الکترودهای قلیایی یا بازی

قسمت زیادی از روپوش این نوع الکتروود کربنات کلسیم CaCO_3 ، MgO و CaO را تشکیل می‌دهند و همراه با مقداری فلورید کلسیم بوده که هنگام کار با این الکتروود از تجزیه کربنات گاز CO_2 برای محافظت تولید می‌شود چون کربنات کلسیم در گرمای 1800°C تجزیه می‌شود:

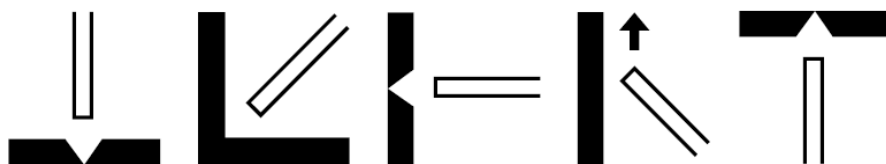


چون مواد سلولزی در روپوش به کار نمی‌رود جوش‌های حاصل دارای حداقل هیدروژن حل شده در جوش است و به همین دلیل این الکتروودها را الکترودهای کم هیدروژن (Low Hydrogen) هم می‌گویند. (شکل ۴-۵)



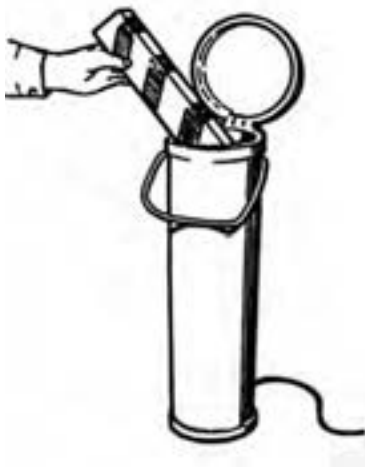
شکل ۴-۵

این الکتروود برای جوشکاری فولادهای کم آلیاژ که حساس به ترک زیر خط جوش و منطقه مجاور جوش هستند کاربرد دارد به علاوه برای جوشکاری قطعات ضخیم فولادی که دارای درصد کربن بالاتر هستند، نیز مناسب است. جوش حاصل دارای مقاومت مکانیکی خوب بوده و در مقابل ضربه از خود مقاومت نشان می‌دهند با جریان (DCEP) $\boxed{=+}$ و در تمام وضعیت‌ها به جز سرازیر مورد استفاده است. (شکل ۴-۶)



شکل ۴-۶

الکترودهای قلیایی نم‌گیر (جاذب رطوبت) هستند و چون الکتروود باید عاری از



شکل ۴-۷ الکتروود خشک کن دستی

هیدروژن باشد الکتروودها را قبل از جوشکاری خشک می کنند یعنی داخل الکتروود خشک کن قرار داده شکل (۴-۷) و به مدت ۲ تا ۳ ساعت در دمای 25°C تا 40°C خشک می کنند و پس از آن برای جوشکاری مورد استفاده قرار می دهند. روپوش گروهی از این الکتروودها دارای درصدی پودر آهن هستند که باعث افزایش راندمان، کاهش نفوذ و افزایش پهنای جوش می گردد. عیب بریدگی در کناره جوش^۱ کمتر مشاهده می شود.

۴-۲-۵ الکتروود اسیدی

در روپوش مقداری زیادی سیلیکات آهن و منگنز وجود دارد و سرباره آن ضخیم است و برای جوشکاری در حالت سطحی مناسب است. از هر دو جریان AC و DC می توان استفاده کرد و خواص مکانیکی و نفوذ مطلوب ندارد راندمان رسوب بالا است برای رفع عیب قطعات ریخته گری استفاده می شود و کاربرد کمی دارد.

۴-۲-۶ الکتروودهای اکسیدی

اکسید آهن در روپوش زیاد است و مانند الکتروودهای اسیدی است سرباره زیاد و نفوذ کم دارد.

در صنعت الکتروودهایی هم تولید می شود که حالت ویژه دارند و روپوش آنها ممکن است با یک نوع روپوش های معرفی شده نزدیک باشد، مثلاً الکتروودهایی که به عنوان الکتروود برشکاری با قوس به کار می رود این الکتروودها که نفوذ عمیق دارند به الکتروودهای پر نفوذ معروف هستند و با حروف (DPE)^۲ (شکل ۴-۶) معرفی می شوند.



شکل ۴-۶

۱- Under Cut

۲- Deep Penetration Electrode

نوع دیگر الکترودهای پر راندمان است که آنها را با (HYE) نشان می دهند. در این الکترودها به دلیل وجود مقدار زیادی پودر آهن در روپوش نرخ رسوب بالا است و راندمان آن بیشتر از یک است.

(در الکترودهای معمولی نسبت بالا کمتر از یک است یعنی مقداری از مغز فلزی الکترودها به صورت جرقه و پاشش هدر می رود.) به کارگیری این الکترودها با نرخ رسوب بالا تنها در وضعیت سطحی امکان پذیر است و نفوذ آن کمتر - میزان رسوب بیشتر - تعداد پاس های مورد لزوم کمتر بوده زمان انجام کار کاهش می یابد و اقتصادی تر است.

۳-۴ روش شناسایی الکترودهای روپوش دار

کارخانجات سازنده الکترودها تولیدات خود را با نام های مختلف نام گذاری می کنند از طرف دیگر برای معرفی و شناسایی در جوامع صنعتی موظفند تولیدات خود را با یکی از استانداردهای قابل قبول جهانی مطابقت دهند. در خصوص الکترودهای روپوش دار استانداردهای A5.1، AWS، DIN19.13، ISO2560 و BS639 وجود دارد که توضیح کد استانداردها در واژه نامه آمده است.

انجمن جوشکاران آمریکا (AWS) در مورد طبقه بندی و شناسایی الکترودها قوانینی وضع کرده که مورد تصویب ASME قرار گرفته است و بخش A5.1 مربوط به الکترودهای روپوش دار است استاندارد دین آلمان تحت شماره ۱۹۱۳ و استاندارد بین المللی ISO تحت شماره ۲۵۶۰ و استاندارد انگلیسی BS تحت شماره ۶۳۹ با علائم و اعداد الکترودها را کد گذاری نموده اند.

یکی از ساده ترین آن استاندارد AWS است که با ASME برابری می کند و اکثر تولیدکنندگان الکترودها در جهان مطابقت الکترودهای خود را با این استاندارد روی جعبه ها و کارتن های الکترودها چاپ می کنند طبق این استاندارد هر الکترودها روپوش دار با یک حرف E و چهار یا پنج عدد معرفی می شود مثلاً E6013 یا E11018 که حرف E نشانه الکترودها روپوش دار، دو عدد بعدی ممکن است ۹۰، ۸۰، ۷۰ و ۶۰ باشد و در مواردی ۱۲۰، ۱۱۰ و ۱۰۰ باشد یعنی استحکام کششی فلز جوش بر حسب هزار پوند بر اینچ مربع $\frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$ (KSI) می باشد و هرچه عدد بزرگ تر باشد، مقاومت کششی آن هم بیشتر است.

$$KSI = 1000 \cdot PSI = 1000 \cdot \frac{Ib}{In^2}$$

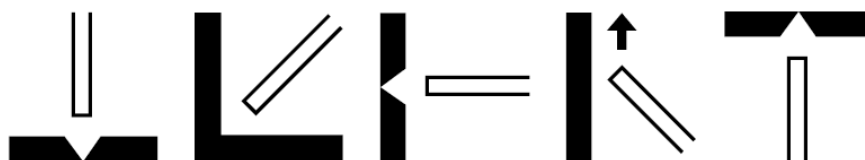
یک رقم بعدی که اکثراً ۱، ۲ و ۳ است وضعیت جوشکاری را مشخص می کند. و یک رقم آخری که ممکن است ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ باشد نوع روپوش و نوع جریان و قطب قابل استفاده و درصد پودر فلزی داخل روپوش را معین می کند به جدول (۴-۲) توجه کنید.



شکل ۴-۸

جدول ۴-۲	
نوع روپوش	رقم
سلولز - اکسید آهن	۰
سلولز - پتاسیم	۱
تیتان - سدیم	۲
تیتان - پتاسیم	۳
پودر آهن - تیتان	۴
کم هیدروژن - سدیم	۵
کم هیدروژن - پتاسیم	۶
پودر آهن - اکسید آهن	۷
پودر آهن - کم هیدروژن	۸

عدد ۶۰ یعنی $\frac{Ib}{In^2}$ یا $60000 \text{ psi} = 60 \times 1000$ عدد سوم ۱ یعنی قابلیت جوشکاری در تمام حالت ها به جز سرازیر مطابق شکل (۴-۹).



شکل ۴-۹

اگر عدد سوم ۲ باشد یعنی قابلیت جوشکاری حالت های سطحی و افقی مطابق شکل

(۴-۱۰).



شکل ۴-۱۰



شکل ۴-۱۱

چنانچه عدد سوم ۳ باشد یعنی قابلیت جوشکاری در حالت سطحی مطابق شکل (۴-۱۱).

اگر چنانچه عدد آخری ۰ یا ۱ باشد مثل E6011 و E6010 یا E7010 امکان جوشکاری در حالت سرازیر هم وجود دارد به جدول (۴-۳) توجه کرده و با دوستان خود در خصوص الکترودها بحث کنید.

بعد از آخرین عدد از سمت چپ یا اولین عدد از سمت راست کد الکترودها ممکن است یک حرف اندیس دار مثل A_1 ، B_1 ، D_1 و غیره باشد که مربوط به الکترودهای فولادی کم آلیاژ است که درصد و نوع عنصر آلیاژی را مطابق جدول (۴-۳) مشخص می کند.

جدول ۴-۳					
پسوند	مولیدن	کرم	نیکل	منگنز	وانادیوم
A1	۰/۴۰ تا ۰/۶۵				
B1	۰/۴۰ تا ۰/۶۵	۰/۴۰ تا ۰/۶۵			
B2	۰/۴۰ تا ۰/۶۵	۱ تا ۱/۵			
B3	۰/۹ تا ۱/۲	۲ تا ۲/۵			
B4	۰/۴۰ تا ۰/۶۵	۱/۷۵ تا ۲/۲۵			
B5	۱ تا ۱/۲۵	۰/۴ تا ۰/۶			
C1			۲ تا ۲/۷۵		
C2			۳ تا ۳/۷۵		
C3	۰/۳۵	۰/۱۵	۰/۸ تا ۱/۱		۰/۰۵
D1	۰/۲۵ تا ۰/۴۵			۱/۲۵ تا ۱/۷۵	
D2	۱/۲۵ تا ۱/۴۵			۱/۶۵ تا ۲	
G	حداقل ۰/۲۰	حداقل ۰/۳	حداقل ۰/۵	حداقل ۱	حداقل ۰/۱
M	با درصدهای مختلفی از عناصر آلیاژی برای کاربردهای نظامی				

مثلاً الکتروده E7018_A الکترودی که در فلز آن ۰/۵ درصد مولیدن دارد.

● استاندارد AWS۵۰۱ برای الکترودهای روکش دار فولادی ساده کربنی و کم آلیاژ

الکتروده روتیلی که با استاندارد AWS به نام E6013 معروف است و الکترودهای قلیایی

که با استاندارد AWS به نام E7018 معروف است در جدول (۴-۴) آمده است.

جدول ۴-۴			
رقم اخر	نوع پریش الکترود	نوع جریان و قطب مناسب	شماره استاندارد الکترود
۰	سلوژی	قطب ۳ DCRP	E6010
۱	سلوژی	AC یا DCRP	E6011
۲	روتیلی	AC یا DCRP	E6012
۳	روتیلی	AC یا DCRP و DCSP	E6013
۴	روتیلی با بودر آهن ۳۰٪	AC یا DCRP و DCSP	E7014
۵	کم تدریون	قطب DCRP	E7015
۶	کم تدریون	AC یا DCRP	E7016
۸	کم تدریون با بودر آهن ۲۵٪	AC یا DCRP و DCSP	E7018
۲۰	اکسیدی با اکسید آهن زیاد	DCSP یا SCRIP یا AC	E7020
۴ و قبل از آن	روتیلی با بودر آهن ۵۰٪	DCSP و DCRP یا AC	E7024
۷ و قبل از آن	اسیدی با بودر آهن ۵۰٪	DCSP و DCSP یا AC	E6027
۸ و قبل از آن	کم تدریون با بودر آهن ۵۰٪	AC یا DCRP	E7028

مطالبی که در خصوص کُد گذاری و شماره‌های استاندارد الکترودها بیان شد محدود می‌شود به الکترودهای فولاد ساده کربنی و الکترودهای کم‌آلیاژ یعنی حداکثر عناصر آلیاژی تا ۵ درصد.

● شناسایی الکترودهای فولادی پر آلیاژ کروم نیکل دار

این الکترود بر اساس شماره فولاد با یک عدد سه رقمی بیان می‌شود مثلاً E308 بر اساس استاندارد AISI یا فولاد ۳۰۴ که یک فولاد کروم نیکل دار است و دارای ۱۹٪ کرم و ۱۰٪ نیکل می‌باشد.

الکترود E308L یعنی الکترود قلیایی که در آن درصد کربن ناچیز است حرف (L) به معنی (Low Carbon) است.

در خصوص الکترودهای روپوش دار آلومینیوم بعد از حرف E شماره آلومینیوم بر اساس استاندارد AISI مثل الکترود E4043 که مربوط به آلیاژ آلومینیوم است که ۴ تا ۶ درصد سیلیس دارد در مورد سایر الکترودها از علامت اختصاری جنس مغزی آنها استفاده می‌شود.

۱- بر اساس استاندارد AISI آلومینیوم و آلیاژهای آن یک عدد چهار رقمی است که از ۱/۰۰۰/۰ تا ۷/۰۰۰ شماره گذاری شده‌اند.

مثل الکترودهای نیکلی با حرف Ni مشخص می‌شود مثل ENiFe یعنی الکترودهای نیکلی که با درصدی آهن آلیاژ شده است و برای جوشکاری چدن خاکستری مناسب است و یا الکترودهای مسی ECuSn الکترودهای مسی که ۴٪ قلع و ۹۶٪ مس دارد و برای جوشکاری قطعات مسی و قطعات چدنی به کار می‌رود.

در ضمیمه کتاب جداول الکترودهای روپوش‌دار برای جوشکاری فولادهای زنگ‌نزن و سایر فلزات رنگی و چدن آمده است.

۴-۴ نگهداری الکترودها

الکترودهای روپوش‌دار باید طبق مقررات سازنده و با توجه به نوع روپوش آنها نگهداری شوند.

الکترودها باید در مقابل رطوبت و صدمه مکانیکی و آلودگی به روغن و چربی در امان باشند. برای تشخیص میزان رطوبت در الکترودها دو راه وجود دارد:

۱- با وزن کردن دقیق قبل از خشک کردن و پس از آن میزان رطوبت در الکترودها مشخص می‌شود.

۲- با قرار دادن چند عدد الکترودهای بین دست‌ها و مالش آنها به هم مطابق شکل (۱۲-۴) نیز می‌توان به مرطوب بودن یا نبودن الکترودها پی‌برد چنانچه صدای مالش الکترودها به هم تیز و شبیه صدای فلزات باشد الکترودها خشک و چنانچه الکترودها دارای رطوبت باشد صدای آنها خفه و بم است.

آلودگی الکترودها به آب و روغن و چربی موجب می‌شود که این مواد در گرمای قوس تجزیه شده و تولید هیدروژن کند. هیدروژن حاصل از تجزیه وارد فلز جوش شده و باعث شکست و یا مُک در جوش شوند.

ضربات مکانیکی به الکترودها باعث خرد شدن و ترک‌دار شدن روپوش شده و موقع جوشکاری به صورت تکه‌ای از الکترودها جدا شده و علاوه بر انحراف قوس، تکه جدا شده از الکترودها، وارد حوضچه مذاب می‌شود. لذا باید الکترودها را با احتیاط حمل و نقل کرد.



شکل ۱۲-۴

● الکترو د خشک کن



شکل ۴-۱۳

بعضی از انواع الکترودها طبق دستور سازنده که روی جعبه‌هایی و کارتن‌های الکترو د ثبت شده باید قبل از استفاده خشک شوند این عمل در کوره‌هایی که دارای قفسه‌های مخصوص مطابق شکل (۴-۱۳) است انجام می‌شود.

الکترودها را در آن چیده و درجه دما و زمان گرما دادن بر اساس دستور سازنده الکترو د تنظیم کرده و در آن را می‌بندند تا خشک شود.

الکترو د خشک کن‌های کوچک دستی هم برای کارهای سبک تر و مناطقی که رطوبت هوا زیاد است برای استفاده در کنار دست جوشکار ساخته شده است که به Oven معروف هستند تا بلافاصله پس از خروج هر الکترو د از Oven بلافاصله به کار گرفته شود و فرصت جذب رطوبت باقی نماند. (شکل ۴-۱۴)



شکل ۴-۱۴

۴-۵ انبار کردن الکترودها

◆ الکترودها باید در جای خشک که دمای حرارت آن بیش از 10°C باشد انبار کرد.
◆ محل نگهداری الکترودهای قلیایی باید دارای دمای 15°C بوده و رطوبت آن از ۴۰٪ کمتر باشد.

◆ الکترودها را باید به اندازه مصرف از انبار خارج کرده و در صورت لزوم در الکترو د خشک کن طبق دستور کارخانه سازنده الکترو د خشک نماییم.

◆ الکترو د خشک کن‌ها به وسیله المنت‌های برقی کار می‌کنند و دارای کلید تنظیم دما یا ترموستات می‌باشند.

◆ الکترودهایی که بیش از اندازه رطوبت دیده و مدت زیادی از تولید آنها گذشته یا به ترتیب غیر اصولی انبار شده‌اند حتی اگر خشک شوند قابل استفاده نمی‌باشند چون مغز فلزی و پودر فلزی که داخل روپوش آنها است، زنگ می‌زند.

توجه به این موضوع در خصوص الکترودهای پر راندمان الزامی بوده و دقت کافی لازم دارد.

◆ ترتیب چیدمان الکترودها در انبار باید به گونه‌ای باشد که به ترتیب ورود به انبار، مصرف شوند تا در اثر غفلت موجودی انبار و مدت نگهداری زیاد آنها دچار فساد نشوند.

♦ استفاده از الکتروودها زنگ زده و سفیدک زده باعث کاهش کیفیت جوش شده جوش را متخلخل و مُک دار می کند به علاوه موجب باقی ماندن اکسید در فلز جوش خواهد شد. برای صرفه جویی اقتصادی بهترین راه استفاده از این الکتروودها برای انجام برشکاری به وسیله قوس الکتریکی است.



سوالات پایانی فصل چهارم

- ۱- در کدام فرایند الکتروود مصرف شدنی نیست؟
 الف) MIG/MAG ب) SAW
 ج) SMAW د) GTAW
- ۲- کدام گزینه در ردیف نقش فیزیکی الکتروود قرار دارد؟
 الف) پایدار کردن قوس ب) سرعت انجماد بالا
 ج) اکسیژن زدایی د) حفاظت از ستون قوس
- ۳- در خصوص روپوش الکتروودها کدام گزینه غلط است؟
 الف) الکتروود سلولزی و قلیایی نم گیر هستند و قبل از جوشکاری باید خشک شوند.
 ب) علت افزایش ولتاژ قوس در جوشکاری با الکتروود سلولزی وجود گاز هیدروژن است.
 ج) روتیل از اسم معدن شناسی اکسید تیتانیوم گرفته شده است.
 د) جعبه‌های الکتروود سلولزی باید عایق رطوبت باشد.
- ۴- در کدام نوع الکتروود، سرعت انجماد فلز جوش زیادتر است؟
 الف) روتیلی ب) اکسیدی
 ج) قلیایی د) سلولزی
- ۵- استفاده از الکتروود خشک کن برای کدام نوع الکتروود ضرورت دارد؟
 الف) روتیلی ب) قلیایی
 ج) اسیدی د) سلولزی
- ۶- عامل پایداری قوس در الکتروود روتیلی به دلیل وجود در روپوش است.
 الف) TiO_2 ب) Cao
 ج) MgO د) Sio_2
- ۷- در کدام نوع الکتروود نرخ رسوب بالا است؟
 الف) HYE پر راندمان ب) DPE پر نفوذ
 ج) E6010 سلولزی د) E6013 روتیلی

۸- استحکام بیشتر و قابلیت جوشکاری سر بالا با کدام الکتروود عملی می شود؟

الف) E8017 ب) E7018

ج) E6010 د) E7010

۹- کدام الکتروود در جوشکاری فولاد زنگ‌نزن استفاده می شود؟

الف) E308 ب) E6010

ج) E6010 د) E4043

۱۰- محل نگهداری الکتروودهای قلیایی باید دارای درجه دمای سانتی گراد

و رطوبت درصد باشد.

الف) 15°C - زیر ۱۰٪ ب) 20°C - بالای ۴۰٪

ج) 15°C - زیر ۴۰٪ د) 10°C - رطوبت ۵۰٪



فصل پنجم

فرم و شکل فلز جوش در انواع اتصالات

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. فرم و شکل فلز جوش و انواع آن را نام ببرد.
۲. اتصالات اصلی در جوشکاری را معرفی کند.
۳. قسمت‌های مهم یک اتصال پخ‌دار را نام ببرد.
۴. وضعیت اتصالات در جوشکاری را معرفی کند.
۵. اندازه جوش ماهیچه‌ای بر اساس استاندارد AWS و ISO را توضیح دهد.
۶. اندازه جوش شیاری را شرح دهد.

— فرم و شکل فلز جوش در انواع اتصالات

مطابق استاندارد AWS A2.4 انواع جوش‌ها به ۹ گروه اصلی تقسیم می‌شود که

عبارتند از:

۱- جوش شیاری (Groove welds)

۲- جوش ماهیچه‌ای (Fillet welds)

۳- جوش سطحی (Bead welds) یا (Surfacing Welds)

و شکل و هندسه فلز جوش در جوش‌های ذوبی به طور عموم یکی از این سه نوع بالا

است.

۴- جوش‌های کام یا دکمه‌ای (Plug or slot Welds)

۵- جوش نقطه‌ای یا پیش طراحی (Spot or Projection Welds)

۶- جوش زائده‌ای (Stud Welds)

۷- جوش نواری (Seam Welds)

۸- جوش پشتی یا پشت‌بند (Backing or Back Welds)

۹- جوش لبه‌ای (Edge Welds)

۱-۵ اتصالات در جوشکاری

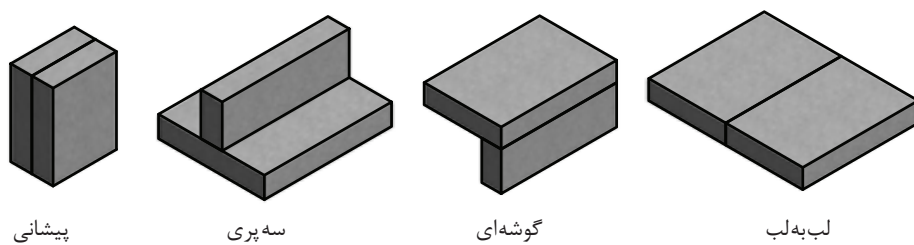
اغلب سازه‌ها در صنعت از قطعات مختلف تشکیل شده‌اند که با روش‌های گوناگون به هم وصل شده‌اند بعضی از اتصالات قابل باز و بسته کردن هستند و گروهی اتصالات دائمی هستند مثل اتصالات جوشکاری شده که در ردیف اتصالات دائم است.

نوع و شکل اتصالات جوش و انتخاب آن به عهده واحد مهندسی است و جوشکاران که مجری کار هستند باید دو عامل عمده و اساسی مورد نظرشان باشد.

۱- به پایان رساندن اتصال جوش با حداقل قیمت و حداکثر کیفیت.

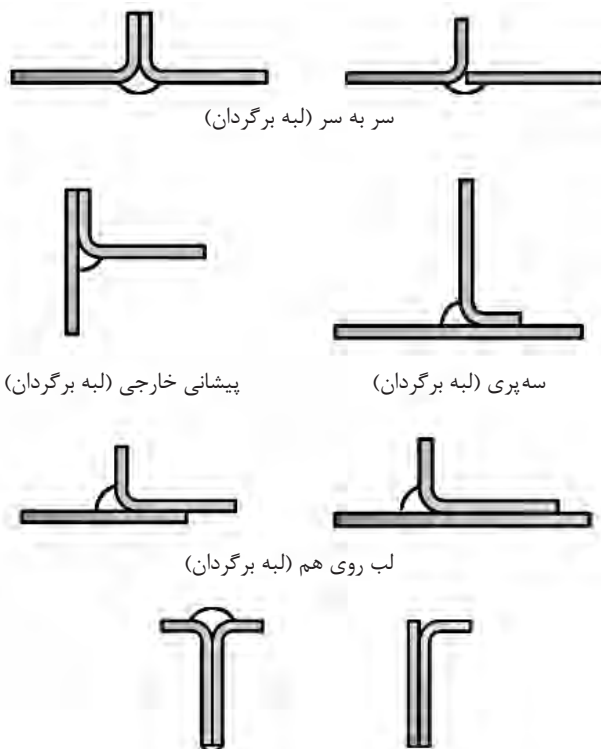
۲- مقاومت و استحکام کافی در برابر نیروهایی که به طور دائم یا به طور اتفاقی به اتصال وارد می‌شود.

انواع اتصالات که در جوشکاری به کار می‌روند بر اساس استاندارد AWSA3.0 که در سال ۱۹۹۴ بازبینی شده است خواهد بود که نمونه‌هایی از آن در شکل (۱-۵) مشاهده می‌شود.



شکل ۵-۱

امروزه بعضی از اتصالات لبه برگشته و وصله دار مطابق شکل (۵-۲) به این استاندارد اضافه شده است.



شکل ۵-۲

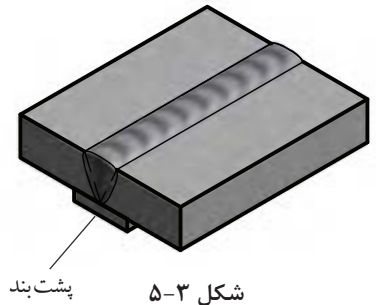
۵-۲ ضرورت پخ‌سازی در اتصالات جوشکاری شده

به منظور اختلاط و امتزاج کامل سطوح مشترک دو فلز از کف تا سطح قطعه آنها را پخ می‌زنند.

برای رسیدن نوک الکتروود با قطر بزرگ‌تر به ریشه اتصال لازم است فاصله ریشه بیشتر باشد یا زاویه اتصال بزرگ‌تر انتخاب شود. این موضوع مقرون به صرفه نبوده و

می تواند پیچیدگی به همراه داشته باشد لذا با استفاده از پشت بند (Back Strip) در مواردی فاصله ریشه را بیشتر می گیرند. (شکل ۵-۳)

پنجه های I و U برای اتصالات با استحکام زیاد برای حذف گوشه های تیز در اتصال به منظور جلوگیری از تمرکز تنش در اتصال به کار می رود. (شکل ۵-۴)



۵-۲-۱ قسمت های مختلف یک اتصال لب به لب

در شکل (۵-۵) قسمت های مختلف یک اتصال را نشان می دهد:

۱- فاصله ریشه Root Opening

۲- پاشنه جوش Root Face

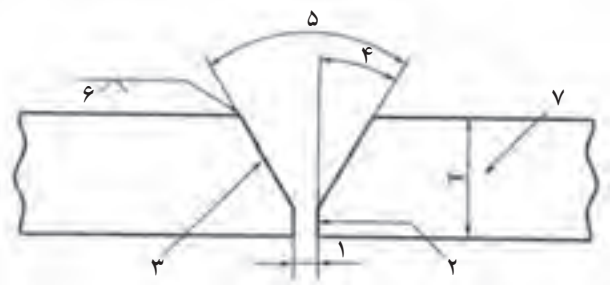
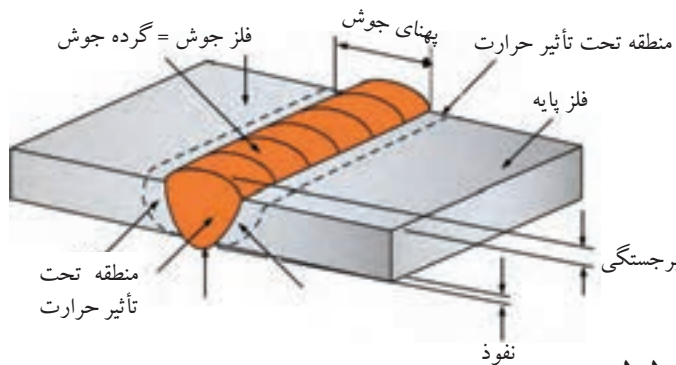
۳- سطح شیار Groove Face

۴- زاویه پنجه Bevel angle

۵- زاویه شیار Groove angle

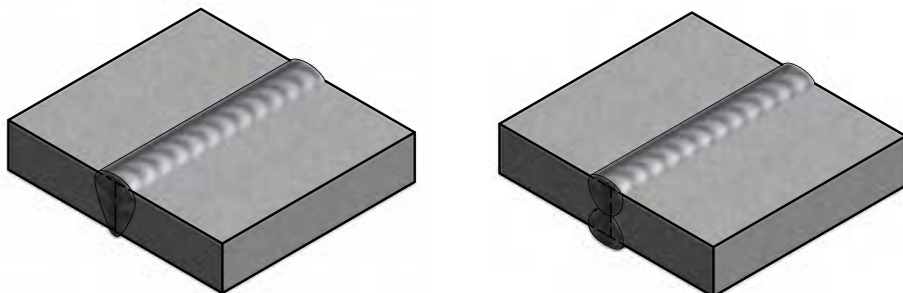
۶- علامت نوع پنجه Single V

۷- ضخامت قطعه Plate Thickness



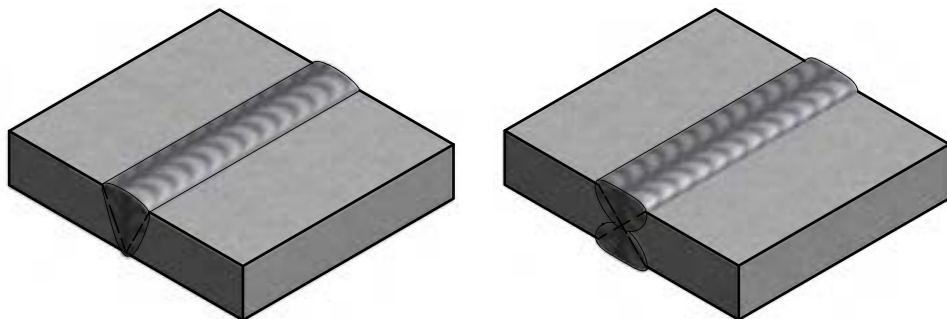
۵-۳ انواع اتصال سر به سر یا Butt Joint عبارتند از:

۵-۳-۱ اتصال لب به لب تخت با ریشه بسته در شکل (۵-۶) مشاهده می‌شود. از آنجایی که در جوشکاری نفوذ کامل مد نظر است، چنانچه اتصال با ریشه بسته باشد جوشکاری از هر دو طرف قطعه لازم است.



شکل ۵-۶ ریشه بسته

۵-۳-۲ اتصال لب به لب با پخ V که در قطعات ضخیم‌تر مورد استفاده بوده و استحکام کافی نیز دارد. (شکل ۵-۷)



شکل ۵-۷ ریشه باز

جهت آشنایی با علائم جوش‌ها نمای انواع جوش نشان داده شده است.



نیم جناقی یک طرفه



جناقی β طرفه



لب به لب دو طرفه



لب به لب یک طرفه



لاله‌ای β طرفه



نیم لاله‌ای دو طرفه

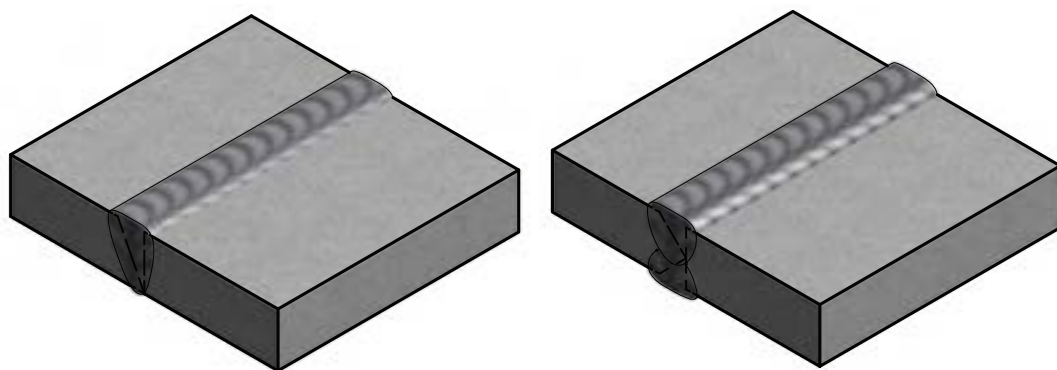


نیم لاله‌ای یک طرفه



نیم جناقی دو طرفه

۵-۳-۳ جوش سر به سر با پخهای نیم جناغی یک طرفه و دو طرفه معروف است که اتصال یک طرفه \surd را به \surd Singel Bevel و دو طرفه را \surd Double Bevel می‌نامند. (شکل ۵-۸)



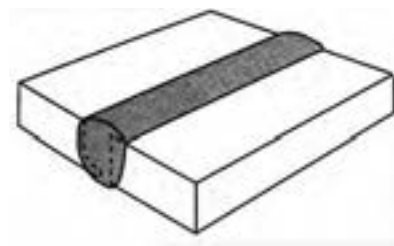
شکل ۵-۸

جوش سر به سر با پخ یک طرفه \surd با زاویه 60° single می‌تواند بدون پشت‌بند اجرا شود پاس ریشه باید لبه‌های کار را در پشت کار ذوب کرده و با فلز جوش یکپارچه شده برجستگی تقویتی در پشت جوش ایجاد کند.

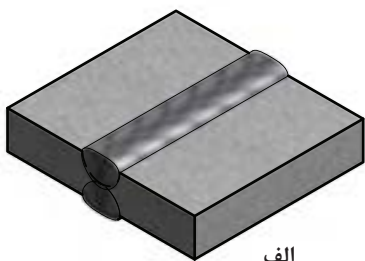
جوش سر به سر با پخ یک طرفه \surd شکل و پشت‌بند \surd b.s single مواقعی به کار گرفته می‌شود که فاصله ریشه قطعات زیاد باشد و استحکام زیادی مورد نظر باشد تا جوش از ریشه خم نشود به علاوه امکان جوشکاری با الکترودهای با قطر بیشتر فراهم می‌شود.

۵-۳-۴ جوش سر به سر با پخ \surd دو طرفه Double: در این نوع اتصال، پخ در دو طرف کار اجرا می‌شود. پیچیدگی کمتر و قابل کنترل بوده و در قطعات با ضخامت‌های بالا کاربرد دارد که باعث می‌شود جوشکاری راحت‌تر انجام شود.

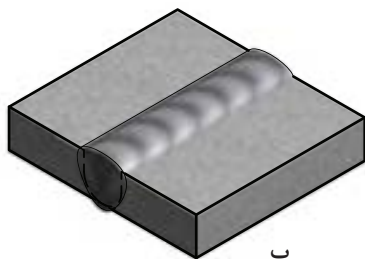
۵-۳-۵ جوش سر به سر J شکل یک طرفه Single J در اتصالات که امکان جوشکاری از یک طرف باشد و به استحکام زیاد نیاز داشته باشیم اجرا می‌شود، هزینه آماده‌سازی (پخ‌سازی) بیشتر ولی الکتروود مصرفی کمتر و مقدار پیچیدگی هم کمتر خواهد بود. (شکل ۵-۹)



شکل ۵-۹



الف



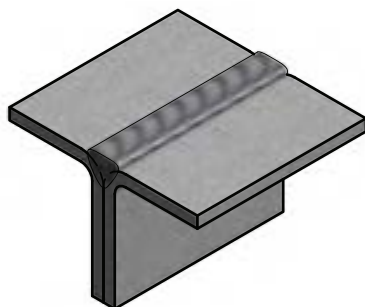
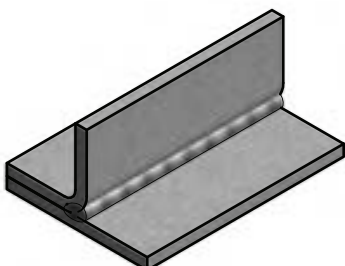
ب

شکل ۵-۱۰

۵-۳-۶ جوش سر به سر به سر U دو طرفه (Double U) در جوشکاری قطعات ضخیم با استحکام بالا مورد استفاده است. (شکل ۵-۱۰ الف)

۵-۳-۷ جوش سر به سر به سر u شکل یک طرفه (Single u) امکان جوشکاری یک طرفه را فراهم می کند با مصرف الکتروود کمتر. (شکل ۵-۱۰ ب)

جوش سر به سر دو طرفه (Double J) از نوع U دو طرفه ارزان تر تمام می شود چون فقط یکی از قطعات پخ سازی دارد جوش هم دارای استحکام کافی می باشد.

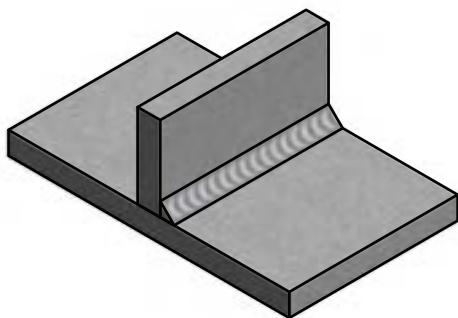


شکل ۵-۱۱

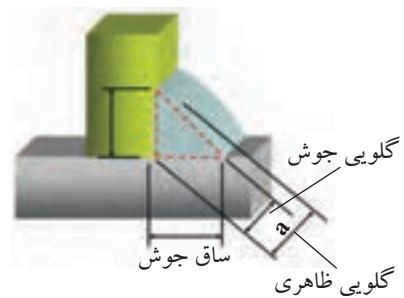
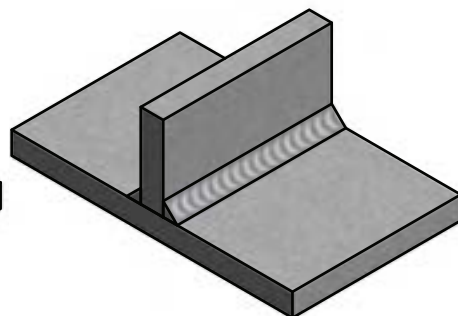
۵-۳-۸ پخ شیاری منحنی (Flare) یک لبه و دو لبه مطابق شکل (۵-۱۱). این اتصال نیاز به پخ سازی ندارد و هزینه تولید آن کمتر است.

۵-۴ اتصال سپری با جوش ماهیچه ای (Fillet)

در این نوع اتصال جوش در قسمت خارج اتصال رسوب داده می شود که با نفوذ در دیواره قطعه ها سبب اتصال می شود. این نوع جوش در داخل قطعه ایجاد نمی شود و با حذف جوش اتصال جدا می شود. (شکل ۵-۱۲ الف و ب)



شکل ۵-۱۲ ب



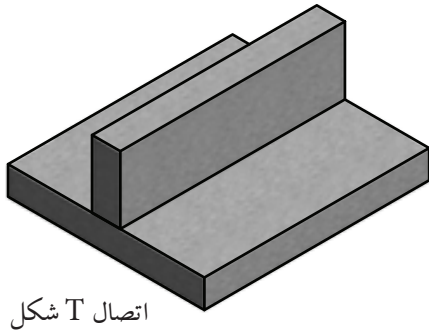
شکل ۵-۱۲ الف

۵-۵ اتصالات اصلی در جوشکاری

۵-۵-۱ اتصال لب به لب (Butt Joint) که به انواع آن در صفحات قبل پرداخته شد.

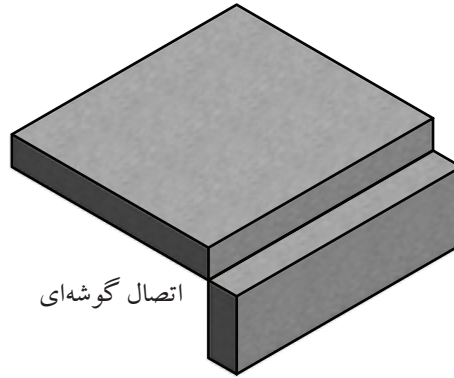
۵-۵-۲ اتصال با زاویه خارجی (Corner Joint) در شکل (۵-۱۳) آمده است.

۵-۵-۳ اتصال T شکل یا سه پری (Three Joint) در شکل (۵-۱۴) آمده است.



اتصال T شکل

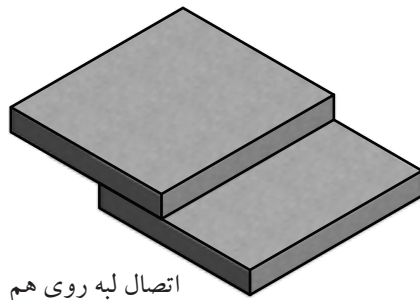
شکل ۵-۱۴



اتصال گوشه‌ای

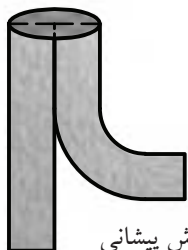
شکل ۵-۱۳

۵-۵-۴ اتصال لبه روی هم (Lap Joint) در شکل (۵-۱۵) آمده است.



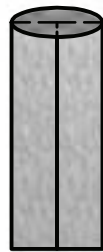
اتصال لبه روی هم

شکل ۵-۱۵



جوش پیشانی

شکل ۵-۱۶



۵-۵-۵ اتصال لبه‌ای (Edge Joint) در

شکل (۵-۱۶) آمده است.

فرم و ابعاد و اندازه یک پخ تابع شرایط و قواعدی است که معمولاً به صورت استاندارد تدوین می‌شود.

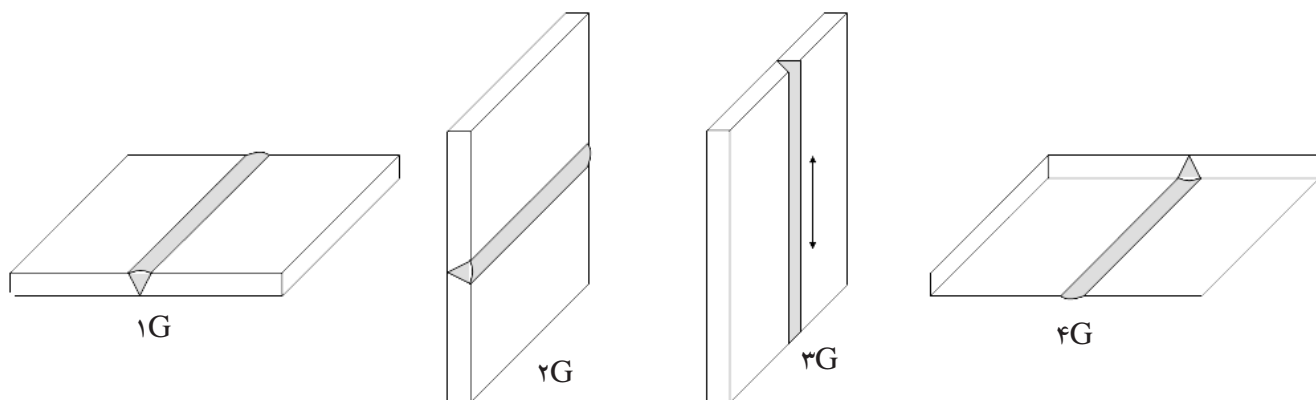
۵-۶ وضعیت اتصالات

همان‌طور که می‌دانید بهترین وضعیت جوشکاری در حالت سطحی است. همیشه سعی بر این است که با استفاده از وضعیت دهنده‌ها، درز اتصال در حالتی قرار گیرد که اجرای جوشکاری در حالت سطحی امکان‌پذیر باشد، با وجود این در برپایی سازه‌های صنعتی ساختمان‌های فولادی، کشتی‌ها و مجموعه‌های کارخانه‌ای در مناطق صنعتی، امکان جوشکاری تمام اتصالات در حالت سطحی میسر نیست و لازم می‌شود در وضعیت‌های مختلف انجام شود لذا جوشکار باید مهارت کافی برای جوشکاری در آن شرایط را دارا باشد و در حقیقت گواهی تأیید شده برای جوشکاری در آن وضعیت را داشته باشد.

موقعیت‌های جوشکاری برای وضعیت (تخت، افقی، عمودی، بالای سر) به ترتیب دارای شماره‌های ۱ تا ۴ هستند. و جوشکاری عمودی رو به بالا را UP hill و جوشکاری سرازیر را Down hill گویند.

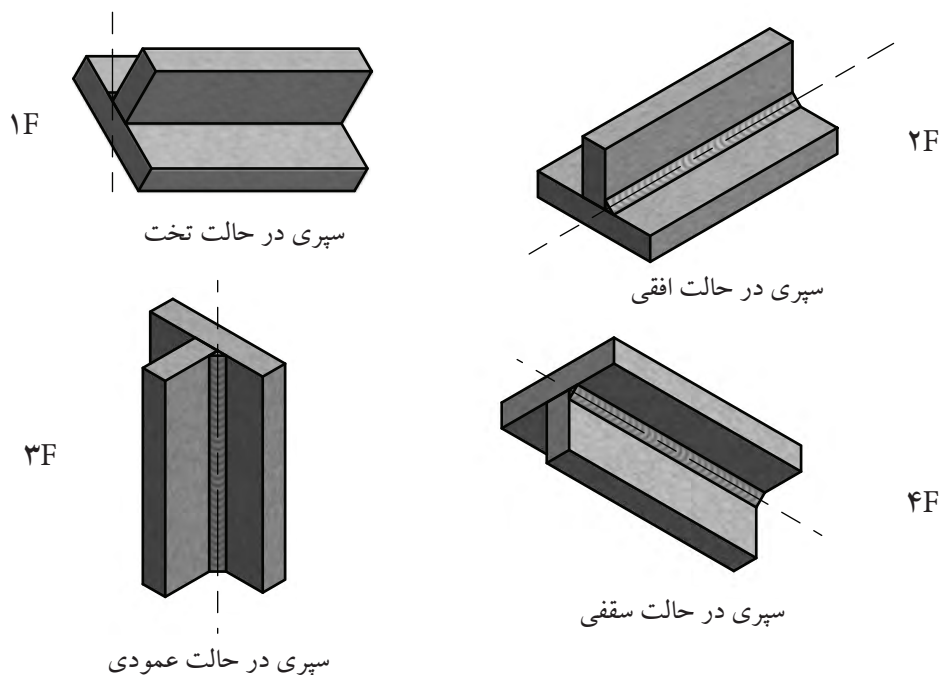
هم‌چنین در جوشکاری‌های تخت، افقی و بالای سر R=left to right یعنی جهت پیشروی جوش از چپ به راست باشد. و با L=Right to Left از راست به چپ نیز تعیین شده است.

همان‌طور که می‌دانیم Groove Weld به جوش‌هایی که در شیار ایجاد شده بین دو قطعه یا فاصله درز دو قطعه اجرا می‌شود گفته شده و با حرف G معرفی می‌گردد وقتی این نوع جوش در وضعیت‌های مختلف اجرا می‌شود ۱G تا ۶G نامگذاری می‌شوند. (شکل ۵-۱۷)



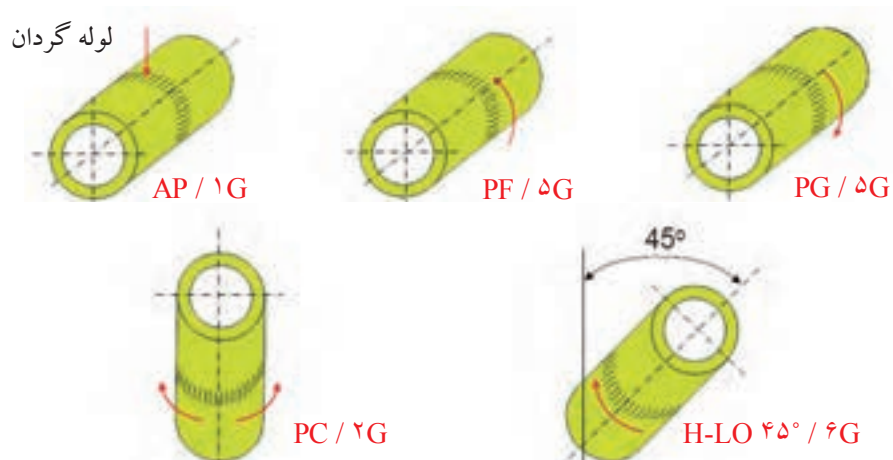
شکل ۵-۱۷

جوش ماهیچه‌ای یا Fillet Weld هم شامل یک یا چند گرده جوش است که در زاویه بین دو قطعه فلز جوش رسوب داده می‌شود و نیاز به آماده‌سازی قبلی نداشته و اقتصادی‌تر است و با حرف F معرفی می‌گردد، این گروه هم در وضعیت‌های مختلف از ۱F تا ۴F نام‌گذاری می‌شوند مطابق شکل (۵-۱۸).



شکل ۵-۱۸

مطابق شکل (۵-۱۹) اگر اتصال دو لوله به صورت سر به سر بوده و امکان گردش لوله وجود داشته باشد ۱G است و منطقه ذوب همواره در قسمت بالای لوله قرار دارد.



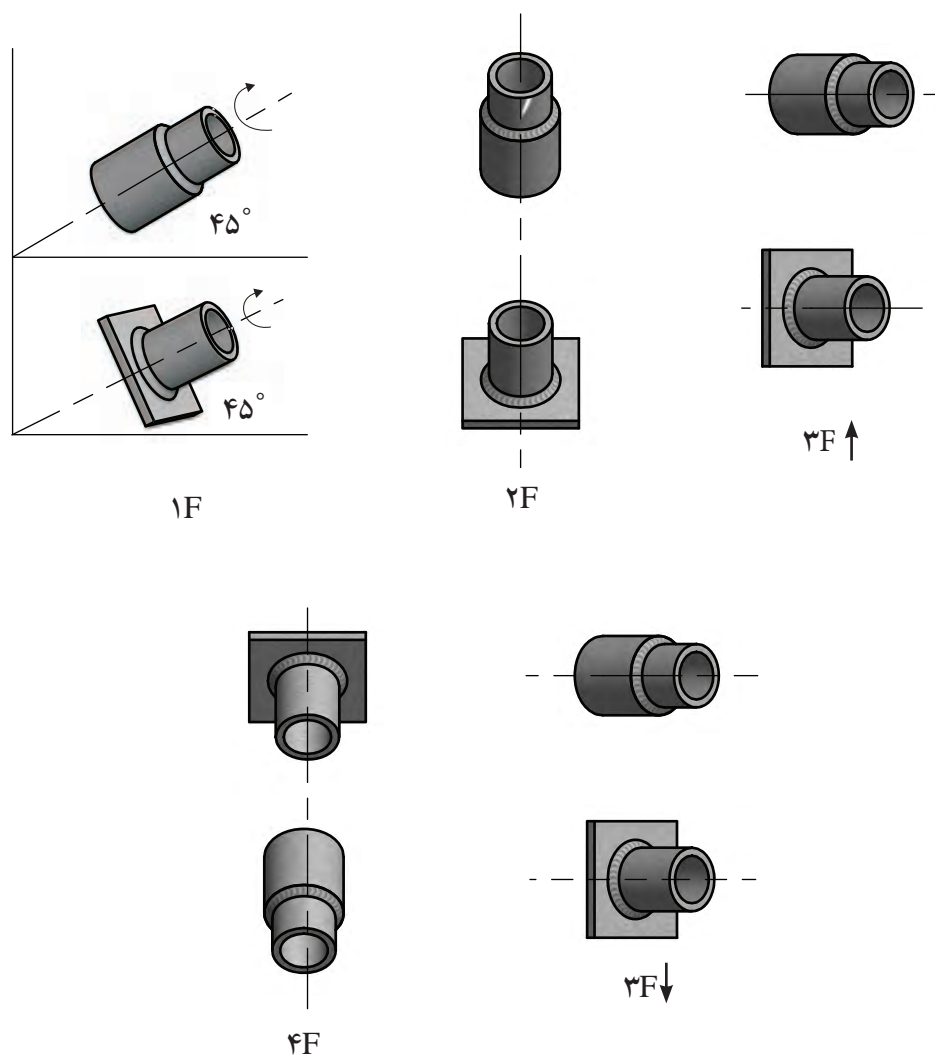
شکل ۵-۱۹

چنانچه در اتصال سر به سر، لوله در حالت عمودی بوده و حرکت گردشی هم امکان نداشته باشد جوشکاری افقی تلقی می شود و ۲G است.

اتصال قطعات لوله یا پروفیل ها که حالت گردشی نداشته و به صورت افقی یا با تغییر زاویه 15° ثابت باشند جوش را ۵G گویند.

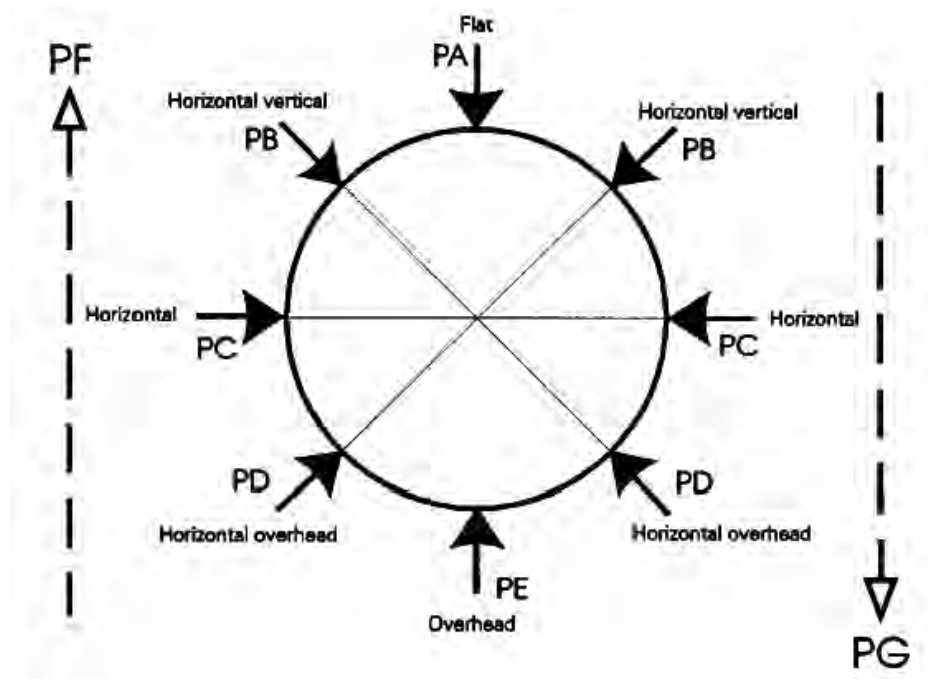
اگر قطعات لوله تحت زاویه $45^\circ \pm 5^\circ$ به هم اتصال داده شود و امکان گردش هم وجود نداشته باشد جوش را ۶G گویند.

اتصال لوله به لوله که لوله ها درون یکدیگر جفت شده به دلیل اجرای جوش ماهیچه ای با حرف F معرفی می شود و شماره آنها بر اساس ۱F تا ۴F معرفی می شوند. به شکل (۲۰-۵) توجه کنید.



شکل ۲۰-۵

وضعیت‌های جوشکاری در استاندارد DIN و ISO با حرف P و به ترتیب از A تا G معرفی شده‌اند دایره توسط قطرهای چهارگانه تقسیم شده است چنانچه شعاع‌های ترسیم شده از خط مرکزی فلز جوش عبور کند تعیین کننده وضعیت بوده با حروف تعیین شده در شکل (۵-۲۱) معرفی می‌شوند.

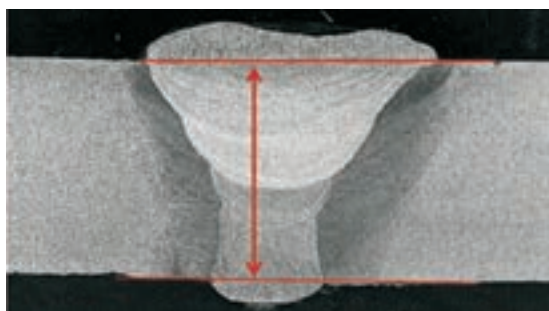


شکل ۵-۲۱

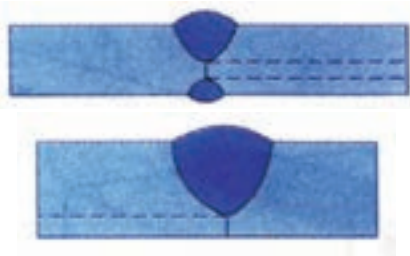
در این استاندارد جوش عمودی سر بالا را PF و جوش عمودی سرازیر را PG نامیده‌اند.

۵-۲- اندازه جوش

در یک جوش شیاری، اگر در جوش یک طرفه نفوذ کامل باشد (CJP) شکل (۵-۲۲) اندازه جوش با اندازه ضخامت قطعه نازک تر اتصال، بدون برجستگی تقویتی (Reinforcement) برابری می‌کند.



شکل ۵-۲۲

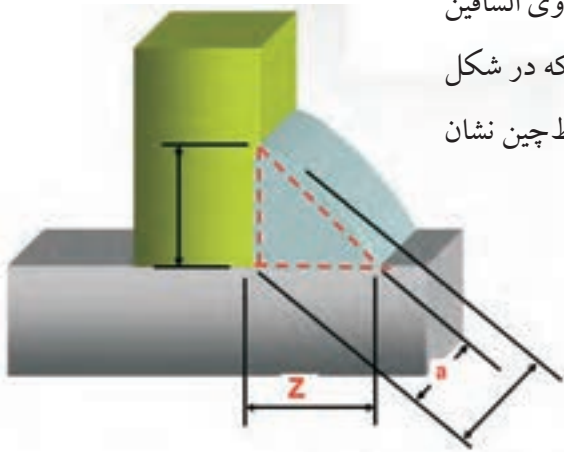


شکل ۵-۲۳

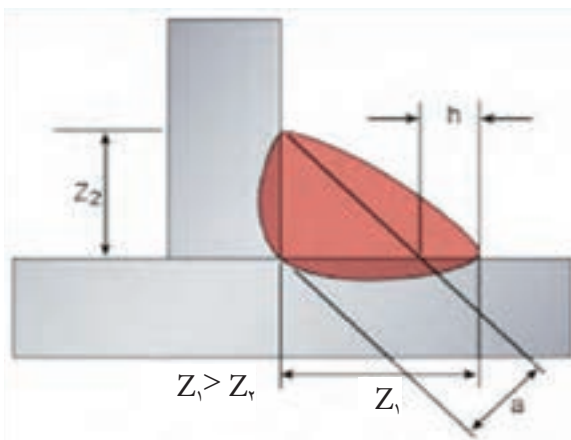
در صورتی که نفوذ کامل نباشد (PJP) یعنی نفوذ جزئی در جوش باشد، مجموع دو مقدار نفوذ در طرفین اتصال اندازه جوش به حساب می‌آید یعنی $E_1 + E_2$ اندازه جوش خواهد بود. این موضوع در خصوص استانداردهای آمریکایی و اروپایی یکسان است. (شکل ۵-۲۳)

۱-۷-۵ اندازه جوش ماهیچه‌ای

طبق استاندارد (AWS) اندازه جوش برابر است با بزرگترین ضلع مثلث متساوی الساقین که در مقطع جوش ماهیچه‌ای (Fillet Weld) که در همان مقطع محاط گردد که در شکل (۵-۲۴) در جوش ماهیچه‌ای کاو و کوژ (مقعر و محدب) به صورت مثلث خط چین نشان داده شده است و ساق مثلث اندازه جوش می‌باشد.



شکل ۵-۲۴



شکل ۵-۲۵

طبق استانداردهای اروپایی در جوش ماهیچه‌ای اندازه گلوبی جوش، به عنوان اندازه جوش مورد محاسبه است، یعنی گلوبی همان مثلث خط‌چینی که به آن اشاره شد یعنی گلوبی تئوری (در عمل با توجه به نفوذ و برجستگی تقویتی جوش) اندازه گلوبی واقعی از گلوبی تئوری بزرگ‌تر خواهد بود. اندازه جوش اروپایی (a) و اندازه جوش آمریکایی را با (Z) نشان می‌دهند که با رابطه $Z = \frac{1}{\sqrt{3}} a$ و یا $a = \frac{\sqrt{3}}{1} Z$ به هم تبدیل می‌شوند.

در صورتی که طبق دستور طراح، ساق‌های جوش نامساوی باشند مطابق شکل (۵-۲۵) ساق بزرگ‌تر و ساق کوچک‌تر معین گردیده است.

نفوذ در پشت درز (نفوذ) E_2 نفوذ روی سطح کار (نفوذ) E_1



سوالات پایانی فصل پنجم

۱- کدام جمله نادرست به نظر می آید؟

الف) یکی از مسائل عمده در جوشکاری به پایان رساندن جوش با حداقل مدت می باشد.

ب) مقاومت و استحکام کافی اتصال در برابر نیروها مسأله مهمی در جوشکاری است.

ج) اتصالات جوشکاری شده در ردیف اتصالات دائم هستند.

د) نوع و شکل اتصالات جوش شده به عهده جوشکاران است.

۲- ایجاد فاصله در ریشه جوش برای است.

الف) نفوذ کافی ب) امکان جوشکاری

ج) صرفه جویی د) راحتی کار

۳- پخ های انحنادار باعث در جوش می شوند.

الف) ارزانی لبه سازی ب) حذف تمرکز تنش

ج) سادگی اجرا د) سرعت بیشتر کار

۴- اتصال گوشه ای یا زاویه خارجی را با کدام گزینه می توان اجرا کرد؟

الف) ریشه باز ب) ریشه بسته

ج) ریشه نیم باز د) پاشنه زیاد

۵- با استفاده از پشت بند در اتصال می تواند باشد.

الف) قطر الکتروود مصرفی بیشتر ب) ریشه (Root) بیشتر

ج) صرف زمان کمتر د) بدون پاشنه (Root Face)

۶- با کدام پخ اتصال سر به سر ارزان تر تمام می شود؟

الف) K ب) Y ج) X د) V

۷- کدام نوع اتصال احتیاج به آماده سازی ندارد؟

الف) سر به سر ب) لب رویهم

ج) سه پری د) پیشانی



۸- علامت استاندارد جوش لوله که امتداد لوله افقی باشد و قابل گردش کدام است؟

الف) ۱ G (ب) ۲ G

ج) ۱ F (د) ۶ GR

۹- جوشکاری PF در استاندارد ISO مطابق کدام در استاندارد AWS است.

الف) UP hill (ب) Down Hill

ج) ۳ G (د) ۳ F

۱۰- در کدام صنعت امکان استفاده بیشتری از وضعیت دهنده وجود دارد؟

الف) ساختمان‌های فولادی (ب) پل سازی

ج) کشتی سازی (د) واگن سازی



فصل ششم

ساختار منطقه جوش

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. قسمت‌های مختلف یک اتصال ذوبی را نام ببرد.
۲. چگونگی حوضچه مذاب را شرح دهد.
۳. چگونگی سخت شدن فولاد با عملیات حرارتی را توضیح دهد.
۴. علت پیش گرمی را شرح دهد.
۵. عیوب ظاهری را نام ببرد.
۶. انواع ترک‌ها در اتصالات جوشکاری شده را معرفی کند.
۷. آخال متمایز در جوشکاری GTAW و دلیل به وجود آمدن آن را بیان کند.
۸. راه‌های جلوگیری از ترک گرم را شرح دهد.
۹. دلایل شکست سرد را شرح دهد.
۱۰. انواع پیچیدگی در جوش را نام ببرد.
۱۱. راه‌های جلوگیری از پیچیدگی را شرح دهد.

— تعریف ساختار منطقه جوش

متداولترین انواع جوش‌ها، جوش ذوبی است که دارای ۳ قسمت کاملاً مجزا می‌باشد که به شرح زیر است:

۱- منطقه ذوب شده

۲- منطقه تحت تأثیر حرارت (HAZ)

۳- فلز مبنا (فلز مورد جوشکاری)

فلز جوش که از انجماد حوضچه مذاب به دست آمده تحت تأثیر گرما، سرعت سرد شدن، تغییرات نظم اتمی و امتزاجی در آن شکل می‌گیرد و ویژگی‌های زیر را به وجود می‌آورد.

تغییر خصوصیات مکانیکی

افزایش تردی فلز جوش

افزایش حساسیت در مقابل ترک خوردگی

کاهش مقاومت به خوردگی و زنگ زدگی

شدت این تغییرات و تأثیرات به نوع فرایند جوشکاری نیز وابسته است

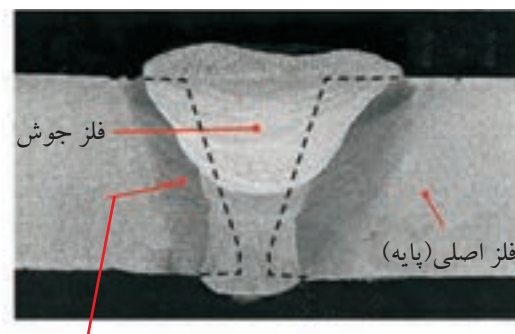
۱-۶ قسمت‌های مختلف منطقه جوش شده

مطابق شکل (۱-۶) عبارتند از:

۱- فلز جوش

۲- منطقه تحت تأثیر حرارت

۳- فلز اصلی (فلز پایه)



منطقه تحت تأثیر گرما

شکل ۱-۶

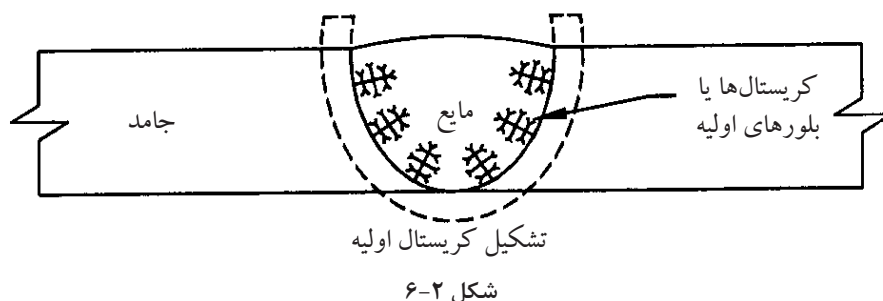
● **فلز جوش:** قسمت میانی فلز جوش، آلیاژی از مذاب لبه‌ها و مذاب فلز پرکننده، درز خواهد بود مثلاً زمانی که یک الکتروود نیکلی برای جوشکاری چدن خاکستری به کار می‌رود آلیاژی از فلز نیکل و فلز آهن و کربن خواهد بود که دارای ساختار FCC بوده و آستینیتی است و جذب آهن ربا نمی‌شود.

● **منطقه تحت تأثیر حرارت (HAZ):** به منطقه کنار فلز جوش که جزء فلز پایه می‌باشد و ذوب نشده ولی در اثر گرما تغییر ساختار داده است.

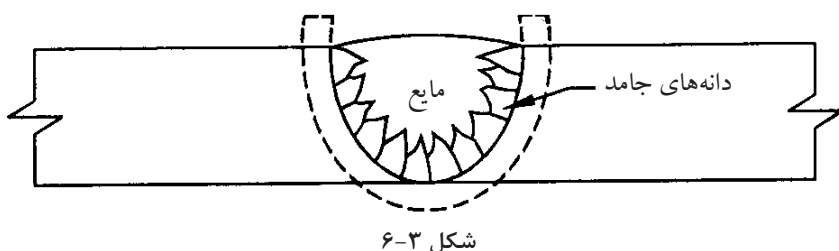
● **فلز پایه:** که تغییری در آن رخ نداده ولی در اثر انبساط و انقباض ناشی از حرارت، تنش در آن پدیدار شده است.

۶-۲ چگونگی انجماد حوضچه مذاب

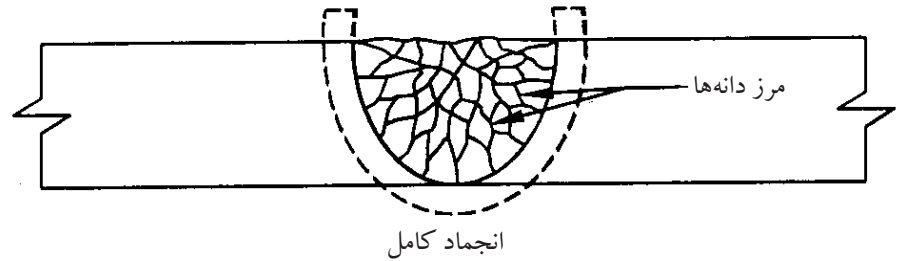
می‌دانیم اتم‌های مذاب فلزی بی نظم و آمورف (بی شکل) هستند ولی در اثر سرد شدن اتم‌ها با نظم خاص و تکرار شونده منجمد می‌شوند یعنی ساختار کریستالی دارند. انجماد با ایجاد هسته‌های کوچک جامدی شروع می‌شود (که به این عمل جوانه‌زنی می‌گویند) به شکل (۶-۲) توجه کنید که در یک حوضچه مذاب، بلورهای جامد چگونه و از چه منطقه‌ای شکل گرفته‌اند (جوانه‌ها از قسمت جامد ایجاد شده و رشد می‌کنند).



پس از شکل‌گیری هسته‌های اولیه جامد، اتم‌های دیگری به هسته اضافه می‌شوند و رشد کرده و بزرگ می‌شوند تا به ذرات جامد بزرگ‌تر تبدیل شوند که دانه یا بلور (کریستال) نامیده می‌شود. (شکل ۶-۳)



با پیشرفت جامد بلورها یا دانه‌ها به هم رسیده و مرز نا منظمی درست می‌کنند که به آن مرز دانه گویند که با میکروسکوپ قابل رؤیت هستند شکل (۴-۶) کامل شده انجماد را ملاحظه کنید.



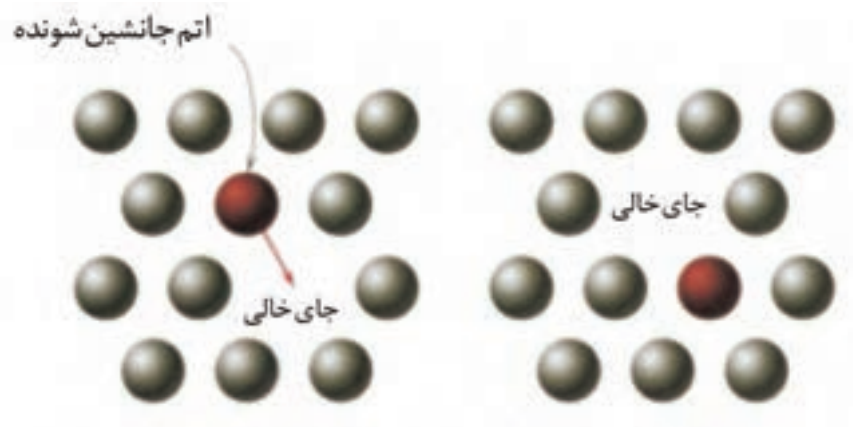
شکل ۴-۶

در مرکز فلز جوش به دلیل سرعت بالاتر انجماد دانه‌ها رشد کمتری دارند دانه‌های ریزتر شکل می‌گیرند.

وقتی عنصری به یک فلز خالص اضافه شود و آلیاژی تشکیل دهند اتم عنصر جدید به دو صورت در شبکه قرار می‌گیرد.

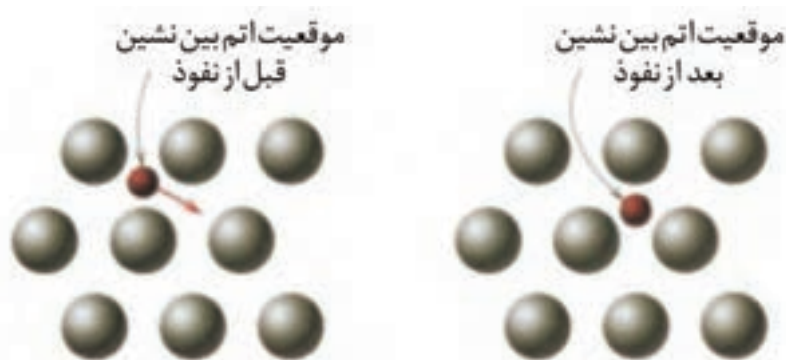
• **جانشینی مستقیم:** وقتی اتم فلز جدید اندازه‌ای نزدیک به اتم فلز پایه داشته باشد، می‌تواند در محلی که پیش از این اتم فلز پایه قرار داشته جایگزین شود.

شکل (۵-۶) نمونه‌ای از روش جانشینی مستقیم است که تشکیل آلیاژ داده‌اند مثل آلیاژ (مس، نیکل).



شکل ۵-۶

• **بین نشینی:** اگر اندازه اتم عنصر آلیاژی اضافه شده از اندازه اتم فلز پایه کوچکتر باشد می تواند بدون جا به جا کردن هیچ کدام از اتم های اصلی وارد شبکه فلز پایه شود و در بین آنها قرار گیرد شکل (۶-۶) و تشکیل آلیاژی دهد و استحکام کششی را زیاد کند مثل اتم کربن به عنوان اتم بین نشین در فولادها.



شکل ۶-۶

۳-۶ چگونه با عملیات حرارتی، فولاد سخت می شود؟

در کتاب متالورژی عمومی و شناخت مواد صنعتی آموخته اید که فولاد ساده کربنی آلیاژی است از آهن و کربن که افزایش درصد کربن به استحکام و سختی فولاد می افزاید و عملیات حرارتی هم می تواند فولاد را سخت کند.

هم اکنون کربن در فولاد به دو صورت وجود دارد:

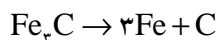
الف) کربن در فولاد به صورت اتمی و بین نشین که کمتر به این حالت یافت می شود.

ب) ترکیب کربن با آهن، به نام کاربید آهن که در درجه حرارت محیط در فولاد به

صورت Fe_3C وجود دارد و مقدار آن به درصد کربن در فولاد بستگی دارد.

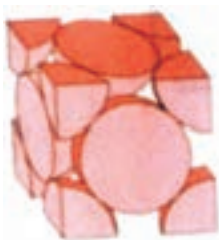
حرارت دادن فولاد در دمای بیش از $723^{\circ}C$ باعث می شود که، کاربید آهن Fe_3C

تجزیه شده و به اتم کربن و اتم آهن تبدیل شود.



در شرایط فوق وقتی فولاد، گرم می شود از شبکه BCC به FCC هم تغییر شبکه

می دهد.

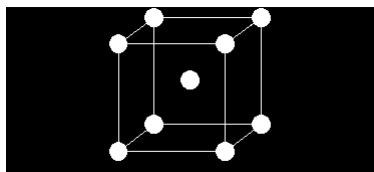


پس دو اتفاق با هم افتاده است هم اتم‌های کربن آزاد شده‌اند و هم شبکه اتمی FCC تشکیل شده است که به دلیل حجم بزرگتر فضای خالی این شبکه می‌تواند مقدار بیشتری اتم کربن در بین اتم‌های خود جای دهد، به صورت بین‌نشین.

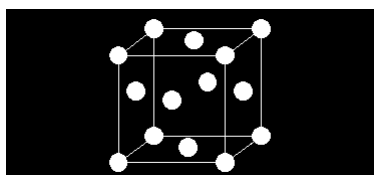
حال برای سرد کردن دو حالت در نظر می‌گیریم:

الف) سرد کردن آرام (تعادلی)

ب) سرد کردن تند (سریع)



شبکه BCC



شبکه FCC

اگر فولاد گرما دیده و سرخ شده را سریع سرد کنیم (به وسیله آب یا هوای فشرده) اتم‌های کربن بین‌نشین در شبکه FCC فرصت پیدا نمی‌کنند تغییر وضعیت داده و به کاربرد آهن Fe₃C تبدیل شود. در حالی که تبدیل شبکه از FCC به BCC الزامی و حتمی است سرعت سرد شدن باعث می‌شود مقدار زیادی اتم کربن به صورت فشرده درون شبکه BCC باقی بماند و شبکه به شکل مکعب مستطیل می‌شود. لذا سختی زیاد می‌شود و فولاد حاصل شکننده‌تر است. شکل (۶-۷) شبکه BCC و FCC را نشان می‌دهد.

بر عکس اگر فولاد گرما دیده و سرخ شده آرام سرد شود سخت و شکننده نمی‌شود زیرا زمان لازم جهت تشکیل مجدد Fe₃C وجود دارد.

حرارت حاصل از جوشکاری می‌تواند تغییرات فوق را در منطقه ذوب و HAZ ایجاد کند. به علاوه گرمای جوشکاری باعث انبساط و انقباض می‌شود و تنشهای زیادی تولید می‌کند که این عوامل باید تحت کنترل باشد تا جوش با کیفیت مطلوب بدست آید.



شکل ۶-۷

۴-۶ اشکالات و عیوب جوش

اجرای عملیات جوشکاری با کیفیت صد در صد و ایده‌آل و ایجاد یک اتصال بدون عیب به ندرت ممکن است و به طور معمول جوشکاری‌ها دارای معایب و ناپیوستگی‌هایی هر چند کوچک می‌باشند. ناپیوستگی‌هایی که مورد پذیرش استاندارد مرجع قرار گیرد عیب محسوب نمی‌شود.

استانداردها با در نظر گرفتن پارامترهایی مثل کیفیت، قابل اعتماد بودن از نظر تأمین نیازهای طراحی همراه با صرفه اقتصادی، محدوده پذیرش عیب را در جوش برای کاربردهای مختلف مشخص کرده‌اند.

ولی جوشکاران بدون در نظر گرفتن این ملاحظات همواره باید خود را موظف به اجرای جوشکاری بدون عیب و نقص دانسته و دائم تحت کنترل و بازرسی بوده و تشویق و ترغیب شوند.

جوش‌هایی که دارای ناپیوستگی در خارج از محدوده مجاز استاندارد باشند عیب‌دار به حساب آمده و بدون ملاحظات اقتصادی و سایر مسائل پروژه باید طبق دستورالعمل‌های تعمیراتی و با روش‌های اجرایی مورد تأیید، تخریب و مجدد بازسازی شوند. در خصوص ناپیوستگی‌ها در جوش ملاحظات زیر در قراردادها و پیمان‌های اجرای یک پروژه دیده می‌شود.

روش‌های بازدید عیب یا عیب‌یابی، روش‌های بازرسی‌های مخرب (DT) و غیر مخرب (NDT) خواهد بود.

• **روش‌های پیشگیری:** پیشگیری جدا از تعمیرات است حتی اگر این روش‌ها پرهزینه بوده و زمان‌گیر باشد باز هم اقتصادی‌تر و اصولی‌تر از هزینه‌های سرسام‌آور تعمیرات جوش که شامل عیب‌یابی، بریدن یا شکافتن جوش و جوشکاری مجدد آن است.

• **علل بروز عیب:** دانستن علل بروز عیب جوش مستلزم آگاهی از اصول کلی جوشکاری و فرایند اجرای آن است.

• **روش تعمیر و اصلاح جوش:** تهیه دستورالعمل تعمیر جوشکاری نیز بر اساس معیارهای قابل پذیرش استاندارد مرجع و توافق قراردادی و اقتصادی در قراردادها گنجانده می‌شود.

۱-۴-۶ عیوب متداول در جوشکاری:

۱- عیوب ظاهری جوش

۲- عیوب داخلی جوش

۱- عیوب ظاهری جوش:

الف - عیوب ابعادی

ب- ناپیوستگی ظاهری

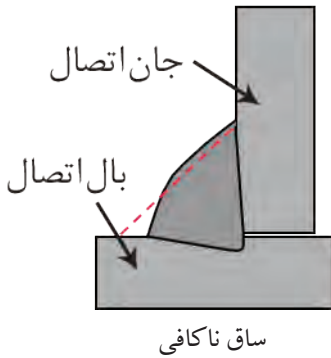
الف- عیوب ابعادی:

۱- عیوب ابعادی در اتصال سپری (Fillet)

۲- عیوب ابعادی در اتصال سر به سر (Butt)

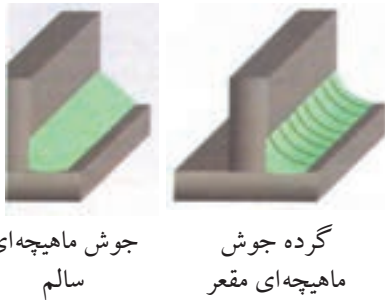
۱- عیوب ابعادی در اتصال سپری :

a. ساق ناکافی (z): در اتصالات سپری چنانچه در WPS اجرایی قید نشده باشد، معمولاً میزان ساق جوش مورد نیاز $\frac{1}{4}$ ضخامت نازکترین قطعه در نظر گرفته می شود و چنانچه ساق جوش مورد نظر از حد مشخص شده کمتر باشد، عیب تلقی شده و باید ترمیم گردد.



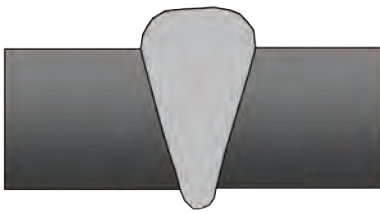
نکته مورد توجه این است که جوش (Fillet) در هر شرایطی باید دارای ساقهایی برابر بر روی دو بال و جان قطعه باشد مگر طبق دستور طراح.

b. گلویی ناکافی (تقعر گرده جوش): بهترین شرایط برای جوش Fillet، داشتن سطح جوش صاف و تخت می باشد. در این جوش چنانچه در WPS اجرایی مورد خاصی قید نشده باشد، معمولاً میزان این گلویی $0/7$ ضخامت نازکترین قطعه مورد نظر گرفته می شود.



وجود جوش گوشه با ابعادی کمتر از این حد تقعر گرده جوش تلقی می گردد.

c. تحدب گرده جوش: چنانچه ابعاد گلویی جوش Fillet از حد مورد انتظار ($0/7 t$) بیشتر باشد با ثابت ماندن ساق جوش مناسب، عیب تلقی می گردد، زیرا گرده جوش اضافی نه تنها در استحکام جوش نقشی ایفا نمی کند بلکه از آنجایی که می تواند زوایایی تیز در کناره جوش ایجاد کند، می تواند باعث ایجاد نقاط تمرکز تنش در قطعه گردد.



تحدب گرده جوش

میزان انحراف عیوب ابعادی از حد مجاز را می توان پس از رؤیت با استفاده از گیج های ویژه اندازه گیری و ثبت کرد.

۲- عیوب ابعادی در جوش سر به سر (Butt) :

a. تحدب گرده جوش: بیشترین حد برآمدگی گرده جوش برای اتصالات Butt $\frac{1}{8}$ در حدود ۳mm می باشد و بیش از آن مجاز نمی باشد و عیب تلقی می گردد، زیرا باعث ایجاد نقاط تمرکز تنش در اتصال می گردد.



تقعر گرده جوش

b. تقعر گرده جوش (عدم پرشدگی) :

حداقل میزان پرشدگی در جوشهای Butt باید در حد ضخامت قطعه باشد.

c. تحدب ریشه جوش (نفوذ اضافی):

حداکثر میزان بیرون زدگی نفوذ جوش از پشت قطعه ۳mm می باشد و بیرون زدگی بیش از این حد مجاز نمی باشد و به عنوان عیب نفوذ اضافی تلقی می گردد.

d. تقعر ریشه جوش:

نفوذ جوش باید به انتهای لبه قطعه در پشت کار برسد.

e. عدم هم ترازی:

اگر در این اتصال (Butt) دو جزء اتصال در یک راستا نباشند، این عیب ایجاد می گردد.



ب- ناپیوستگی ظاهری:

a. کناره (Under Cut):

عدم پرشدگی حوضچه مذاب در کناره های جوش و همچنین خوردگی کناره جوش روی قطعات اتصال را می گویند.



b. سر رفتگی جوش (Over Lap):

این عیب پرشدگی بیش از اندازه مجاز است و زمانی اتفاق می افتد که فلز جوش رسوب داده شده بیشتر از ظرفیت اتصال باشد و فلز پر کننده بدون ذوب کردن قطعه آن را بپوشاند.



c. عدم ذوب (Lack of Fusion (LOF):

حوضچه مذاب در هر مرحله باید با دیواره قطعات مورد اتصال و جوش پاسهای قبلی به طور کامل اقدام گردد، در غیر این صورت باعث ایجاد عیبی به اسم ذوب ناقص (LOF) می گردد. این عیب گاهی ممکن است در سطوح زیرین قطعه اتفاق بیافتد و قابل مشاهده نباشد.

d. نفوذ ناقص (Lack of Penetration (LOP):

این عیب در صورتی جزء عیوب ظاهری تلقی می گردد که دسترسی به دو طرف قطعه باشد در غیر این صورت این عیب جزء عیوب داخلی در نظر گرفته می شود.

جوش ذوبی در صورتی نفوذ کامل است که دو لبه اتصال از سطح بالا (ظاهری) تا سطح پائینی به طور کامل ذوب شده و درهم آمیخته شود. این عیب در دو حالت بررسی می شود.

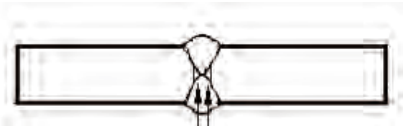
الف: نفوذ ناقص در اتصالات شیاری یک طرفه:



نفوذ ناقص در اتصالات شیاری یک طرفه

جوش ذوبی باید در پشت قطعه اتصال یا هم سطح در قطعه باشد (در استفاده از پشت بند) و یا از پشت کار بیرون بزند (نهایتاً به اندازه ۳mm) و در غیر این صورت نفوذ ناقص است.

ب: نفوذ ناقص در اتصالات شیاری دو طرفه :



نفوذ ناقص در اتصالات شیاری دو طرفه

در این گونه اتصالات پاشنه کار و ریشه اتصال در مرکز ضخامت قطعه واقع می گردد که باید توسط جوش ذوبی به طور کامل ذوب و پر گردد و اگر این شرایط ایجاد نشود عیب در نظر گرفته می شود.

e. لکه قوس :

در اثر برخورد نوک الکترود به اطراف درز جوش و قطعه در هنگام شروع جوشکاری ایجاد می شود.



لکه قوس

f. چاله جوش:

این عیب در نقاط انتهایی خط جوش دیده می شود که عبارت است از عدم پرشدگی انتهای جوش، که می تواند محل مناسبی برای بروز عیوب خطرناکی نظیر ترک باشد.



چاله جوش

g. پاشش و جرقه :

اگر در هنگام جوشکاری پارامترهای اساسی جوش رعایت نشود، جرقه و پاشش های ایجاد شده از حد طبیعی بزرگتر شده که در نتیجه به سطح قطعه و جوش چسبیده و بر روی کار باقی می مانند و از این نقاط می توانند محل مناسبی برای جوانه زنی ترک ها و شکست قطعه باشد.



پاشش و جرقه

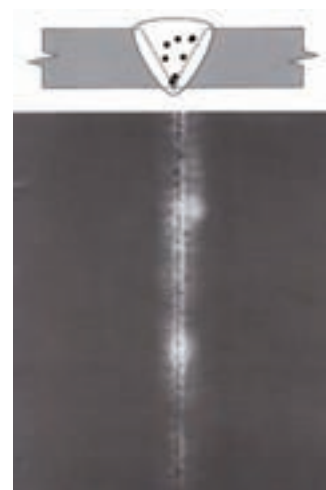
۱- عیوب داخلی جوش:

۱- تخلخل (Parasity):

این عیب در اثر حبس شدن گاز در داخل جوش ایجاد می شود. بنابراین هر عاملی که باعث ایجاد گاز شود از قبیل چربی و رطوبت می تواند عامل ایجاد این عیب باشد. هم چنین اگر شرایطی پیش بیاید که گازهای ایجاد شده در داخل جوش فرصت خروج را پیدا نکنند. باز هم باعث ایجاد این عیب می گردند. این عیب می تواند در مدل‌های مختلفی مشاهده شود که عبارت است از:

a. تخلخل با پخش یکنواخت:

در این حالت حباب‌های گاز در تمام طول جوش وجود دارند که ناشی از مواد مصرفی کثیف و ناسالم می باشد.



تخلخل با پخش یکنواخت

b. تخلخل خوشه ای:

در این حالت حباب‌های گازی در نقاطی از خط جوش تجمع یافته‌اند که معمولاً ناشی از قطع و وصل شدن جریان جوشکاری در حین کار می باشد که باعث می شود حوضچه مذاب سریع سرد شود و حباب‌های ایجاد شده فرصت خروج پیدا نکنند.



تخلخل خوشه ای

c. تخلخل خطی:

این حالت ناشی از ایجاد حباب‌های گازی و کشیده شدن آن در طول مسیر جوشکاری می باشد.

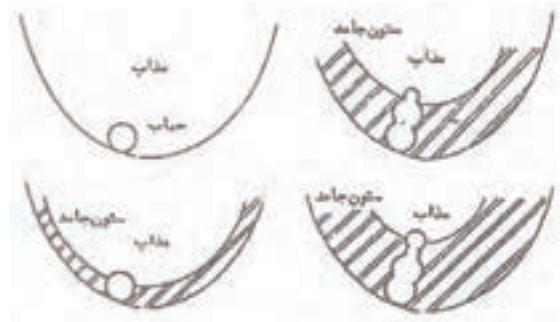


تخلخل خطی

d. تخلخل لوله ای :

این عیب ناشی از حرکت هم زمان حباب به سمت سطح قطعه و انجماد حوضچه

می باشد.



تخلخل لوله ای

۲- آخال (Inclusion):

هرگاه در داخل جوش ذرات جامدی باقی بماند این عیب ایجاد می شود. عموماً

آخال های جوشی به یکی از دو صورت زیر می باشد :

a. آخال سرباره : ناشی از جا ماندن سرباره جوش قبلی می باشد که در جوشهای

الکتروود دستی و زیرپودری می تواند رخ دهد.

b. آخال تنگستنی: این عیب در جوشکاری TIG ای رخ می دهد و ناشی از برخورد

الکتروود تنگستنی به حوضچه مذاب در حین جوشکاری می باشد.



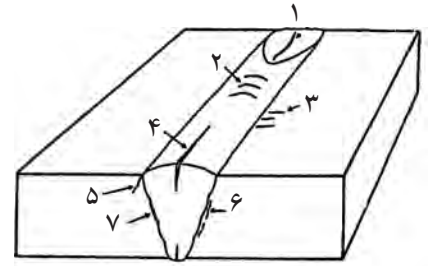
آخال سرباره

آخال تنگستنی

۳- ترک (Crack):

این عیب انواع گوناگونی دارد و معمولاً جزء خطرناکترین عیوب موجود در جوش و قطعه به حساب می آید که در زیر به آنها اشاره می گردد.

ترک ها بر حسب محل وقوع و دمای ایجاد به صورت های مختلفی دسته بندی می گردد.



• انواع ترک از نظر محل بروز عیب:

۱. ترک ستاره ای : محل بروز این ترک در چاله انتهایی جوش می باشد.
۲. ترک عرضی : در جهتی عمود بر جهت جوش رخ می دهد و می تواند در قطعه و یا جوش واقع گردد.
۳. ترک طولی : این ترک در امتداد طولی جوش رخ می دهد.
۴. ترک زبانه (گوشه)
۵. ترک زیر خط ذوب
۶. ترک در منطقه HAZ
۷. ترک در ریشه جوش

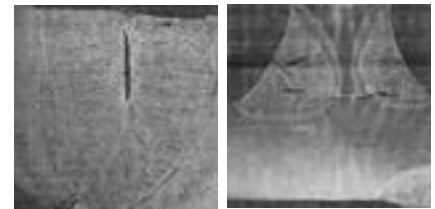
• دلیل ایجاد ترک در جوش:

هرگاه تنش های انقباضی ناشی از سرد شدن جوش بیشتر از تنش تحمل قطعه در آن درجه حرارت باشد، شکست اتفاق می افتد. این موضوع در تمام دماها (از لحظه انجماد تا پایان سرد شدن و حتی مدتی پس از سرد شدن) در هنگام بارگذاری امکان پذیر است.

انواع ترک از نقطه نظر دما:

a. ترک گوم (سرخ شکنی):

این ترک در شروع انجماد و تشکیل دانه ها اتفاق می افتد، زمانی که دانه های فلزی شکل می گیرند و استحکام بوجود می آید، تنشهای انقباضی باعث شکست می شود که علت آن وجود ذوب در مرز دانه هاست که مربوط به ترکیبات و آلیاژهای زود ذوب در قطعه می باشد. این ترک به سرخ شکنی معروف است و میل به ادامه ندارد و در فولاد خوش تراش که دارای گوگرد است و در آلیاژ آلومینیوم با سیلیس و در جوشهایی با عرض زیاد بیشتر به وقوع می پیوندد.



راه های جلوگیری از شکست گرم:

برای جلوگیری از شکست گرم در فولادها از الکترودهایی که دارای منگنز زیادی هستند استفاده می کنیم تا از تشکیل سولفید آهن که یک ترکیب زود ذوب است و باعث ایجاد ترک گرم می شود جلوگیری به عمل می آوریم. ضمناً با استفاده از اقدامات دیگری نظیر استفاده از الکتروود با قطر بالاتر و پخ مناسب و پهنای جوش کمتر و هم چنین کاهش درجه مهار قطعه می توان جلوی ترک گرم را بگیریم.

b. شکست سرد:

این ترک در درجه حرارت های پایین و زیر خط انجماد اتفاق می افتد و از دانه های فلزی جوش و ناحیه HAZ هم عبور می کند و میل به ادامه دارد و در اثنای سرد شدن جوش و یا چند روز و یا چند هفته پس از جوشکاری اتفاق می افتد. همراه شدن تردی در فلز جوش و منطقه ZAH و تجاوز تنش های کششی از حد تنش شکست قطعه موجب شکست سرد می شود.

این ترک معمولاً در اثر جمع شدن سه عامل زیر اتفاق می افتد:

۱- ترد و سخت شدن منطقه جوش

۲- افزایش تنش های پسماند حرارتی

۳- حفره های گازی و هیدروژن تردی

راه های جلوگیری از شکست سرد عبارتند از:

الف: تمیز بودن سطح قطعه از آلودگی هایی نظیر چربی.

ب: استفاده از الکترودهای کم هیدروژن.

پ: خشک کردن الکتروود.

ت: پیش گرم کردن قطعه به منظور کاهش سرعت سرد شدن قطعه، جهت کاهش

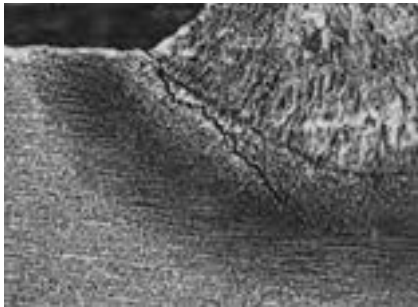
میزان تنش های پسماند و کاهش میزان ساختارهای ترد در جوش.

ث: عملیات تنش زدایی بعد از جوشکاری

ج: کنترل درجه حرارت بین پاسی

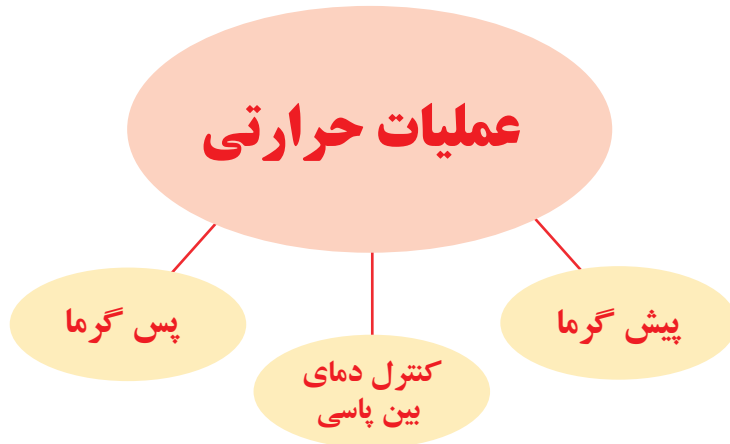
نکته ای که همواره باید مدنظر داشت این است که عیوب داخلی جوش نیز می تواند

به سطح قطعه راه پیدا کند و قابل مشاهده شود.



۵-۶ عملیات حرارتی در جوش

به منظور امکان جوشکاری مطلوب و جلوگیری از به وجود آمدن بعضی از انواع عیوب در جوشکاری عملیات حرارتی صورت می‌گیرد.



۱-۵-۶ پیش گرما (Preheating)

یعنی حرارت دادن فلز پایه قبل از جوشکاری که به منظور دستیابی به اهداف زیر عملی می‌شود:

- ◆ کاهش سرعت سرد شدن برای جلوگیری از تشکیل ساختار سخت در فولاد یعنی فولاد پیش گرم می‌شود تا پس از جوشکاری آرام سرد شود.
- ◆ رسیدن به درجه حرارت ماکزیمم: فلزاتی که هدایت حرارت بالا دارند مثل مس و آلومینیوم و قطعات ضخیم فولادی تا درجه حرارت معینی پیش گرم می‌شوند تا فلز راحت‌تر به درجه حرارت ذوب برسد درجه حرارت پیش گرمی در جدول ضمیمه کتاب مشاهده فرماید.

۲-۵-۶ کنترل درجه حرارت بین پاسی: بعضی از آلیاژها و فولادها و چدن‌ها

اگر از درجه حرارتی بالاتر روند یا مدتی در درجه حرارت بالا واقع شوند ترکیبات یا ساختارهای سخت در دمای مختلف آنها شکل می‌گیرد لذا کنترل دمای پیش گرما و کنترل دمای بین پاسی بسیار با اهمیت تلقی می‌شود همچنین سرد شدن قطعه به دلیل قطع جوشکاری و سرد بودن محیط یا ضخیم بودن قطعه نیز موجب سریع سرد شدن جوش می‌شود که باید همواره این مسائل گرمایی مد نظر بوده و به طور دقیق اجرا شود.

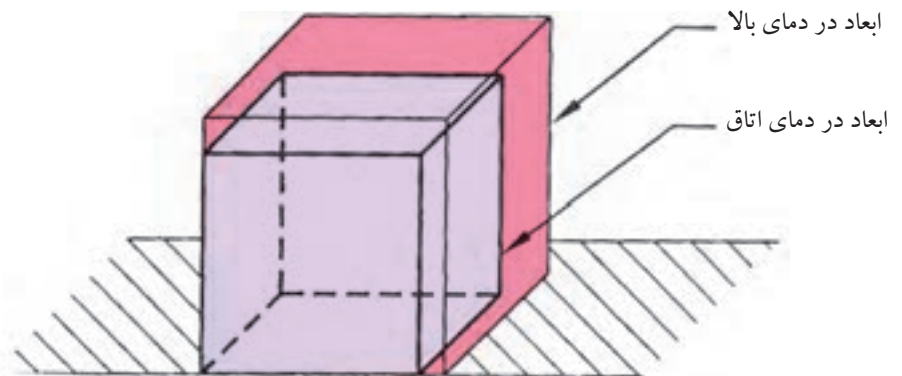
۳-۵-۶ پس گرما Post Heating: این عملیات در جوشکاری قطعات فولادی سختی پذیر و بعضی از آلیاژها اجرا می‌شود. پس گرما برای حذف تنش‌ها و حذف سختی و تردی و گاهی رسیدن به زیر ساختار مورد نظر اجرا می‌شود. نحوه این عملیات گرمایشی بسته به خواصی که از جوش انتظار داریم و هم‌چنین با توجه به نحوه سرد شدن قطعه متفاوت خواهد بود.

در حقیقت پس گرما ترک‌های به وجود آمده را اصلاح نمی‌کند ولی باعث می‌شود شکست اتفاق نیافتد کپسول‌های گاز خانگی و مخازن تحت فشار و قطعاتی که موقع بارگذاری تحت تنش‌های مختلف قرار می‌گیرند و باید حالت ارتجاعی خود را حفظ کنند بنابراین پس از عملیات جوشکاری تنش‌زدایی می‌شوند.

برای اجرای تنش‌زدایی بعضی محصولات صنعتی کوره مخصوص پس گرما برای همان منظور طراحی و ساخته می‌شود. در جداول و ضمیمه کتاب دمای پس گرمایی را مشاهده می‌کنید.

۶-۶ پیچیدگی و دلایل آن در اتصالات جوشکاری شده

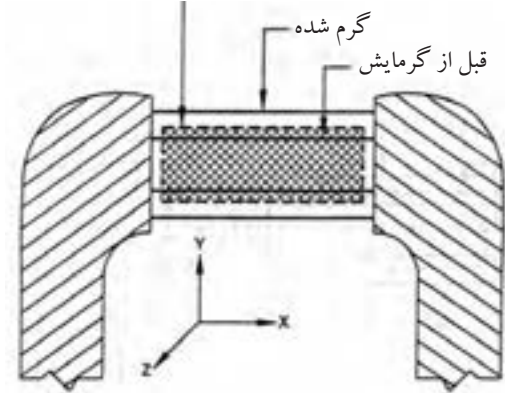
اگر یک مکعب فلزی را به صورت یکنواخت تا نزدیکی دمای ذوب گرم کنیم مشاهده می‌شود که مکعب گرما دیده دارای ابعاد بزرگتری است و پس از سرد شدن به ابعاد اولیه باز می‌گردد. شکل (۶-۸)



شکل ۶-۸

حال اگر میله استوانه‌ای را بین فک‌های ثابت قرار دهیم به نحوی که اندازه میله درست به اندازه فاصله فک‌ها از هم باشد و نیرویی از طرف فک‌ها به میله وارد نشود (تنش در

بعد از گرمایش (و بازگشت به دمای اتاق)



شکل ۹-۶

میله نباشد) مطابق شکل (۹-۶).

سپس میله را حرارت داده تا گرم شود مثلاً 200°C چه اتفاقی می افتد؟ شاید بگویید میله گرم شده است.

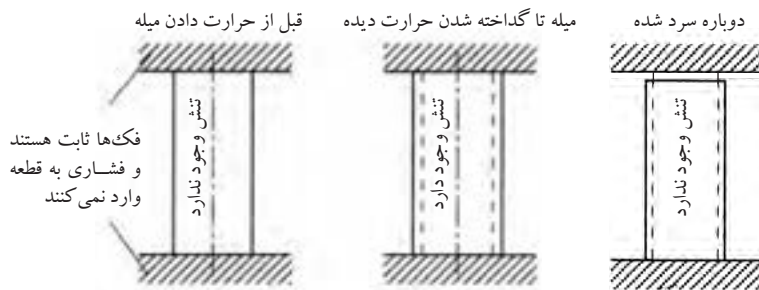
آیا میله گرم شده انبساط پیدا نمی کند؟ جواب بلی است.

پس به فک ها فشار می آورد و چون فک ها ثابت هستند، در میله تنش فشاری ایجاد می شود به چه دلیل؟ جواب: به دلیل انبساط حرارتی میله.

حالا اجازه می دهیم میله سرد شود و به درجه حرارت اتاق برسد آیا باز هم تنش در قطعه است و به فک ها فشار وارد می کند؟ پاسخ خیر است.

بار دیگر حرارت می دهیم تا 400°C که باعث افزایش تنش شده ولی هنوز قطعه در حالت ارتجاعی یا الاستیکی است ولی این بار مقدار تنش از دفعه قبل بیشتر است البته پس از سرد شدن میله باز هم تنش حذف شده و میله اندازه اولیه خود را خواهد داشت. دفعه سوم تا 900°C حرارت می دهیم ابتدا میله گرم شده و تنش ایجاد می شود سپس افزایش دما باعث می شود قطعه به حالت فرم پذیری (پلاستیک) درآید انبساط حرارتی باعث چاق تر شدن میله و تغییر شکل آن می شود ولی تنش در قطعه نمی ماند.

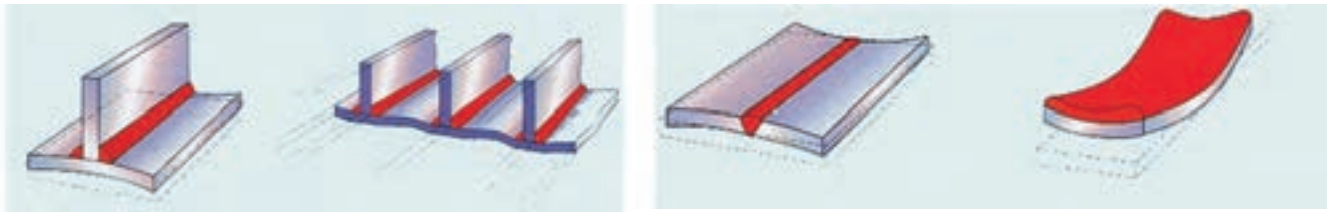
حال چنانچه قطعه سرد شود به دلیل انقباض میله کوتاه می شود و دیگر نمی تواند بین دو فک بماند و می افتد. (شکل ۱۰-۶)



شکل ۱۰-۶

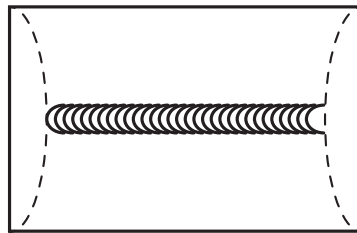
در جوشکاری هم همین اتفاق می افتد و منطقه جوش خورده و گرما دیده (فلز جوش و ناحیه HAZ) شباهت کامل به میله بین دو فک ثابت را دارد چون قسمت های سرد قطعه ثابت هستند و قسمت گرم شده در وسط قطعه کار قرار دارد و محصور است لذا پس از سرد شدن منقبض می شود، تنش های انقباضی باعث پیچیدگی می شود مطابق

شکل (۱۱-۶) یا به صورت تنش باقی مانده (تنش پسماند) در قطعه می ماند.



شکل ۱۱-۶

شکل ۱۲-۶ پیچیدگی طولی را نشان می دهد. شکلی که با خط چین رسم شده حالت قطعه را قبل از جوشکاری لبه نشان می دهد



۱-۶-۶ انواع پیچیدگی

● پیچیدگی طولی

روی دیواره لبه یک تسمه فولادی مطابق شکل (۱۲-۶) جوشکاری شده است. تسمه آزاد و بدون مهار می باشد و علت خمیدگی پس از سرد شدن انقباضی است که گرده جوش برجسته روی دیواره تسمه ایجاد می کند و این پیچیدگی طولی است.

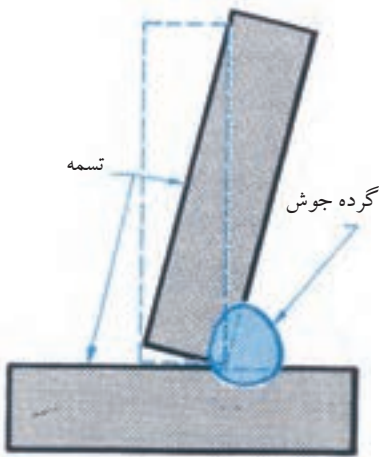


قطعات قبل از جوشکاری

شکل ۱۳-۶ سوار شدن قطعات موقع جوشکاری در حالتی که در طرف دیگر جوش خال جوش ایجاد نکرده ایم

● پیچیدگی عرضی

اگر دو پلیت به صورت لب به لب جوشکاری شود بدون این که دو سر ورق خال جوش شود و قید و بستی هم وجود نداشته باشد در هنگام جوشکاری انتهای ورق مطابق شکل (۱۳-۶) به هم نزدیک می شود و یا روی هم سوار می شود که به دلیل انقباض عرضی است و به آن پیچیدگی عرضی گویند.



شکل ۱۴-۶ پیچیدگی زاویه ای

● پیچیدگی زاویه ای

در جوش هایی که قطعات ضخیم به هم جوش می خورند و زمانی که تعداد پاس های جوشکاری زیاد باشد در اثر انقباض فلز جوش قطعات کار به طرف پخ V یا U جمع می شوند و یا در جوشکاری سه پری (سپری) پیچیدگی های زاویه ای شکل می گیرد.

شکل (۱۴-۶)

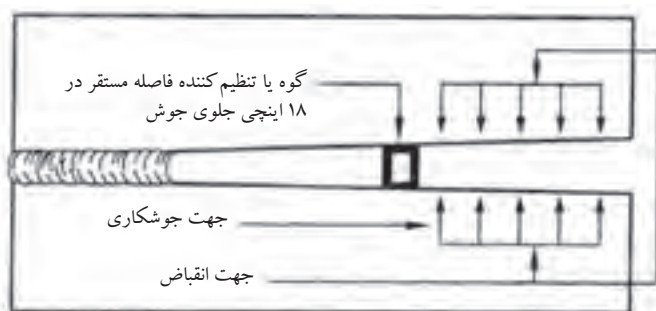
برای جلوگیری از پیچیدگی راه‌های مختلفی وجود دارد که به آنها اشاره می‌شود.

۶-۶-۲ روش‌های جلوگیری از پیچیدگی در جوشکاری

جوشکاران برای جلوگیری از پیچیدگی تدابیری به کار می‌گیرند و در اجرای جوشکاری نکاتی را رعایت می‌کنند تا پیچیدگی به وجود نیاید یا به حداقل برسد.

● استفاده از مهار مناسب

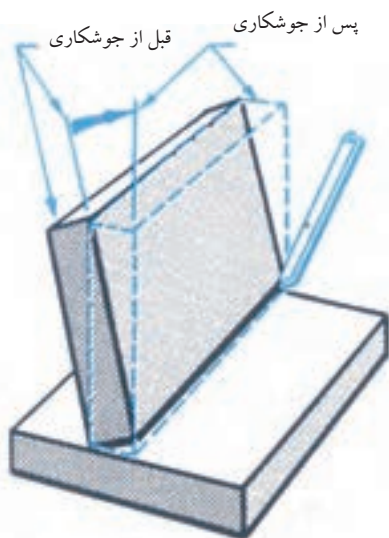
مهار کردن قطعات با استفاده از قیدها و گوه‌ها برای نگاه داشتن اتصال در موقعیت اصلی تا زمان سرد شدن جوش این روش به کاهش پیچیدگی کمک خواهد کرد. شکل (۶-۱۵)



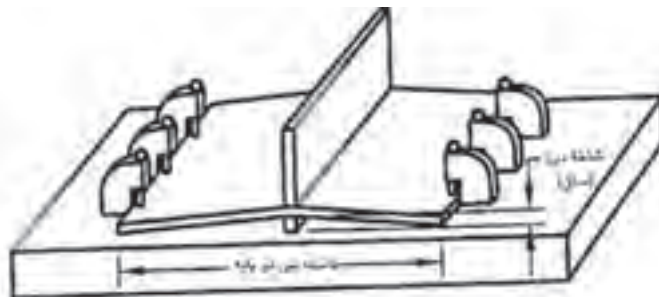
شکل ۶-۱۵

● پیش‌تنظیمی

خال جوش زدن خارج از وضعیت اصلی در جهت عکس پیچیدگی مطابق شکل (۶-۱۶) و (۶-۱۷) می‌باشد. به این روش پیش‌تنظیمی گویند، که پس از عملیات جوشکاری به حالت استاندارد درمی‌آید.



شکل ۶-۱۷ برگشت قطعه به حالت اصلی

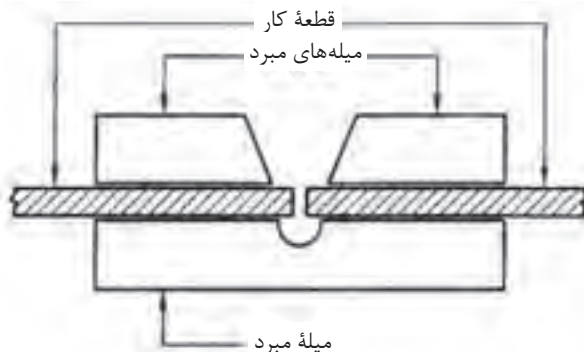


شکل ۶-۱۶

● کاهش گرمای قطعه در حین جوشکاری

در جوشکاری ورق‌های فولاد زنگ‌نزن می‌توان از تسمه‌های مبرد از جنس مس استفاده کرد که در مواردی هم جریان آب در این نگه‌دارنده‌ها جریان دارد تا گرمای قطعه بالا نرود و پیچیدگی کمتر باشد. (شکل ۱۸-۶)

تعریف تسمه مبرد: نوعی سیستم خنک‌کننده است که با گردش آب یا گازهای خنک‌کننده باعث می‌شود قطعه کار خنک شود.



شکل ۱۸-۶

● استفاده از خط جوش‌ها خلاف جهت پیچیدگی

در این کار جوش یک طرفه به جوش دو طرفه تبدیل شده و در اتصال T شکل از گرده جوش مخالف جهت استفاده شده است.



شکل ۱۹-۶

● استفاده از جوش دو طرفه

جوش‌های منقطع نه تنها همدیگر را خنثی می‌کنند بلکه با کاهش طول جوش، تنش پسماند کاهش می‌یابد. (شکل ۱۹-۶)



شکل ۲۰-۶

● تغییر در طراحی

به جای یک گرده جوش پیوسته و طولانی می‌توان از یک گروه جوش متقارن بهره گرفت تا تنش‌های باقی‌مانده در قطعه متعادل شوند.

استفاده از روش جوش متوالی در این روش جوشکار طول درز را به چند قسمت تقسیم می‌کند و با یکی از دو روش زیر قطعه کار را جوش می‌دهد. (شکل ۲۰-۶)

♦ **روش بازگشتی:** در این روش جوشکاری از چپ به راست ولی حرکت دست از راست به چپ است.

♦ **روش جوش پرشی بازگشتی:** در این روش جهت پیشروی جوش از چپ به راست ولی گرده جوش ها یک در میان متوالی انجام می شود.

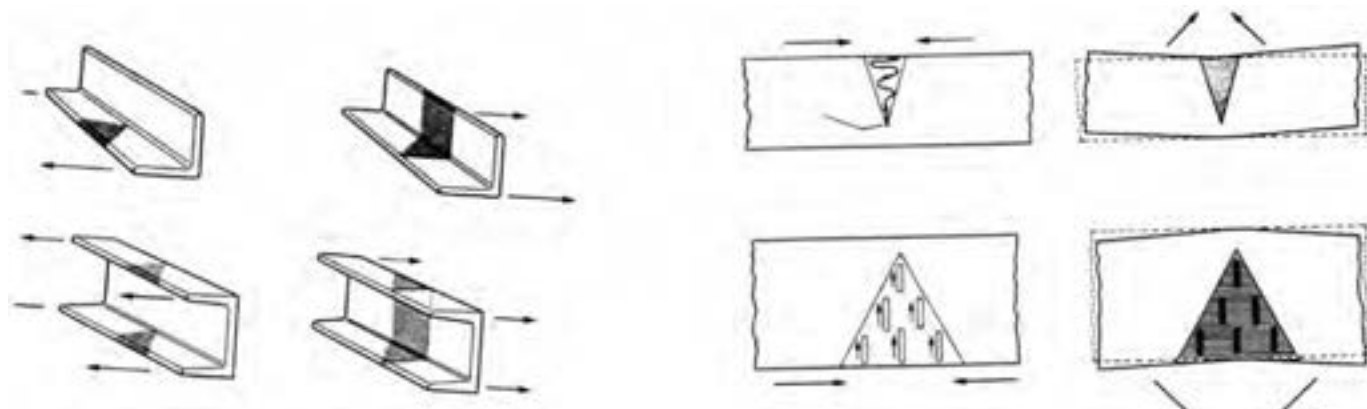
روش های دیگر جلوگیری از پیچیدگی عبارتند از:

- ♦ **پیش گرما:** گرما دادن فلز پایه قبل از جوشکاری باعث کاهش پیچیدگی می شود.
- ♦ استفاده از تعداد پاس های کمتر.
- ♦ استفاده از فاصله ریشه بیشتر و زاویه پخ کمتر.
- ♦ استفاده از پشت بند.
- ♦ استفاده از پخ U شکل به جای پخ V شکل.

۶-۷ رفع پیچیدگی پس از جوشکاری

- ♦ استفاده از پرس و چکش های مناسب
- ♦ حرارت دادن موضعی

روش کار به این صورت است که مناطق تیره شده را حرارت می دهند تا کاملاً سرخ شود تا پس از سرد شدن، پیچیدگی برطرف شود. (شکل ۶-۲۱)



شکل ۶-۲۱

روش دیگر با استفاده از نیروی کششی است که باعث حذف تنش های انقباضی می شود.

سوالات پایانی فصل هشتم



۱- کدام گزینه دارای اتم‌های بی‌نظم هستند؟

الف) فلز سرد جامد

ب) فلز جامد با دمای نزدیک به ذوب

ج) فلز مذاب

د) گزینه ب و ج

۲- ناحیه‌ی HAZ یعنی ناحیه و چه تغییراتی در آن اتفاق می‌افتد؟

الف) متأثر از گرمای جوش و تغییر رنگ

ب) ناحیه تحت تأثیر گرما و رشد دانه‌ای و تغییرات ساختاری

ج) فلز جوش و مرز ذوب و انجماد تغییر ساختار

د) فلز جوش و ناحیه ذوب شده تغییر نظم اتمی

۳- چه قسمتی را مرزدانه گویند؟

الف) مرز ذوب و انجماد

ب) فضای کوچک بین دانه‌های جامد شده

ج) فصل مشترک فلز جوش و ناحیه HAZ

د) نوک دانه‌ها که رشد کرده‌اند

۴- کربن در فولاد به چه صورت‌هایی وجود دارد؟

الف) اتمی و ترکیب با آهن

ب) اتمی و گرافیت آزاد

ج) ترکیب با آهن و گرافیت آزاد

د) تمام موارد الف و ب و ج

۵- محدوده پذیرش عیب توسط مشخص می‌شود.

الف) بازرس جوش

ب) استانداردها

ج) جوشکار

د) کارفرما

۶- کدام گزینه در مورد عیوب جوش اصولی‌تر است؟

الف) روش‌های پیشگیری از عیب

ب) انتخاب روش بازرسی حساب شده

ج) انتخاب بازرس با سابقه

د) گزینه ب و ج باهم

۷- در چه صورت در فلز جوش سوراخ راه به در ایجاد می شود؟

(الف) حل گاز در جوش

(ب) خروج گاز از جوش در لحظه انجماد

(ج) باقی ماندن سرباره در جوش

(د) استفاده از الکتروود قلیایی

۸- لکه قوس چیست و با کدام عیب نزدیک است؟

(الف) طول قوس بلند و با جرقه

(ب) عدم ذوب و با عدم نفوذ

(ج) تماس الکتروود به کار خارج از منطقه جوش با جرقه های درشت

(د) تماس الکتروود به داخل شیار (پخ) و با عدم ذوب

۹- کدام اشکال در چاله جوش وجود ندارد؟

(الف) سریع سرد شدن جوش

(ب) وجود ناخالصی هایی در فلز جوش

(ج) ناکافی بودن حفاظت

(د) تحدب بیش از اندازه

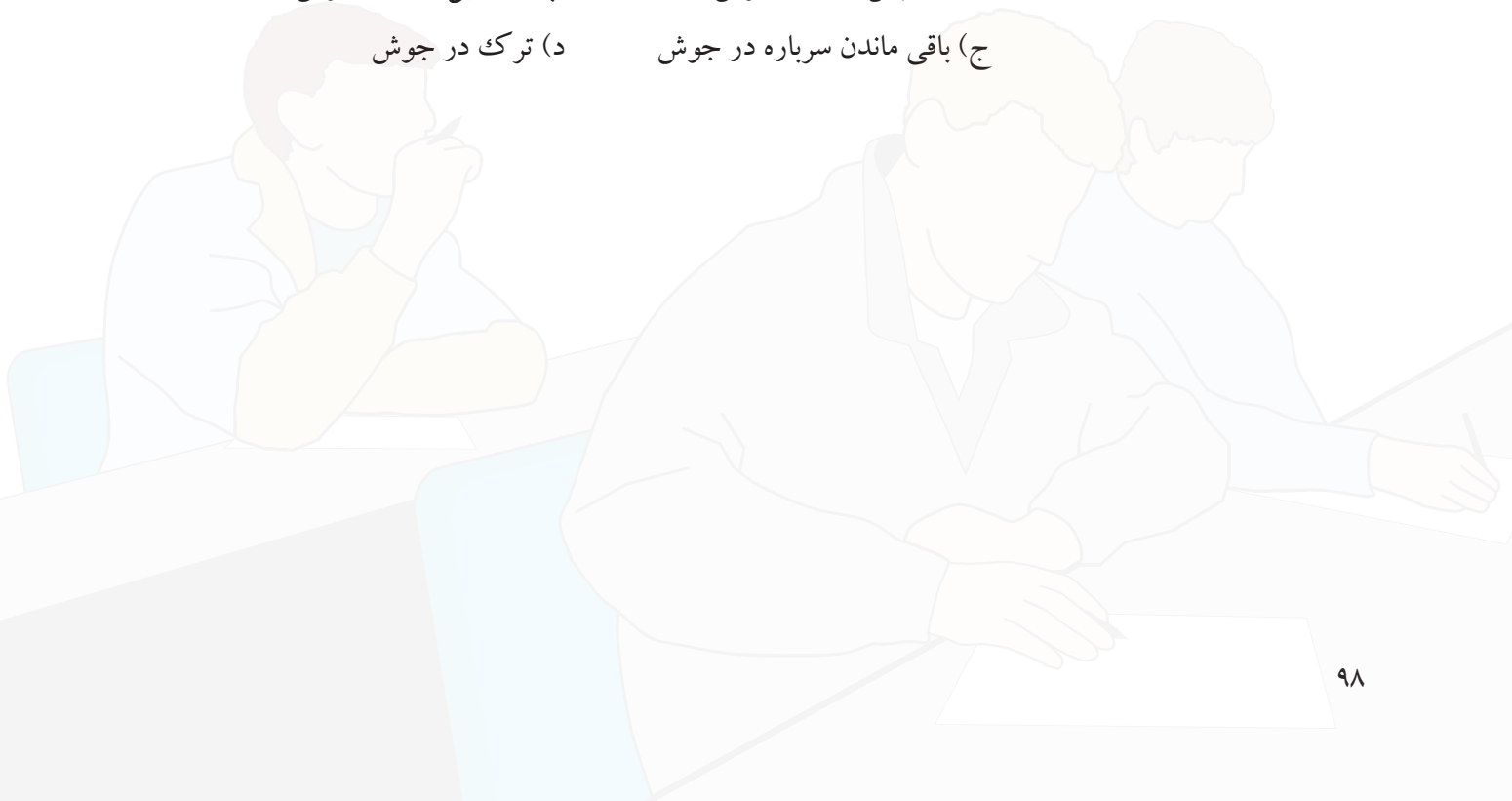
۱۰- آخال یعنی چه؟

(ب) تشکیل دانه در جوش

(الف) حبس گاز در جوش

(د) ترک در جوش

(ج) باقی ماندن سرباره در جوش



آزمایش‌های جوش (Testing Weld)

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. دلایل بازرسی و تست جوش را شرح دهد.
۲. کاربرد تست‌های مخرب را نام ببرد.
۳. تست‌های غیر مخرب را نام ببرد.
۴. تست مایعات نفوذی را شرح دهد.
۵. تست اولتراسونیک را معرفی کند.
۶. نحوه تست RT رادیوگرافی را شرح دهد.

تعریف آزمایش‌های جوش Testing weld

اتصالات جوش داده شده باید جوابگوی خواسته طراح و مهندسین محاسب را تأمین کرده و در شرایط مختلف کاری قابلیت کامل داشته باشد برای این منظور روش‌های متعددی برای بازرسی و آزمایش جوش تنظیم و استاندارد شده است که به نوع کار و حساسیت آن بستگی دارد.

استانداردها و کدهای رایج جوشکاری در آمریکا عبارتند از:

API STD1104 و ASME بخش IX و AWS D1.1

برای اجرای جوشکاری یک دستورالعمل یا مشخصه روش جوشکاری (WPS) برای اتصالات تنظیم می‌شود. در این سند اطلاعات مفصلی راجع به شرایط جوشکاری (متغیرها) در کاربرد خاص را ارائه می‌کند در ضمیمه نمونه‌ای از (WPS) آمده است. سپس جوشکار با توجه به پارامترهایی که در (WPS) آمده یک اتصال مشابه را جوشکاری می‌کند و در صورت تأیید و دارا بودن گواهینامه با اعتبار می‌تواند به عملیات جوشکاری بپردازد. یعنی جوشکاران باید نشان دهند که می‌توانند اتصالاتی را که در این (WPS) آمده است بدون عیب جوشکاری کنند.

آزمایشات عملیات جوشکاری به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند:

♦ تست‌های مخرب

♦ تست‌های غیر مخرب

۱-۷ تست‌های مخرب (DT)

که با تخریب اتصال از طریق اعمال تنش‌های متفاوت تا مرحله تغییر فرم و شکست و بریدن اتصال به منظور بررسی فلز جوش و خواص مکانیکی آن انجام می‌شود که بیشتر برای:

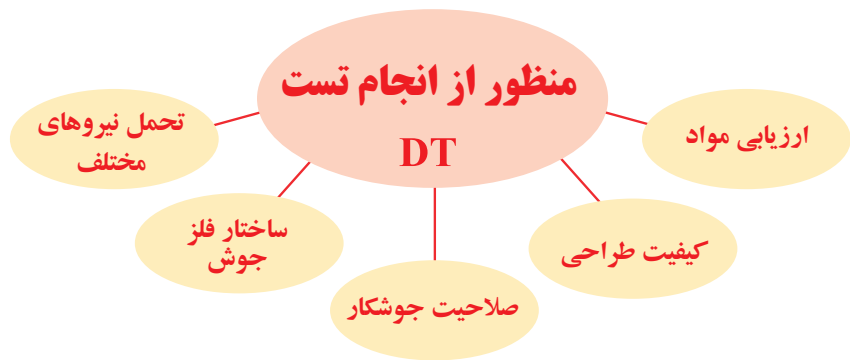
♦ ارزیابی مواد اولیه (فلز پایه و مواد مصرفی جوشکاری)

♦ تعیین کیفیت طراحی در اتصال

♦ تعیین صلاحیت جوشکاری

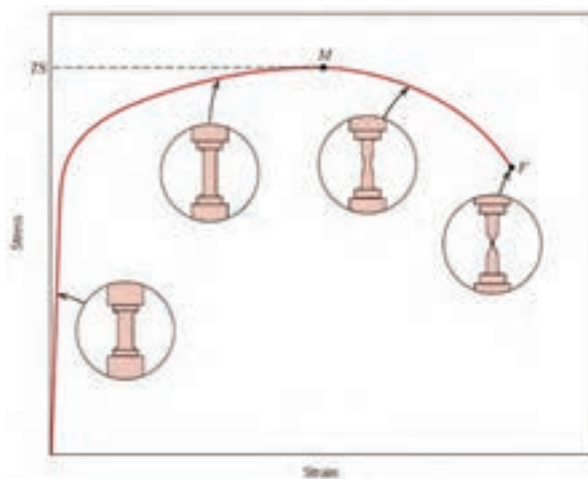
♦ تعیین ساختارهای فلز جوش (متالوگرافی)

♦ پاسخگویی اتصال در شرایط مختلف دما، نیرو، فشار یا کشش

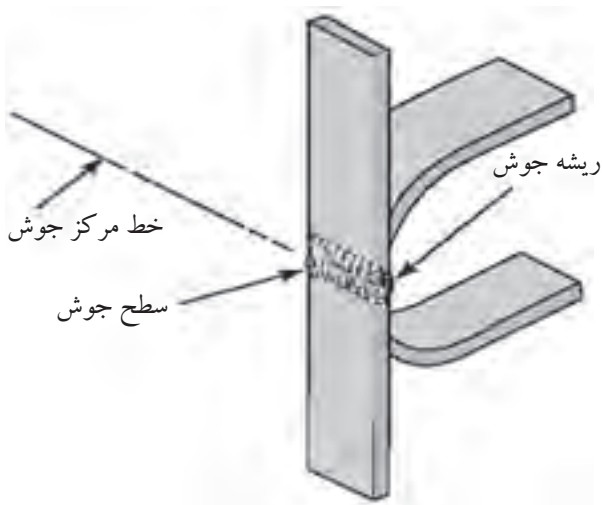


و چون با تخریب اتصال عملی می‌شود به تست‌های مخرب معروف هستند و شامل تست‌های زیر می‌باشند:

♦ **تست کشش:** اتصالات را تحت تنش کششی قرار می‌دهند یا نمونه کشش از فلز جوش را تهیه و مطابق استاندارد مورد آزمایش قرار می‌دهند. شکل (۷-۱)



شکل ۷-۱



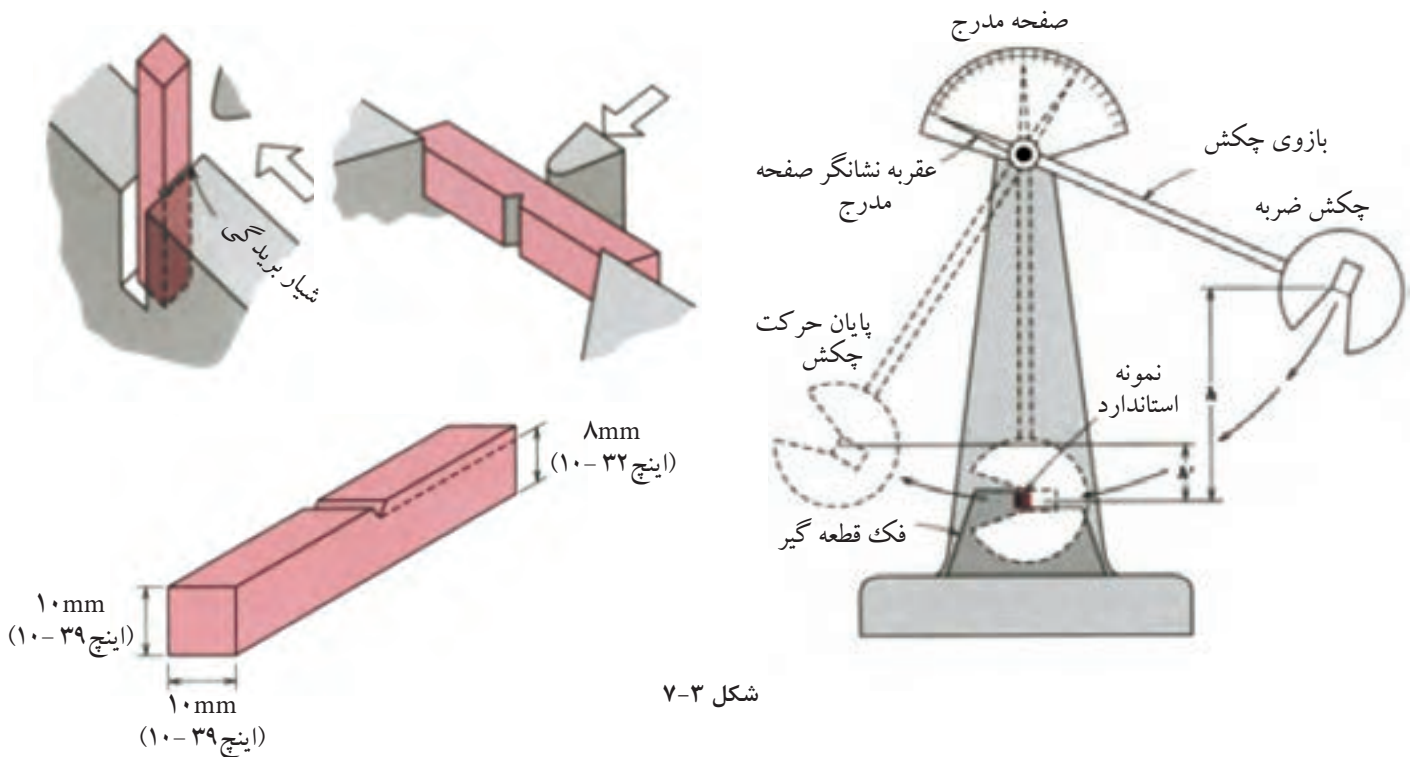
قسمت خمش از طرف سطح جوش

شکل ۷-۲

♦ **تست خمش:** در این تست اتصالات جوشکاری شده را در جهت ریشه و در جهت رویه جوش و در جهت عرضی جوش تحت خمش قرار می‌دهند. شکل (۷-۲)

♦ **مقاومت به ضربه:** نمونه‌هایی از فلز جوش طبق ابعاد داده شده تهیه کرده و تحت

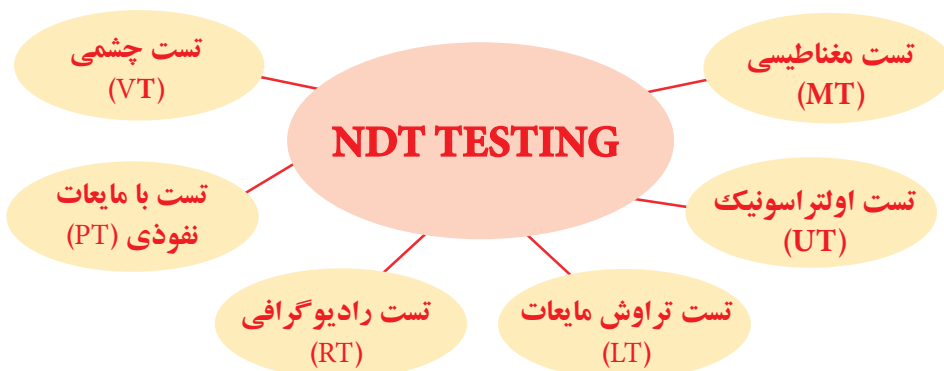
آزمایش ضربه رفتار جوش را بررسی می‌کنند. شکل (۳-۷ الف و ب)



شکل ۳-۷

۷-۲ تست‌های غیر مخرب (روش‌های NDT)

در این روش‌ها اتصالات انجام شده در یک پروژه بدون تخریب مورد بازرسی و کنترل قرار می‌گیرد. روش‌های NDT و شامل تست‌های چشمی (VT)، تست‌های مایع نفوذی (PT)، تست‌های مافوق صوت (UT)، تست مغناطیسی (MT)، تست رادیوگرافی (RT) و تست نشتی (LT) که در بخش ۶ قسمت C از کد AWS D1.1 موجود است، می‌شود.



۱-۲-۷ پارامتر (LT) تست چشمی (VT)

tmm	D	C	B
$0.5t \leq 0.3$	$h \leq 0.2t$	$h \leq 0.1t$	غیرمجاز
> 3	$h \leq 0.2t$ max -1mm	$h \leq 0.1t$ butmax 5mm	ویژه

شامل تست قبل از جوشکاری، در حین جوشکاری و پس از جوشکاری است. مشخصات مواد مورد جوشکاری باید با آنالیز و مشخصات ثبت شده در (WPS) مطابقت داده شود، درز اتصال از نظر ابعاد و اندازه و تolerانس مطابقت داده شود و از مواد خارجی از قبیل گریس، رنگ و اکسید باید عاری بوده و تمیز باشد. قطعات صدمه دیده که دارای پیچیدگی یا خمیدگی باشند قبل از جوشکاری باید مورد تعمیر واقع شوند یا تعویض گردند. هم محور بودن قطعات باید مورد توجه باشد. عملیات حرارتی مانند خشک کردن الکتروود، جریان مناسب الکتريسيته و دستگاه جوشکاری با قدرت لازم باید قبل از جوشکاری بازرسی شود. مهمترین عملیات بازرسی چشمی پس از عملیات جوشکاری است.

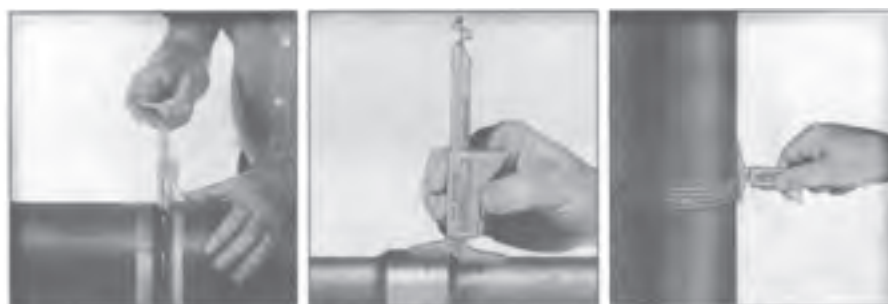
جوش باید از کلیه عیوب ظاهری جوش که در فصل قبل آموختید و در زیر به آن اشاره شده است، بررسی شود.

کنترل خلل و فرج، سرباره باقی مانده روی جوش، عدم نفوذ، ترک‌های سطحی، عدم ذوب، بریدگی کناره، بررسی مقعر بودن و یا محدب بودن سطح روی جوش و سطح زیر جوش از نظر یکنواختی، شکل موج‌ها، جرقه‌های جوش و اندازه جوش‌ها، یکسان بودن ساق جوش‌های ماهیچه‌ای (Fillet)، طول خط جوش‌ها، میزان نفوذ در اتصالاتی که از یک طرف جوشکاری می‌شوند که این مسائل به راحتی از ظاهر جوش توسط بازرس واقعی تشخیص داده می‌شود از طرف دیگر با این بازرسی می‌توان در خصوص عیوب داخلی جوش هم تا حدودی اطمینان کرد.

● وسایل مورد استفاده در بازرسی چشمی عبارتند از:

♦ گیج (Fillet): برای اندازه‌گیری گرده‌های جوش با اندازه از $\frac{1}{8}$ تا یک اینچ یعنی $(\frac{3}{2}$ تا ۲۵ میلی‌متر) به کار می‌رود و تحدب و تقعر جوش را نیز می‌توان کنترل کرد.

شکل (۷-۴)



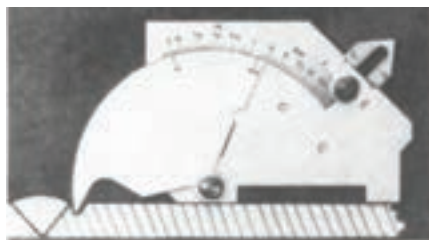
شکل ۷-۴

♦ گیج چندمنظوره یا کامبریج (Cambridge): این گیج‌ها قادر به انجام چندین اندازه‌گیری می‌باشند مانند تحدب و تقعر جوش، گرده جوش و اندازه ریشه که در شکل (۷-۵) همراه با روش‌های اندازه‌گیری آمده است.

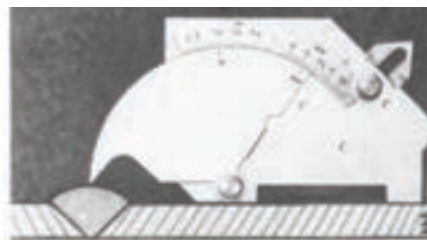


شکل ۷-۵

- با این گیج می‌توان موارد زیر را اندازه‌گیری کرد: (شکل ۷-۶)
- ۱- زاویه آماده‌سازی پخ
 - ۲- فلز جوش اضافی
 - ۳- عمق بریدگی کناره جوش
 - ۴- اندازه ریشه
 - ارتفاع گرده
 - عدم هم‌ترازی
 - اندازه گلوبی جوش
 - طول گرده جوش



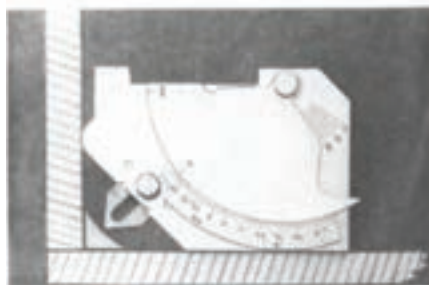
عمق بریدگی کناره جوش



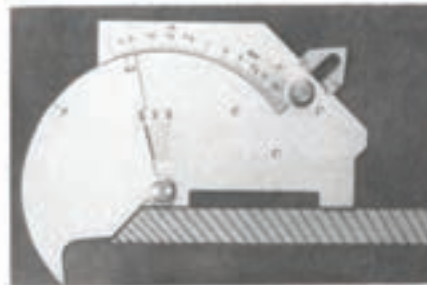
فلز جوش اضافی



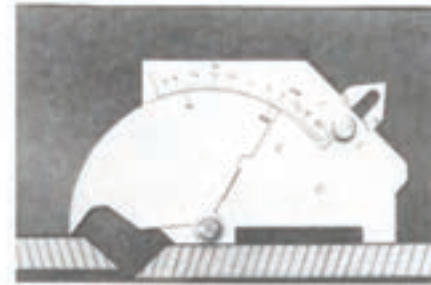
طول ماهیچه و تسمه آهن



اندازه ریشه ماهیچه



زاویه آماده‌سازی پخ



عدم هم‌ترازی



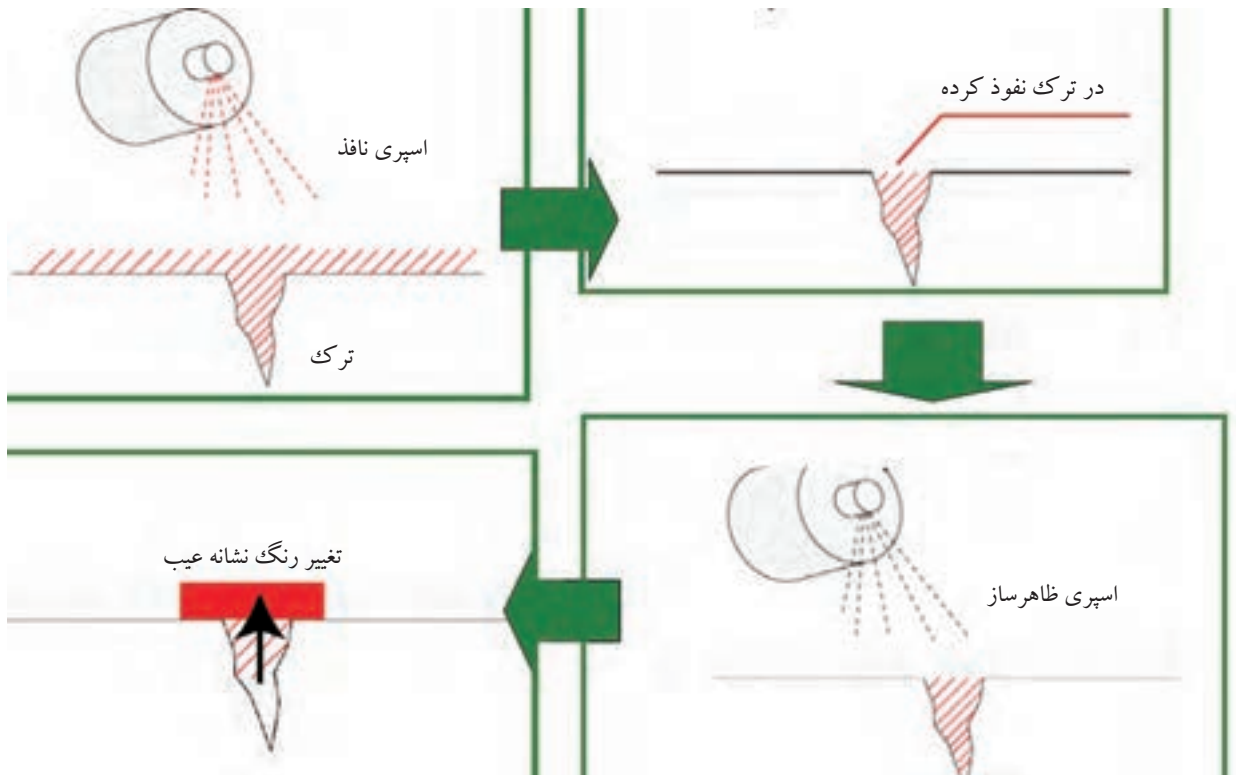
شکل ۷-۶

۲-۲-۷ تست مایعات نفوذی (PT):

این تست با نفوذ مایع با استفاده از خاصیت موئینگی در درزها و شکاف‌ها و سوراخ‌هایی که در سطح جوش ظاهر می‌شوند عملی می‌گردد. روش کار به این صورت است که ابتدا سطح جوش کاملاً برس زده می‌شود و به اندازه کافی تمیز می‌شود و قبل از تست کاملاً خشک می‌شود.

بعد از تمیز کاری سطح جوش، مایع نافذ که اغلب به صورت اسپری روی کار پاشیده می‌شود (این اسپری معمولاً قرمز رنگ است). سپس مدت زمان کافی روی قطعه می‌ماند تا بتواند داخل عیب‌هایی که تا سطح جوش رسیده‌اند نفوذ کند (اعمال مایع نافذ با استفاده از برس و یا به روش غوطه‌وری نیز می‌تواند انجام شود). سپس مایع به طور کامل از سطح کار پاک می‌شود و مایع ظهور که اغلب سفید رنگ است روی کار پاشیده می‌شود و سپس به تحلیل نشانه‌ها پرداخته می‌شود.

چنانچه عیب به سطح جوش رسیده و مایع نافذ در آن جای گرفته باشد در تماس با مایع ظهور آن محل تغییر رنگ می‌دهد و عیب مشخص می‌شود. شکل (۷-۷)



شکل ۷-۷

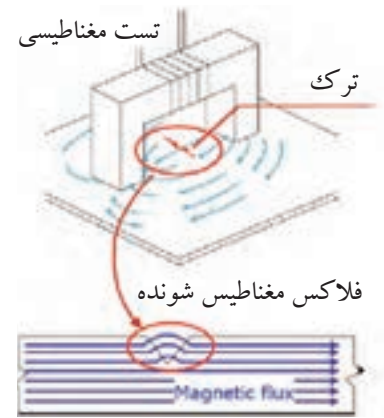
۷-۲-۳ تست ذرات مغناطیسی (MT)

این روش با استفاده از تشکیل خطوط مغناطیسی روی سطح جوش و انحراف آن خطوط به دلیل وجود عیوب در جوش عملی می‌گردد که به شرح زیر اجرا می‌شود شکل (۷-۸) این روش روی فلزات مغناطیس شونده عملی است.

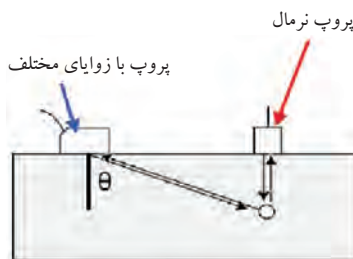
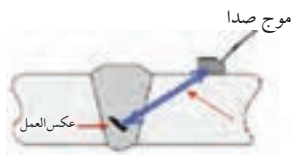
مغناطیسی کردن توسط یک یوک (آهنربای برقی) انجام می‌گیرد و براده آهن برای ایجاد خطوط مغناطیس به کار می‌رود. معمولاً در این روش ابتدا برای ایجاد زمینه دید مناسب، سطح قطعه مورد آزمایش را با اسپری سفیدرنگ می‌پوشانند و سپس قطعه را با استفاده از آهنربای الکتریکی مغناطیسی می‌نمایند. در صورت ناپیوستگی در جوش خطوط مغناطیس که روی سطح کار قرار دارد. منحرف شده و باعث تجمع براده های آهن می‌گردد و از این طریق می‌توان به وجود ناپیوستگی ها در جوش پی برد.

۷-۲-۳ تست اولتراسونیک (UT)

تست فرا صوتی به طور گسترده در آشکارسازی نقص‌های درونی مواد مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این روش برای ضخامت سنجی قطعات کشتی و مخازن هم به کار می‌رود. روش کار بدین صورت است که امواج فرا صوتی که توسط مبدل‌های پیزو الکتریک تولید می‌شوند، توسط پروب‌ها (Prob) داخل قطعه هدایت می‌شوند و پس از عبور از قطعه وارد فضای گازی نشده و برگشت می‌کنند و امتداد عبور امواج فرا صوتی روی مانیتور به صورت اکو مشاهده می‌شود. از آنجایی که سرعت صوت در هر جسمی ثابت و مشخص است، با توجه به مکان اکو بر روی مانیتور دستگاه بازرسی UT و سرعت صوت در جسم مورد نظر می‌توان ضخامت قطعه را بدست آورد. حال اگر اکوی رویت شده



شکل ۷-۸



شکل ۷-۹

روی صفحه ماینیتور دستگاه زودتر از محل مورد انتظار ظاهر گردد، نشان دهنده وجود ناپیوستگی در داخل قطعه می باشد. در این حالت با جابه جا کردن پروب بر روی قطعه می توان به نوع، محل و اندازه عیب دست یافت شکل (۷-۹)

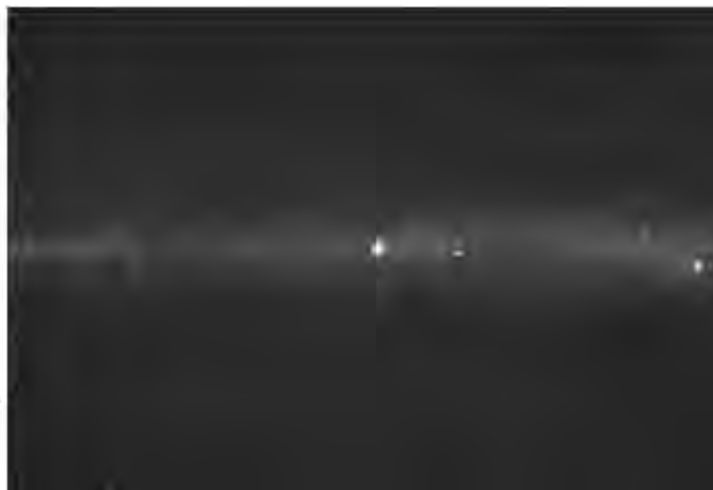
روش فراصوتی در عیب یابی جوشکاری قطعات متداول است.

۷-۲-۵ تست رادیوگرافی (RT)

یکی از مفیدترین و متداولترین روش تعیین سلامت جوش است که در اتصالات مختلف و با ابعاد گوناگون مورد استفاده قرار می گیرد، به صورتی که تست دارای فیلم قابل بایگانی است.

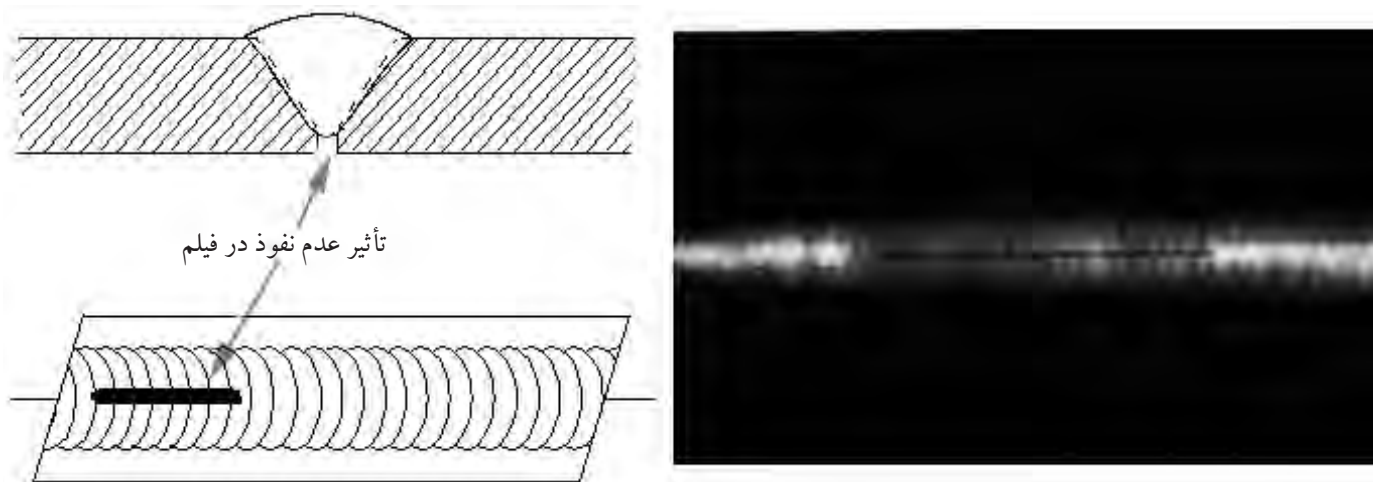
معمولاً روش کار به این صورت است که اشعه X را از قطعه عبور می دهند. قسمتی از اشعه جذب و مقداری از آن در طرف دیگر از قطعه خارج می شود. چنانچه فیلم یا صفحه حساس در طرف دیگر مستقیماً قرار دهیم تا اشعه بر روی آن اثر کند ضخامت های بیشتر باعث عبور کمتر اشعه شده و صفحه فیلم روشن تر است و قسمت های نازک تر اشعه بیشتر عبور می کند و صفحه فیلم تیره تر است که در خصوص عیوب هم از این خاصیت استفاده می شود. شکل (۷-۱۰)

همچنین عبور اشعه از فلزات با چگالی های متفاوت موجب می شود که اشعه از فلز کمتر عبور کند و در نتیجه صفحه روشن تر خواهد بود.



شکل ۷-۱۰

چنانچه اشعه از جوش عبور کند و جوش سالم و یکنواخت باشد صفحه به طور یکنواخت تار می شود، وجود هرگونه عیب نظیر حفره گازی، سرباره محبوس شده، ترک، عدم نفوذ و غیر یکنواختی ضخامت باعث می شود اشعه در مواضع (محلها) رقیق تر از قطعه کمتر جذب شده و با شدت بیشتری بر روی فیلم اثر بگذارد. به شکل (۷-۱۰) توجه کنید.



شکل ۷-۱۰

چشمه پرتو ممکن است تیوپ ایکس یا دوربین رادیوگرافی گاما باشد. در این روش با قرار دادن حروف سربی روی قطعه می توان شماره قطعه را روی تصویر داشته باشیم شکل (۷-۱۱)

در پیوست کتاب تعدادی تصاویر RT آمده است.



شکل ۷-۱۱

بخش دوم

اصول جوشکاری

هدف‌های رفتاری بخش دوم کار عملی

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

۱. دستگاه‌های جوشکاری را راه‌اندازی و خاموش کند.
۲. قوس الکتریکی ایجاد کند و پایدار نماید.
۳. گرده جوش‌های ساده و کوتاه ایجاد کند.
۴. روی قطعات فولاد خال جوش‌های مختلف ایجاد کند.
۵. روی قطعات گرده جوش (خط جوش ساده) انجام دهد.
۶. با جوش پوششی سطح قطعه را پوشش دهد.
۷. روی قطعات با خط جوش پهن جوشکاری کند.
۸. قطعات را به صورت لب به لب به هم جوش دهد.
۹. اتصال سر به سر با پشت‌بند را جوشکاری کند.
۱۰. درز سه پری (سپری) را در یک پاس ساده جوشکاری کند.
۱۱. قطعات را به صورت لب‌ای (پیشانی) جوشکاری کند.
۱۲. جوشکاری گلوبی در سه پاس را انجام دهد.
۱۳. قطعات را به صورت لب روی هم جوشکاری کند.
۱۴. قطعات را در وضعیت 1G به هم جوش دهد.
۱۵. قطعات را به صورت جناغی در وضعیت سطحی در دو پاس به هم جوش دهد.
۱۶. لوله را به صفحه در وضعیت سطحی جوشکاری کند.
۱۷. اتصال سه پری (سپری) در وضعیت عمودی سر بالا ۳F را جوشکاری کند.

نکات ایمنی برای راه اندازی دستگاه های جوشکاری

- ۱- هنگام اتصال دستگاه جوشکاری به برق باید توجه کنیم که سه شاخه سالم و مناسب باشد.
- ۲- کابل های ورودی دستگاه سالم بوده، زخمی یا ترک خورده نباشد.
- ۳- دستگاه جوشکاری حتماً دارای سیستم اتصال به زمین (Earth) باشد.
- ۴- کلید روشن و خاموش ترانسفورماتور یا رکتی فایر در حالت خاموش (0 یا Off) باشد.



- ۵- فیش کابل های انبر و اتصال در جای خود محکم شده باشد.



دستور العمل راه اندازی و خاموش کردن ترانسفورماتور و رکتیفایر جوشکاری

کار شماره ۱

با رعایت نکات ایمنی مراحل زیر را به ترتیب اجرا کنید.
۱- سه شاخه دستگاه را به برق وصل کنید.

توجه

فیش در جای خود کامل جا زده شود و لقی وجود نداشته باشد.



۲- دقت کنید کابل اتصال و انبر به هم وصل نباشد تا اتصال کوتاه به وجود نیاید.



۳- کلید اصلی دستگاه را به حالت روشن (1 یا On) قرار دهید تا دستگاه روشن شود.

نکته

برای مصرف بهینه از انرژی و صرفه جویی در مصرف برق زمانی که نیاز به روشن بودن دستگاه نیست، دستگاه را خاموش کنید.



چگونگی خاموش کردن دستگاه

کار شماره ۲

۱- کلید اصلی روشن و خاموش دستگاه را در وضعیت خاموش (0 یا Off) قرار می‌دهیم.



۲- کابل‌ها و انبر و اتصال را جمع کرده و در محل مناسب قرار دهید.



۳- برای ایمنی بیشتر، سه شاخه را از برق بکشید. برای خارج کردن پنج شاخه باید درپوش را از دهانه مادگی کنار زده و با دست نگه دارید و آن‌گاه سه شاخه را جدا کنید و درپوش را آرام به محل اولیه برگردانید.

۴- دستگاه را در جای مناسب قرار دهید. محلی که از جرقه و ضربات مختلف و ریزش آب روی دستگاه در امان باشد.



دستور العمل راه اندازی و خاموش کردن دینام جوشکاری

کار شماره ۳

- ۱- نکات ایمنی رعایت شود.
- ۲- کلید راه اندازی دستگاه را که به کلید ستاره مثلث معروف است روی حالت خاموش (0) قرار دهید.
- ۳- سه شاخه را به برق سه فاز وصل کنید. توجه داشته باشید که چراغ‌های سیگنال موجود هر سه فاز روشن باشد.
دقت کنید که کابل اتصال به برق از اجسام تیز، برنده یا داغ دور باشد.
- ۴- کنترل کنید که انبر اتصال به میز کار و انبر الکتروودگیر به هم متصل نشده باشد یا به عبارت دیگر اتصال کوتاه بین آنها نباشد.
- ۵- کلید را در حالت ستاره (۲) قرار دهید، موتور به آرامی دوران می‌کند و دور آن کامل می‌شود و صدای آن یکنواخت می‌شود.



نکته

اگر در حالت ستاره با دستگاه کار کنیم موقع جوشکاری دور دستگاه کم شده و در صورت ادامه کار سیم‌پیچ دستگاه گرم شده و می‌سوزد.

۶- برای انجام عملیات جوشکاری کلید را در حالت مثلث Δ قرار دهید تا چرخش دستگاه به دور نهایی برسد.



۷- جهت گردش موتور را، با توجه به علامت جهت گردش روی دستگاه کنترل کنید. در صورتی که جهت دوران مخالف جهت روی دستگاه باشد باید توسط تکنسین تعمیر کار نسبت به اصلاح جهت دوران اقدام شود.

۸- دستگاه با صدای یکسان در حال کار است و آماده بهره‌برداری می‌باشد.



روش خاموش کردن دینام جوش کارگاهی

۱- کلید را از حالت مثلث به حالت خاموش یا (0) برگردانید.
توجه داشته باشید در موقع خاموش کردن دینام جوش می‌توان کلید دستگاه را مستقیم از حالت Δ به حالت 0 یا خاموش چرخاند و نیاز به توقف در حالت ستاره Y نمی‌باشد.



۲- سه شاخه دستگاه را از برق بکشید.
۳- کابل‌های جوشکاری را به طور منظم جمع کنید. انبر الکتروود گیر در وضعیتی باشد که به آن آسیب وارد نشود.



تذکر مهم

اگر هنگام کار با دینام، برق شهر رفت حتماً کلید ستاره و مثلث دستگاه را به حالت خاموش (0) برگردانید.



دستور العمل ایجاد قوس الکتریکی با الکتروود روپوش دار کار شماره ۴



- ۱- با استفاده از وسایل ایمنی با آرامش آماده جوشکاری شوید.
- ۲- قطعه کار را کاملاً تمیز کرده و آن را روی میز کار قرار دهید.



- ۳- ابزار و وسایل مورد نیاز را در نزدیکی خود قرار دهید.
- ۴- کابل انبر و اتصال را به دستگاه وصل کنید.
- ۵- گیره اتصال را به میز کار و انبر جوشکاری را به قلاب آویزان کنید.
- ۶- کنترل کنید در صورتی که دستگاه تهویه خاموش است آن را روشن کنید.

۷- از جعبه الکتروود یک الکتروود برداشته و در دهانه انبر و عمود در شیار فک قرار دهید و دسته انبر را رها کنید.

نکته

دهانه و شیارهای انبر جوشکاری باید تمیز بوده و جرقه جوش و اکسید و دوده روی شیارها وجود نداشته باشد تا جریان برق به راحتی از انبر به الکتروود منتقل شود.



۸- انبر جوشکاری را به طور معمول در دست بگیرید و در حالی که دستگاه جوش خاموش است، چند بار آرام الکتروود را به قطعه کار زده و به اندازه ۳ میلی متر عقب بکشید؛ مانند نوک زدن پرندگان.



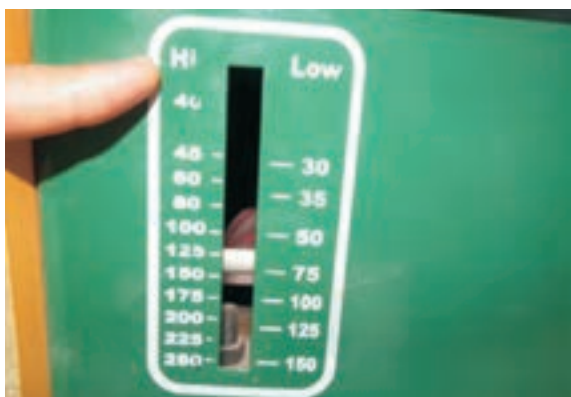


۹- عمل فوق را در حالتی که ماسک، برای محافظت جلوی چشم و صورت را گرفته است چندین بار تکرار کنید. (از لحظه تماس الکتروود با قطعه کار تا چند لحظه پس از دور شدن کامل الکتروود با قطعه کار ماسک باید جلوی صورت شما باشد). این عمل را بارها تکرار کنید تا به مهارت کافی برسید.

ابتدا برای مشاهده محل تشکیل قوس یا محل برخورد الکتروود به کار می‌توانید دریچه ماسک را باز کنید و نوک الکتروود را در فاصله کم نزدیک محل تشکیل قوس نگهدارید و سپس دریچه ماسک را بسته و تمرین را ادامه دهید.

۱۰- حال انبر جوشکاری را به قلاب آویزان کنید.

۱۱- با رعایت تمام نکات ایمنی و با حالتی کاملاً آرام، مطابق دستورالعمل راه‌اندازی دستگاه را روشن و آمپر را کمی بیشتر از معمول که برای الکتروود پیش‌بینی شده تنظیم نمایید. مثلاً ۱۱۰ آمپر برای الکتروود E6013 (با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر)



۱۲- حال می‌توانید شروع قوس را تجربه کنید. مراحل کار را این دفعه با دقت بیشتر انجام دهید و در همه حال آرامش خود را حفظ کنید و در ایجاد قوس عجله به خرج ندهید تا آرام آرام مهارت پیدا کنید.

۱۳- وقتی قوس پایدار شد کمی پیشروی کنید و سپس قوس را قطع کرده و دوباره قوس را ایجاد نمایید.

نکته ایمنی

دقت کنید تا قوس روشن است ماسک باید جلوی چشم و صورت شما باشد.

(پس از تمام شدن الکتروود آنرا تعویض کنید و الکتروود دیگری بین فک‌های انبر الکتروود گیر قرار دهید).
- برای جلوگیری از سوختن انبر جوش ۲ تا ۳ سانتی متر قبل از اتمام الکتروود از جوشکاری خودداری کنید.

نکته ایمنی

همیشه ته الکتروودهای داغ را در محل مناسبی بریزید.



۱۴- پس از سرد شدن جوش به وسیله چکش مناسب مخصوص شلاکه‌زنی سرباره‌ها (شلاکه‌ها) را از روی جوش جدا کرده و با برس سیمی دوده‌ها را تمیز کنید.

نکته ایمنی

موقع پاک کردن گِل جوش عینک سفید به چشم داشته باشید یا از شیشه سفید ماسک کلاهی استفاده کنید تا ذرات شلاکه به چشم شما آسیب نرساند.



۱۵- مشکلات احتمالی را با هنرآموز خود در میان بگذارید و با راهنمایی وی ایجاد قوس را بارها تکرار کنید و در صورت نیاز از هنرآموز بخواهید به شما کمک کند.

۱۶- ایجاد قوس را تکرار کنید. دقت کنید چند لحظه قوس پایدار بماند، سپس قوس را قطع کنید.



۱۷- قوس را ایجاد کرده و به آرامی نوک الکتروود را دو الی سه سانتی متر تغییر مکان دهید. سعی کنید قوس قطع نشود.

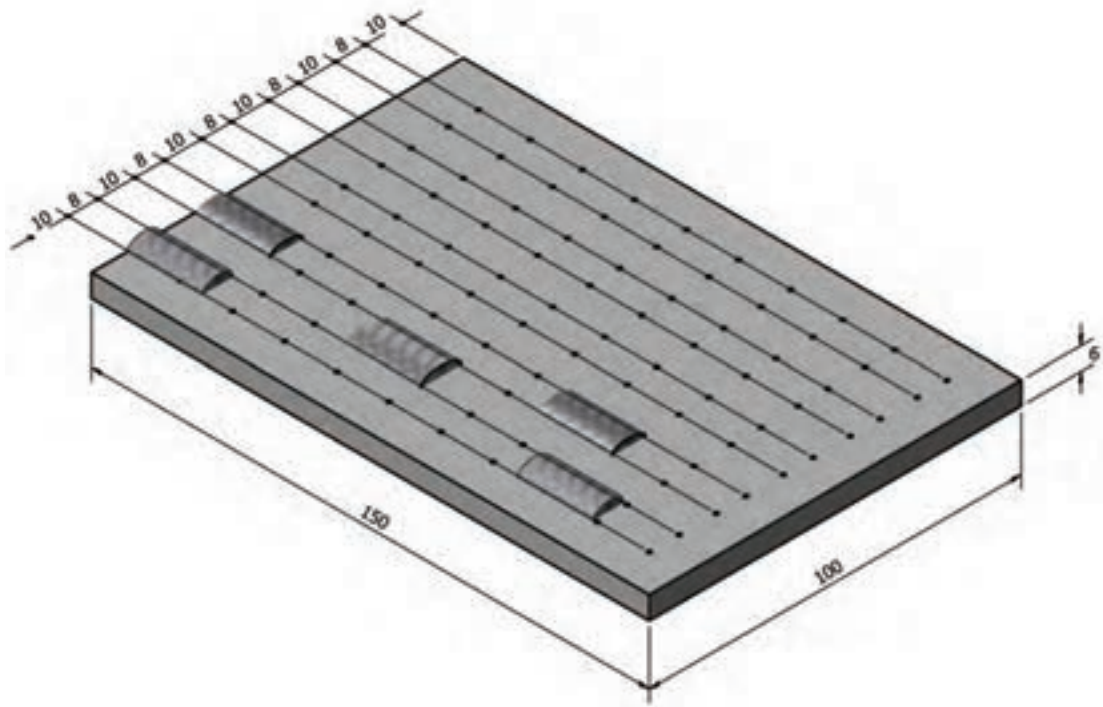
۱۸- روی کار را با چکش جوش و برس سیمی تمیز کنید. در صورت چسبیدن الکتروود به قطعه کار با چپ و راست کردن الکتروود می توانید آن را از قطعه کار جدا کنید.

۱۹- در صورت لزوم و موافقت هنرآموز پشت قطعه کار را با جوش هایی به طول دو الی سه سانتی متر پر کنید تا مهارت شما در ایجاد و پایدار کردن قوس بیشتر شود.

۲۰- در پایان کار دستگاه را مطابق دستورالعمل خاموش و کابل ها را جمع کنید.

۲۱- محل کابین و میز جوشکاری را از شلاکه ها و جرقه ها پاک کنید و در صورت لزوم وسایل را به انبار تحویل دهید.

کار عملی شماره ۵



	۱۵۰×۱۰۰×۶	St ۳۷	با تشخیص هنرآموز	وزن فولاد معمولی	۵
ملاحظات	اندازه قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره نقشه	نام قطعه کار: قطعه تمرینی				مقیاس ۱:۱
مدت: ۸ ساعت	هدف‌های آموزشی: ایجاد گرده جوش خط ساده				تولرانس خشن

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۵

- ◆ موقع جوشکاری دستگاه تهویه محل کار روشن باشد.
- ◆ از وسایل ایمنی فردی دستکش، پیش‌بند، کفش، ساق‌بند و ماسک جوشکاری سالم استفاده شود.
- ◆ موقع برداشتن سرباره (زدن گِل جوش) از روی جوش از عینک حفاظتی سفید استفاده کنید.

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل‌های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه‌گیر	۱	استاندارد
۳	چکش جوش	۱	معمولی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	رکتی‌فایر یا دینام جوشکاری	۱	تا ۳۰۰ آمپر
۶	الکتروود E6013	به تعداد کافی	با قطر ۳/۲۵
۷	سنه‌نشان	۱	کوچک
۸	چکش معمولی	۱	۳۰۰ گرمی
۹	وسایل خط‌کشی	۱ سری	-

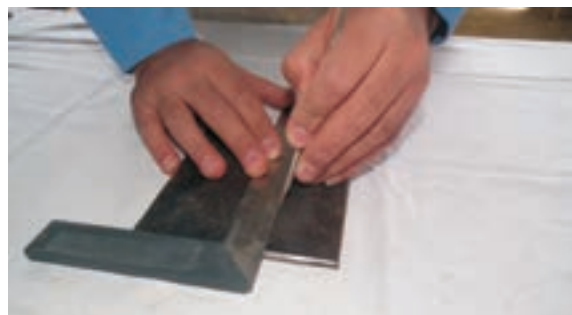
جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	دستی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست‌کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پابند	۱ جفت	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا
۷	ساق‌بند	۱ جفت	چرمی

دستور العمل ایجاد گرده جوش‌های ساده و کوتاه کار شماره ۵

مراحل انجام کار

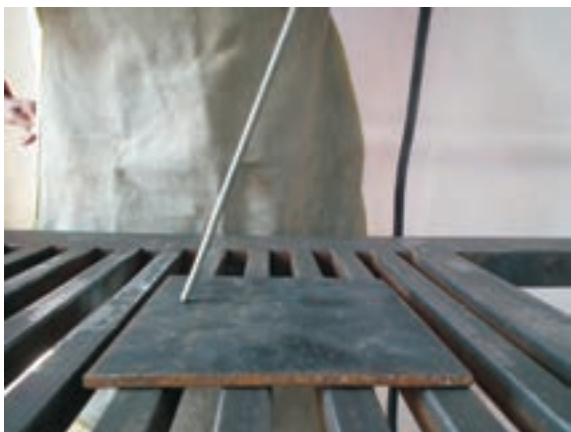
- ۱- با استفاده از وسایل ایمنی و با آرامش آماده اجرای مراحل کار شوید.
- ۲- در صورتی که سطح قطعه کار اکسید شده است با برس سیمی اکسیدها را پاک کنید.
- ۳- طبق نقشه و با استفاده از وسایل خط‌کشی روی قطعه را خط‌کشی کنید.



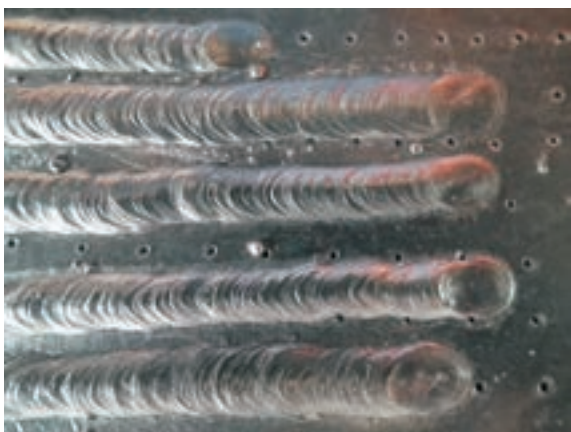
- ۴- کار را روی سندان قرار داده و به وسیله چکش و سنبه‌نشان مناسب روی خطوط به فاصله ۴-۵ میلی‌متر سنبه‌نشان بزنید.
- ۵- دستگاه را راه‌اندازی کنید و شروع به جوشکاری نمایید.
- ۶- برای انجام جوشکاری الکتروود را به طور کامل عمود بر قطعه نگه‌داشته و سپس آن را در جهت مسیر جوشکاری (10° تا 20°) مایل کنید و این زوایا را در طول مسیر جوشکاری حفظ نمایید.



۷- مطابق شکل گرده جوش ها را جوشکاری نمایید.



۸- پشت قطعه کار هم گرده جوش کوتاه ایجاد کنید سعی کنید فاصله الکتروود از سطح کار زیاد نباشد. (طول قوس بلند نباشد)



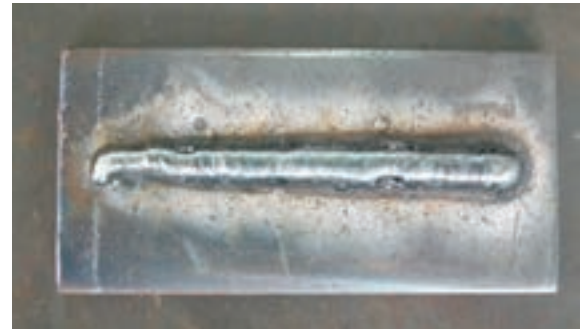
۹- در پایان دستگاه را خاموش کنید و وسایل را با اربابه جمع آوری و محل کار را تمیز کنید و در صورت لزوم وسایل را به انبار تحویل دهید.

نکته

هیچ گاه قطعه داغ را با دستکش حمل نکنید و از انبر مخصوص با دسته بلند استفاده کنید.

نکاتی دربارهٔ عیوب تکنیکی خط جوش

♦ چنانچه شدت جریان خیلی کم باشد. گرده جوش باریک و برجسته خواهد شد و همچنین نفوذ و سرعت جوشکاری کم خواهد بود.



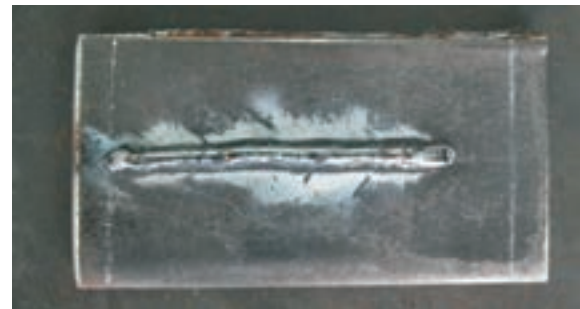
♦ اگر شدت جریان خیلی زیاد باشد، جرقه و تلفات الکتروود زیاد می‌شود، بریدگی در کناره جوش ایجاد و گرده جوش بی‌قاعده تولید می‌گردد.



نکته

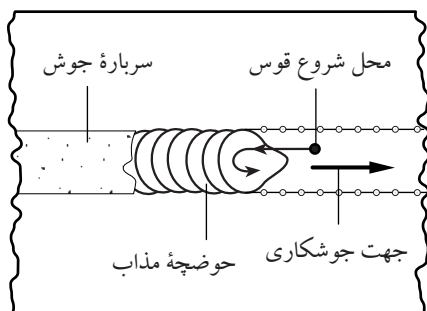
اگر سرعت جوشکاری خیلی کم باشد گرده جوش بزرگی تشکیل می‌شود و نشانهٔ سر رفتگی در سرتاسر کار دیده می‌شود.

♦ اگر سرعت پیشروی جوشکاری خیلی زیاد باشد گرده جوش باریک شده و برجستگی کمی خواهد داشت.



♦ در صورتی که طول قوس زیاد باشد و یا الکتروود کهنه و رطوبت‌دار باشد پاشش جرقه اطراف کار زیاد می‌شود.



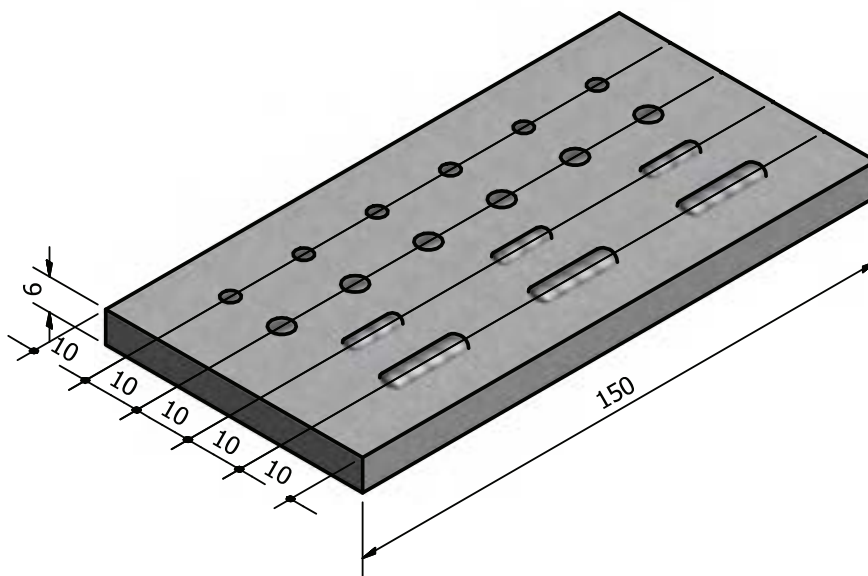


♦ اگر در حین جوشکاری به دلیلی قوس قطع شود، همچنین در موقع تعویض الکتروود قبل از شروع مجدد قوس باید سرباره آخرین قسمت گرده جوش را پاک کرد. قوس الکتریکی را کمی جلوتر ایجاد کنید و نوک الکتروود را به طرف حوضچه مذاب قبلی هدایت نمایید سپس به حرکت پیشروی جوش ادامه دهید. این عمل سربند زدن یا ایجاد Connection نام دارد.



♦ در شکل یک جوش خوب ملاحظه می شود.

کار عملی شماره ۶



شماره	۶	وزن فولاد معمولی	با تشخیص هنرآموز	جنس	St ۳۷	اندازه قطعه	۱۵۰×۵۰×۶
مقیاس ۱:۱	نام قطعه کار: جوش نا منظم	تعداد	ملاحظات	شماره نقشه			
تولرانس خشن	هدف‌های آموزشی: ایجاد قوس الکتریکی و پایدار کردن آن	مدت: ۸ ساعت					

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۶

- ◆ چون دفعات ایجاد و قطع قوس در این تمرین زیاد است مواظب چشم‌های خود و اطرافیان باشد.
- ◆ موقع پاک کردن سرباره، از عینک حفاظتی با شیشه سفید استفاده کنید.
- ◆ کابل‌های دستگاه و مسیر عبوری آنها را از نظر ایمنی کنترل نمایید.

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل‌های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه گیر	۱	استاندارد
۳	چکش جوش	۱	معمولی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	ترانسفورماتور جوش	۱ دستگاه	تا ۳۰۰ آمپر

جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پابند	۱ جفت	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا

دستور العمل ایجاد خال جوش های مختلف

کار شماره ۶

۱- روی قطعه کار را مطابق نقشه خط کشی کنید خطها را با سنبه نشان علامت گذاری کنید.

۲- کابل انبر و اتصال را به دستگاه وصل کنید.

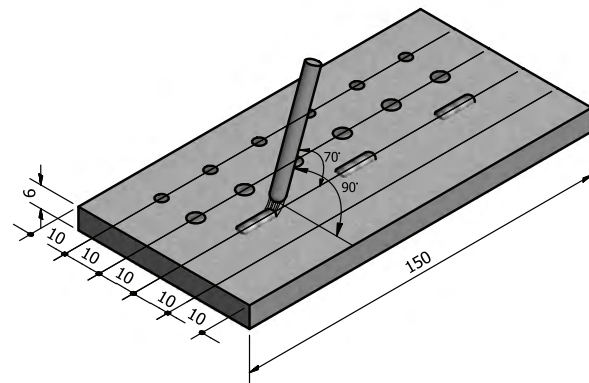
۳- دستگاه رکتی فایر جوش را روشن کرده و آمپر آن را روی ۱۱۰-۱۰۰ تنظیم نمایید.

۴- ابتدا خال جوش های ریزی، در حالی که الکتروود مانند شکل به کار عمود است، ایجاد کنید. قطر خال جوش در حدود یک و نیم برابر قطر الکتروود باشد.

۵- برای ایجاد خال جوش بزرگ (پهن) قوس را روشن کرده و پس از پایداری قوس الکتروود را دو یا سه بار دور محل خال پهن بگردانید تا قطر خال جوش در حدود شش میلی متر باشد. سعی کنید قطر و ارتفاع همه خال جوش ها یکسان باشد.

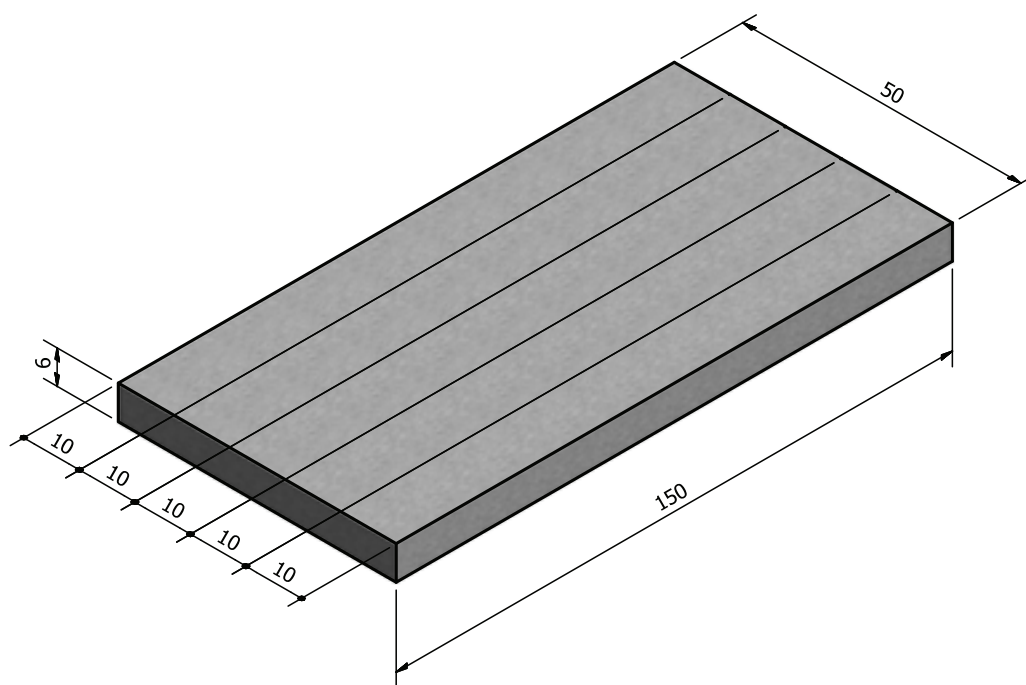
۶- سعی کنید خال جوش ها را به صورت چپ و راست و از دورترین نقطه به هم شروع کنید، نه به طور متوالی و پشت سر هم. (مطابق شکل)

۷- برای ایجاد خال جوش کشیده، پس از روشن کردن قوس و پایدار کردن آن، ۱-۲ سانتی متر گرده جوش خطی ایجاد کنید. زاویه الکتروود مطابق شکل باشد.



- ۸- کار را به وسیله چکش جوش و برس سیمی کاملاً از شلاکه پاک کنید و برای بررسی به هنرآموز خود نشان دهید.
- ۹- برای تمرین بیشتر از پشت قطعه هم مانند روی قطعه کار، استفاده کنید.
- ۱۰- پشت قطعه کار را کاملاً برس بزنید، سنبه‌نشان بزنید و خال جوش ایجاد کنید.
- ۱۱- در پایان دستگاه را خاموش کنید، وسایل و ابزار و محل کار را تمیز کنید و وسایل و ابزار را به انبار تحویل دهید.

کار عملی شماره ۷



۷	وزن فولاد معمولی	با تشخیص هنرآموز	St ۳۷	۱۵۰×۵۰×۶	
شماره	مشخصات قطعه کار	تعداد	جنس	اندازه قطعه	ملاحظات
مقیاس ۱:۱	نام قطعه کار: جوش منظم				شماره نقشه
تولرانس خشن	هدف‌های آموزشی: ایجاد قوس الکتریکی و ایجاد گرده جوش				مدت: ۸ ساعت

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۲

♦ هنگام ایجاد و قطع قوس در این تمرین مواظب زوایای الکتروود نسبت به قطعه کار باشید.

♦ موقع پاک کردن سرباره، از عینک حفاظتی با شیشه سفید استفاده کنید.

♦ کابل‌های دستگاه و مسیر عبوری آنها را از نظر ایمنی کنترل نمایید.

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل‌های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه گیر	۱	استاندارد
۳	چکش جوش	۱	معمولی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	ترانسفورماتور جوش	۱ دستگاه	تا ۳۰۰ آمپر

جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پابند	۱ جفت	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا

دستور العمل ایجاد گرده جوش خطی ساده کار شماره ۲

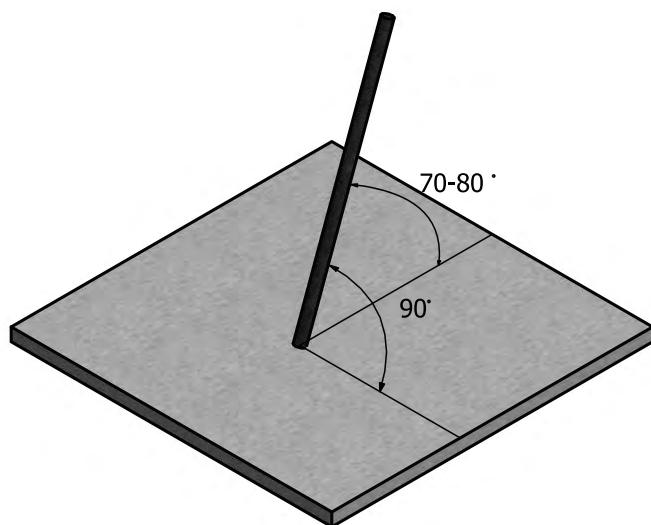
۱- قطعه کار را مطابق نقشه خط کشی کنید و روی خطوط سنبه نشان بزنید.

۲- کار را روی میز کار قرار دهید. توجه داشته باشید که کار با سطح میز کار تماس الکتریکی خوبی داشته باشد.

۳- دستگاه جوش را مطابق دستورالعمل راه اندازی نمایید و آمپر مناسب را با توجه به میزان تعیین شده توسط کارخانه سازنده الکتروود تنظیم نمایید.

۴- تنظیم دقیق آمپر با جوشکار است. لذا ضمن جوشکاری روی یک قطعه اضافی که روی میز کار قرار داده‌اید کم و یا زیاد بودن آمپر را تجربه کنید.

۵- زاوایای الکتروود با قطعه کار مطابق اشکال زیر باشد.



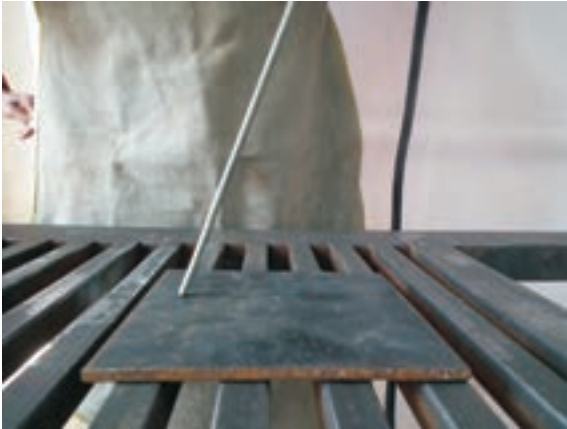
۶- با توجه به نقشه کار خطوط را یک در میان جوشکاری کنید.

۷- سرباره‌ها را از روی خط جوش با چکش جوش بردارید.

۸- با برس سیمی سطح خط جوش و اطراف آن را پاک کنید.



۹- با نظارت هنرآموز خودتان خط جوش را بررسی و معایب و مزایای آنرا یادداشت کنید.

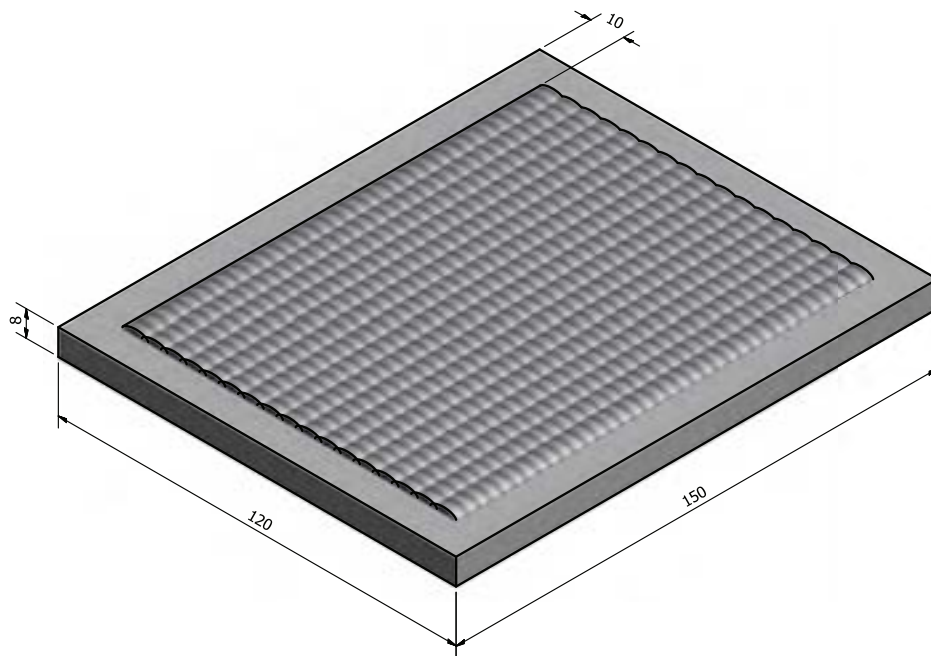


جوشکاری پشت قطعه کار

♦ با توجه به دستور العمل کار، پشت قطعه کار را جوشکاری نمایید و مهارت خود را در ایجاد گرده جوش خطی با خطوط موازی افزایش دهید.

۱۰- در پایان دستگاه را خاموش کنید. وسایل و ابزار را جمع آوری و محل کار را کاملاً تمیز کنید و وسایل و ابزار را به انبار تحویل دهید.

کار عملی شماره ۸



شماره	۸	وزن فولاد معمولی	با تشخیص هنرآموز	جنس	St ۳۷	اندازه قطعه	۱۵۰×۱۲۰×۸	
ملاحظات		مشخصات قطعه کار	تعداد					
مقیاس ۱:۱		نام قطعه کار: جوش پوششی					شماره نقشه	
تولرانس خشن		هدف‌های آموزشی: توانایی انجام جوش پوششی در وضعیت تخت					مدت:	

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۸

- ◆ قبل از شروع کار از روشن بودن هواکش‌های مخصوص جوشکاری در کارگاه اطمینان حاصل کنید.
- ◆ از لباس کار مناسب استفاده کرده و دگمه‌های آن را ببندید تا اشعه قوس جوشکاری به بدن شما نرسد.

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل‌های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه‌گیر	۱	استاندارد
۳	چکش جوش	۱	معمولی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	ترانسفورماتور جوش	۱ دستگاه	تا ۳۰۰ آمپر
۶	وسایل خط‌کشی	کامل	یک سری

جدول وسایل ایمنی

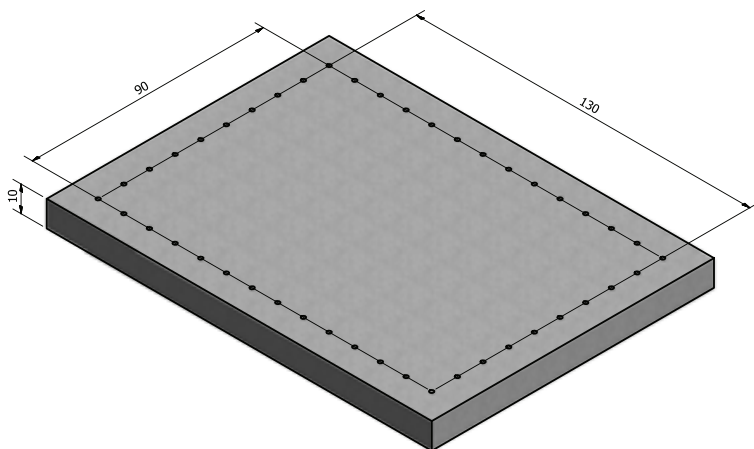
ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست‌کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پابند	۱ جفت	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا

دستورالعمل جوش پوشش در وضعیت تخت کار شماره ۸

مراحل زیر را به ترتیب اجرا کنید.

۱- در وسط قطعه کار یک کادر، به ابعاد 130×90 میلی متر رسم نمایید.

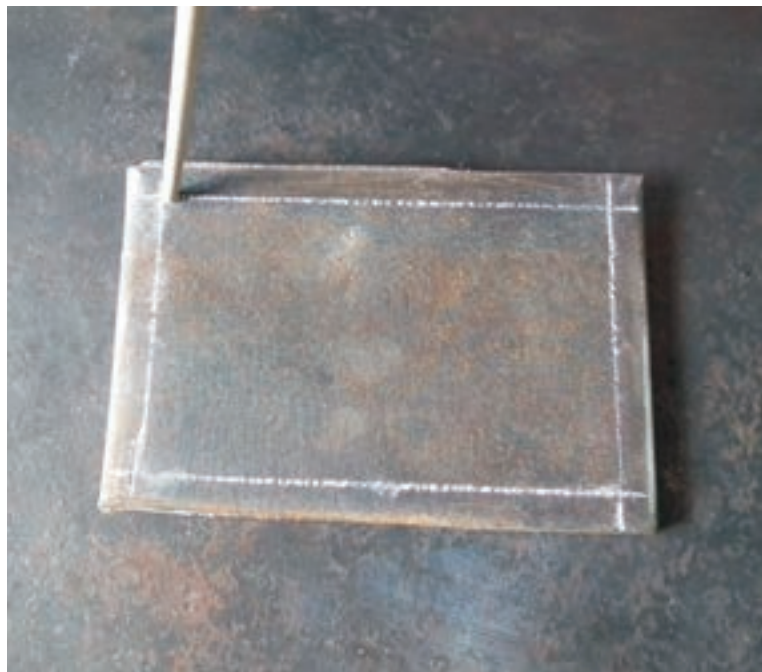
۲- روی خطوط را با چکش و سنبه نشان به فاصله ۴ تا ۵ میلی متر علامت گذاری کنید.



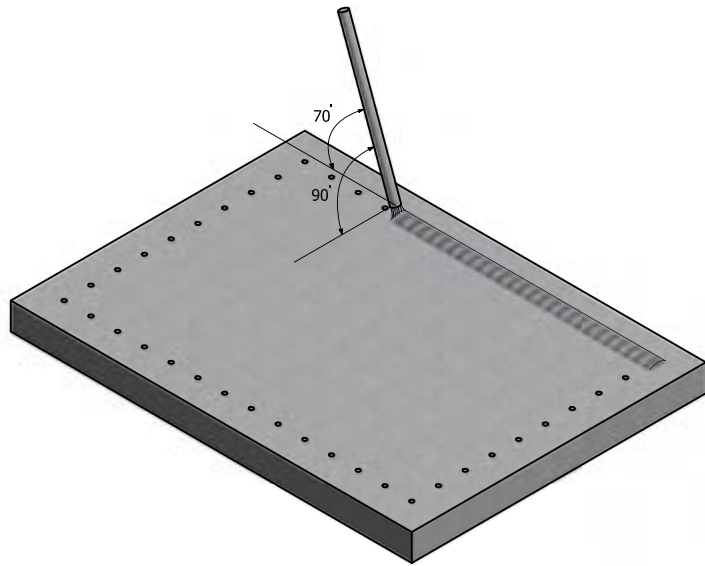
۳- با رعایت نکات ایمنی دستگاه جوش را راه اندازی کنید.

۴- شدت جریان را روی ۱۰۰ تا ۱۱۰ آمپر تنظیم کنید، با توجه به قطر الکتروود.

۵- مطابق شکل از ابتدای خط کناره، در جهت طولی قطعه کار گرده جوش ساده به پهنای ۸ میلی متر ایجاد کنید.



۶- زاویه الکتروود مطابق شکل باشد.



زاویه الکتروود در جهت پیشروی

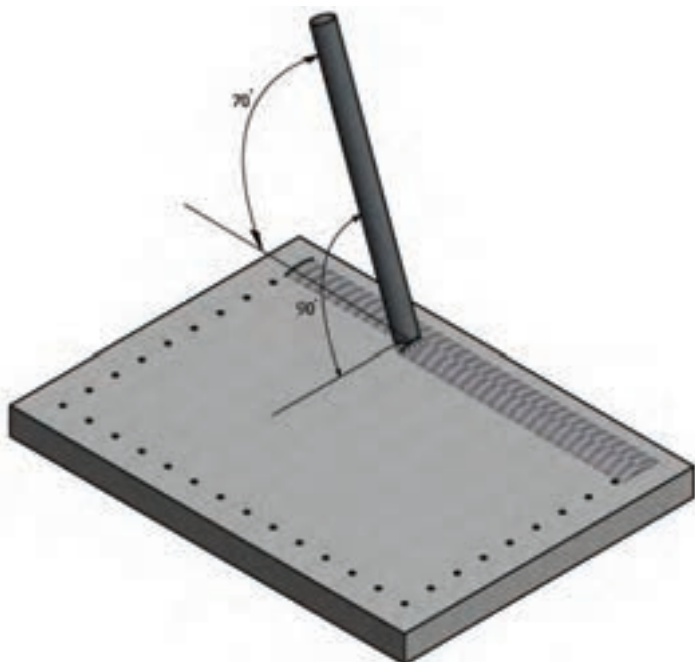
۷- توجه داشته باشید سرباره‌ها را با چکش جوش از گرده جوش جدا کنید.



۸- با برس سیمی دوده‌ها را از روی گرده‌جوش و کناره‌های آن کامل پاک کنید.



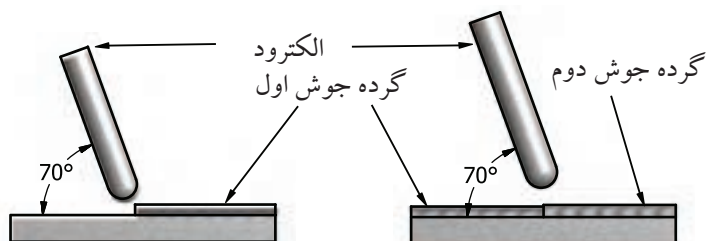
۹- با توجه به زاویه الکتروود که در شکل نشان داده شده است در کناره گرده جوش اول گرده جوش بعدی را به نحوی رسوب دهید که گرده جوش دوم بیش از ۱/۲ برجستگی گرده جوش اول را بپوشانند. گرده جوش‌های بعدی را نیز با همین روش جوشکاری نمایید.



زاویه الکتروود

۱۰- پس از حذف سرباره‌ها و برس زدن، قطعه کار را برای بررسی به هنرآموز خود نشان دهید.

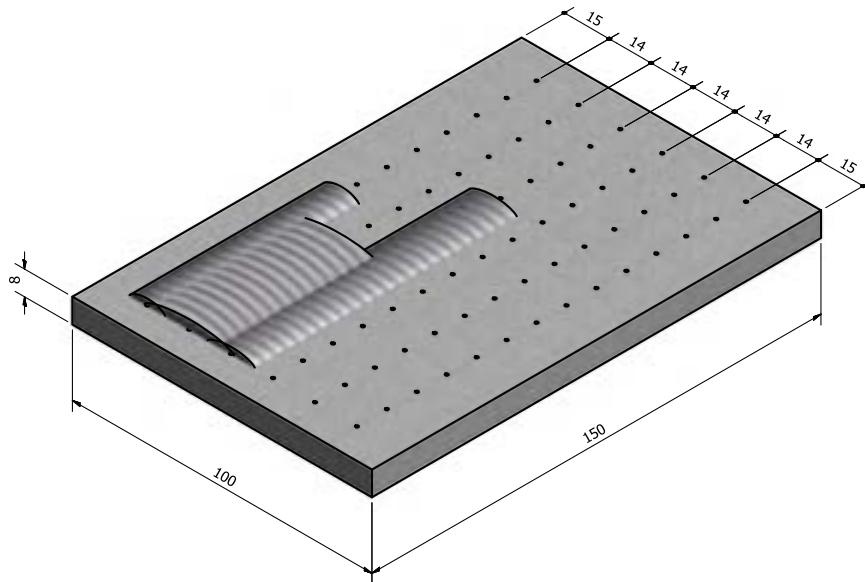
۱۱- جوشکاری طرف دوم قطعه کار را اجرا کنید.



جوشکاری خط جوش دوم و زوایای الکتروود که تا آخرین گرده به همین صورت خواهد بود.

۱۲- در پایان دستگاه را خاموش کنید، وسایل و ابزار را جمع‌آوری و محل کار را کاملاً تمیز کنید و وسایل و ابزار را به انبار تحویل دهید.

کار عملی شماره ۹



۹	وزن فولاد معمولی	با تشخیص هنرآموز	St ۳۷	۱۵۰×۱۰۰×۸	
شماره	مشخصات قطعه کار	تعداد	جنس	اندازه قطعه	ملاحظات
مقیاس ۱:۱	نام قطعه کار: قطعه تمرینی				شماره نقشه ۳-۸
تولرانس خشن	هدف‌های آموزشی: توانایی در ایجاد گرده جوش خطی در حالت سطحی				مدت:

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۹

♦ از سلامت کابل‌های جوشکاری و ترمینال‌های دستگاه اطمینان حاصل کنید.

♦ شیشه‌های ماسک را تمیز کرده و از مناسب بودن شیشه تیره اطمینان پیدا کنید.

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل‌های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه‌گیر	۱	استاندارد
۳	چکش معمولی	۱	۳۰۰ گرمی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	چکش جوش	۱	معمولی
۶	الکتروود	به تعداد کافی	۳/۲۵
۷	سنجه‌نشان	۱	کوچک
۸	دستگاه جوشکاری	۱	تا ۳۰۰ آمپر

جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست‌کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پیش‌بند	۱	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا
۷	ساق‌بند	۱ جفت	چرمی

دستور العمل ایجاد گرده جوش پهن

کار شماره ۹

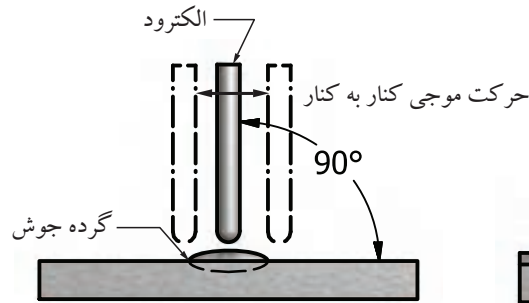
به ترتیب مراحل زیر را اجرا کنید.

۱- قطعه کار را مطابق نقشه خط کشی کنید و سنبه نشان بزنید.

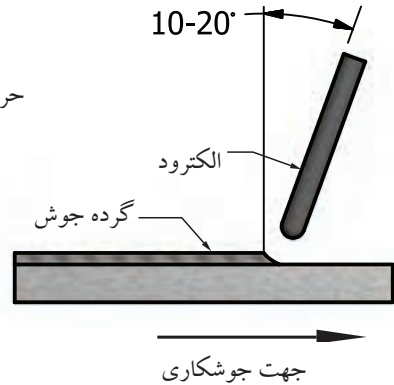
۲- قطعه کار را روی میز کار قرار دهید.

۳- دستگاه را راه اندازی و آمپر لازم را تنظیم کنید.

۴- مطابق شکل باید زاویه الکتروود نسبت به قطعه کار ($70-80^\circ$) درجه باشد، با حرکت رفت و برگشتی مطابق شکل یا حرکت موجی، ابتدا گرده جوش های ۱۰ میلی متری ایجاد کنید. دقت کنید پیشروی در هر موج رفت یا برگشت حدود ۳ میلی متر باشد و قوس به کناره های خطوط نرسد.

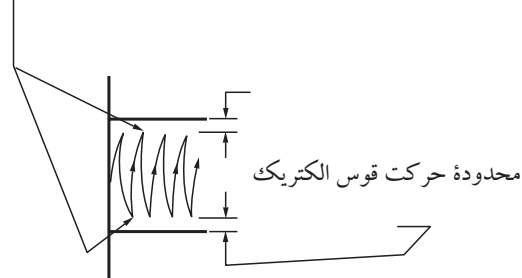


(ب)



(الف)

در کنار هر خط جوش هر بار چند لحظه توقف کنید



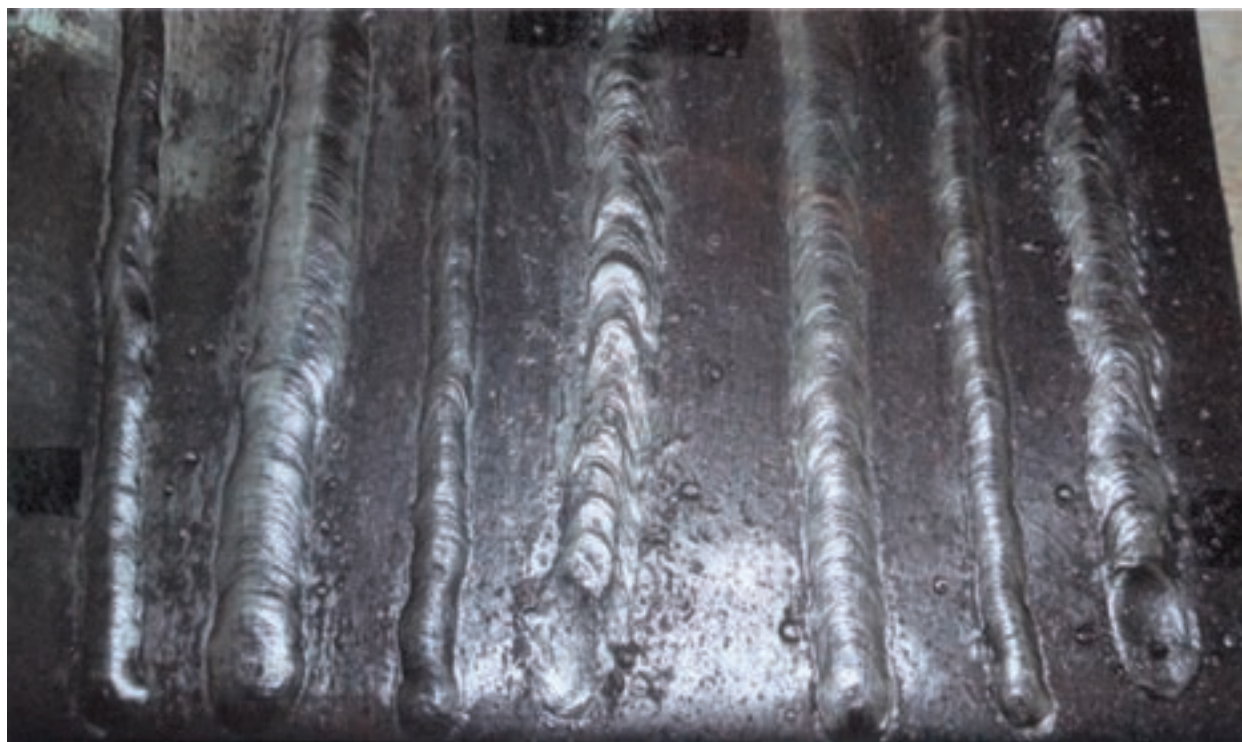
پیشروی در هر موج (رفت و برگشت) ۳ میلی متر یا کمتر باشد.
زاویه و حرکت موجی الکتروود در ایجاد گرده جوش پهن

۵- خط جوش ها را به وسیله چکش جوش و برس سیمی از سرباره پاک

کنید.



- ۶- بین خطوط را گرده جوش خطی ساده ایجاد کنید.
- ۷- قطعه کار را از سر باره کاملاً پاک کنید و برای بررسی به هنرآموز نشان دهید.
- ۸- از پشت قطعه کار برای تمرین بیشتر استفاده کنید.
- ۹- در پایان دستگاه را خاموش کنید، وسایل و ابزار را جمع آوری و محل کار را کاملاً تمیز کنید و در صورت لزوم ابزار را به انبار تحویل دهید.



سرعت بالا

سرعت کم

طول قوس کم

طول قوس زیاد

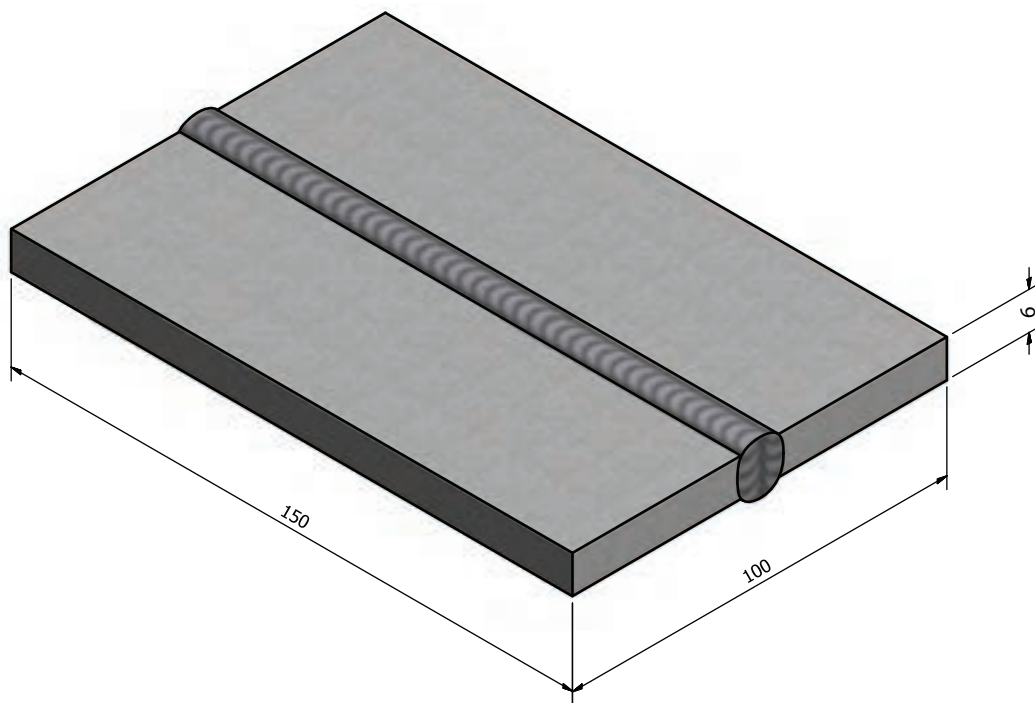
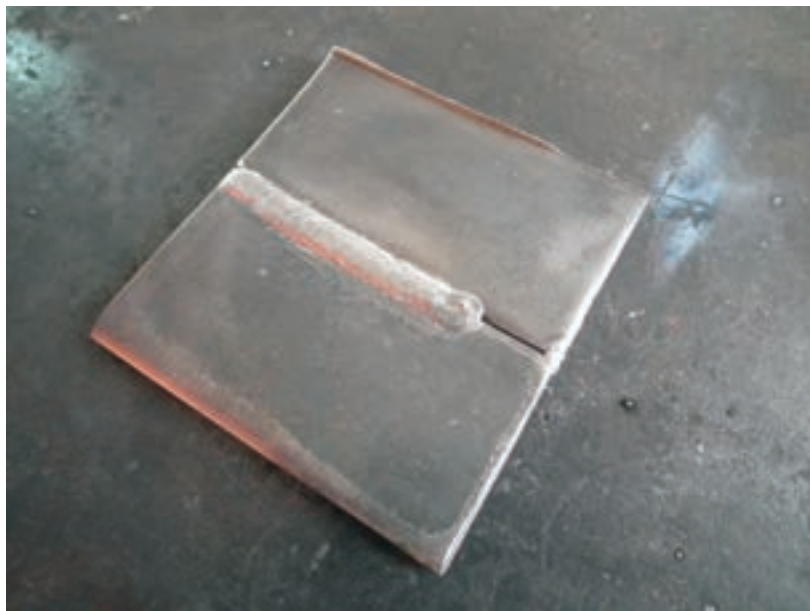
خط جوش نرمال

آمپر پایین

آمپر بالا

تأثیر پارامترهای مختلف بر روی ظاهر و کیفیت خط جوش با سطح مقطع هر کدام

کار عملی شماره ۱۰



شماره	۱۰	فولاد معمولی	۲ عدد و بیشتر	St ۳۷	۱۵۰×۵۰×۶
مشخصات قطعه کار	تعداد	جنس	اندازه قطعه	ملاحظات	
مقیاس ۱:۱	نام قطعه کار: قطعه تمرینی				
تولرانس خشن	هدف‌های آموزشی: توانایی در ایجاد اتصال لب به لب				
	مدت:	شماره نقشه ۳-۸			

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۱۰

- ◆ انبر جوشکاری از نظر وجود عایق‌های قسمت خارجی و سالم بودن آنها، کنترل شود.
- ◆ شیشه سفید ماسک را تمیز و در صورت لزوم تعویض کنید.
- ◆ موقع جوشکاری از پوشیدن شلوار با دم‌پای پاکتی خودداری شود، زیرا جرقه‌ها در آنها گیر می‌کند و باعث سوختگی می‌شود.

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل‌های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه‌گیر	۱	استاندارد
۳	چکش معمولی	۱	۳۰۰ گرمی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	چکش جوش	۱	معمولی
۶	الکتروود	به تعداد کافی	۳/۲۵
۷	سنجه‌نشان	۱	کوچک
۸	دستگاه جوشکاری	۱	تا ۳۰۰ آمپر

جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست‌کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پیش‌بند	۱	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا
۷	ساق‌بند	۱ جفت	چرمی

دستور العمل جوشکاری لب به لب در حالت سطحی

کار شماره ۱۰

مراحل انجام کار

۱- با پوشیدن لباس کار آماده اجرای تمرین جوشکاری لب به لب شوید.

۲- وسایل و ابزار لازم را تحویل بگیرید.

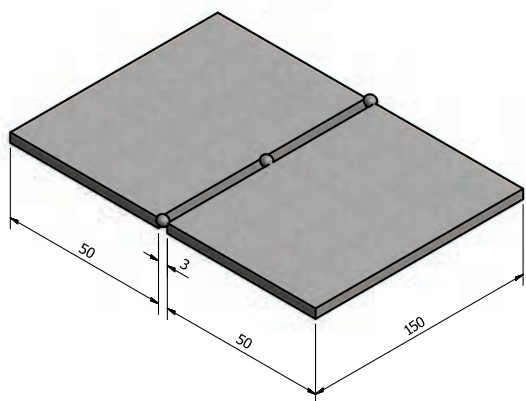
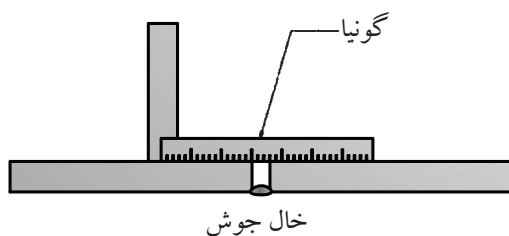
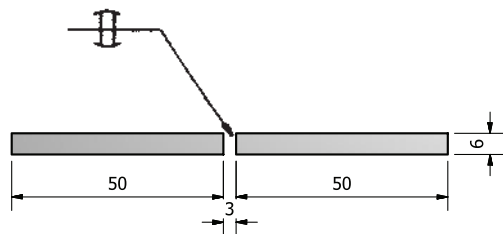
۳- دو قطعه ۱۵۰×۵۰×۶ را انتخاب و اندازه‌ها را با نقشه کنترل نمایید.

۴- قطعات را به صورت لب به لب روی میز قرار دهید و فاصله ریشه را

۳ میلی‌متر تنظیم کنید و خال جوش نمایید (ابتدا دو انتهای درز و سپس وسط را خال جوش نمایید).

۵- به وسیله گونیا هم سطح بودن قطعات را کنترل کنید و در صورت عدم

هم تراز، قطعات را با چکش هم سطح نمایید.



۶- از الکتروود E۶۰۱۳ به قطر ۳/۲۵ استفاده کرده و آمپر را روی ۱۰۰A

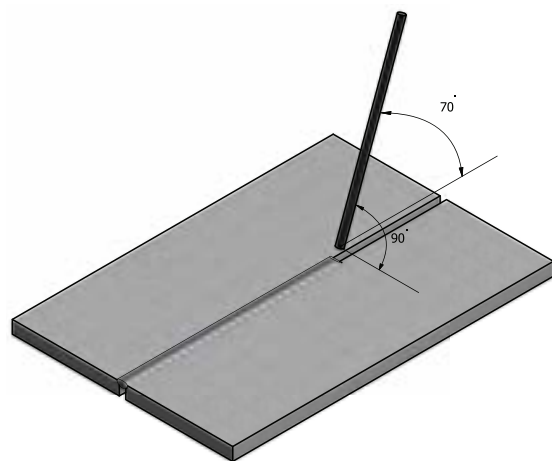
تنظیم نمایید.

نکته مهم

در صورتی که با جریان DC کار می‌کنید از قطب DCSP (-) استفاده

استفاده کنید.

۷- گرده جوش را در سر تا سر درز، با طول قوس، زاویه الکتروود و سرعت مناسب ایجاد کنید.



۸- سرباره را از روی گرده جوش با چکش و برس پاک کنید.

۹- قطعه کار را با توجه به اطلاعات داده شده بررسی نمایید.

۱۰- طرف دوم قطعه کار را پس از تمیز کردن کامل پشت کار مطابق

طرف اول جوشکاری نمایید.

۱۱- به خاطر داشته باشید که میزان آمپر در طرف دوم می تواند چند

آمپر بیشتر شود به دلیل این که ریشه باز ندارد.



توجه

برای افزایش مهارت می توان با اضافه کردن یک قطعه

کار، کنار همین تمرین درز جدیدی برای تمرین تازه آماده

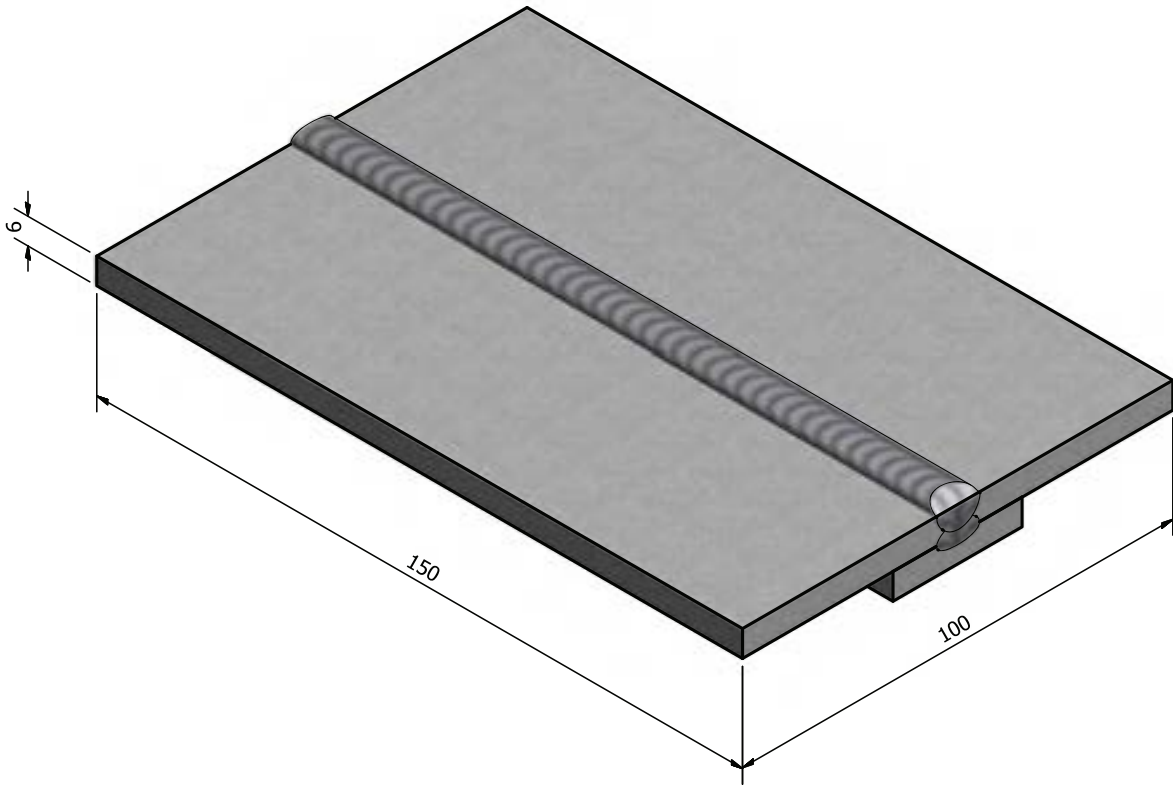
نمود.

۱۲- در پایان دستگاه را خاموش کنید، وسایل و ابزار را جمع آوری

کرده محل کار را کاملاً تمیز کنید، در صورت لزوم وسایل و ابزار را به

انبار تحویل دهید.

کار عملی شماره ۱۱



	۱۵۰×۵۰×۶	St ۳۷	۳	فولاد معمولی	۱۱
ملاحظات	اندازه قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره نقشه	نام قطعه کار: قطعه تمرینی				مقیاس ۱:۱
مدت:	هدف‌های آموزشی: توانایی در ایجاد اتصال لب به لب با پشت‌بند				تولرانس خشن

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۱۱

- ◆ هرگز با یقه باز و یا با لباس آستین کوتاه جوشکاری نکنید، زیرا اشعه‌ها به پوست بدن آسیب می‌رسانند.
- ◆ هیچ‌گاه حتی از راه دور به قوس الکتریکی نگاه نکنید. اشعه‌ها به چشم شدیداً آسیب می‌رسانند.
- ◆ در کارگاه متین و آرام صحبت کنید از داد زدن بی مورد خودداری کنید و همیشه نکات ایمنی را رعایت کنید.

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل‌های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه‌گیر	۱	استاندارد
۳	چکش معمولی	۱	۳۰۰ گرمی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	چکش جوش	۱	معمولی
۶	الکتروود E۶۰۱۳	به تعداد کافی	۳/۲۵
۷	سنجه‌نشان	۱	کوچک
۸	دستگاه جوشکاری	۱	تا ۳۰۰ آمپر

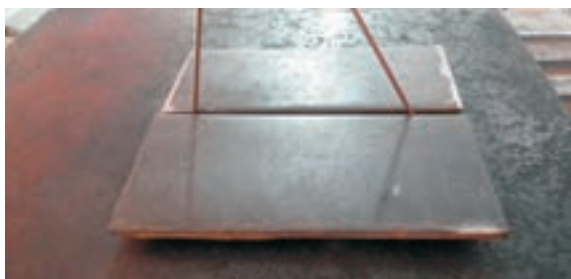
جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست‌کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پیش‌بند	۱	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا
۷	ساق‌بند	۱ جفت	چرمی

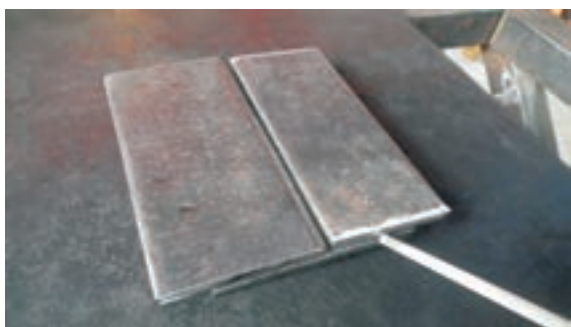
دستور العمل جوشکاری قطعات به صورت لب به لب با پشت بند کار شماره ۱۱



۱- قطعات مورد نیاز را طبق نقشه آماده کنید و آنها را با چکش روی سندان صاف کاری نمایید و در صورت وجود پلیسه‌ها را با سوهان بردارید.



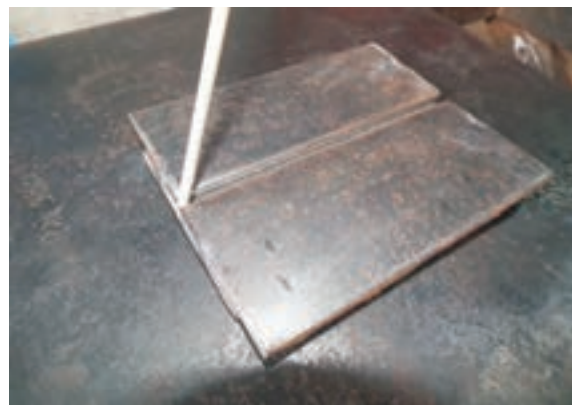
۲- قطعات را به روی سطح صاف بگذارید و لبه‌ها را به فاصله ۳ میلی‌متر از هم قرار دهید.
می‌توانید با قرار دادن سیم جوش با قطر ۳ میلی‌متر در درز قطعات فاصله را تنظیم نمایید.



۳- دستگاه جوش را راه‌اندازی و آمپر را متناسب با ضخامت قطعه و قطر الکترود انتخاب کنید.
۴- یک طرف پشت‌بند را در دو سر خال جوش بزنید.

۵- با وارد کردن ضربات چکش به کار روی سندان لبه‌های قطعه رویی به قطعه پشت کار تماس دهید.

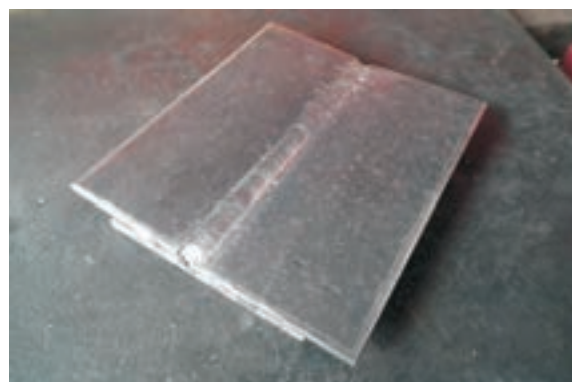
۶- طرف دیگر پشت‌بند که میزان شد را با خال جوش به هم اتصال دهید بدین ترتیب دو قطعه کار به وسیله پشت‌بند ثابت شده و آماده جوشکاری می‌باشد.



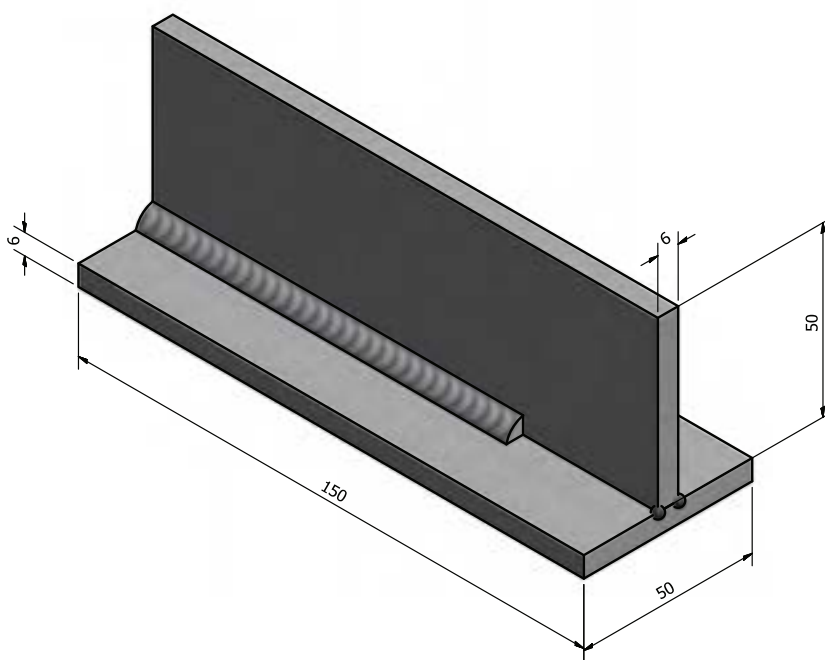
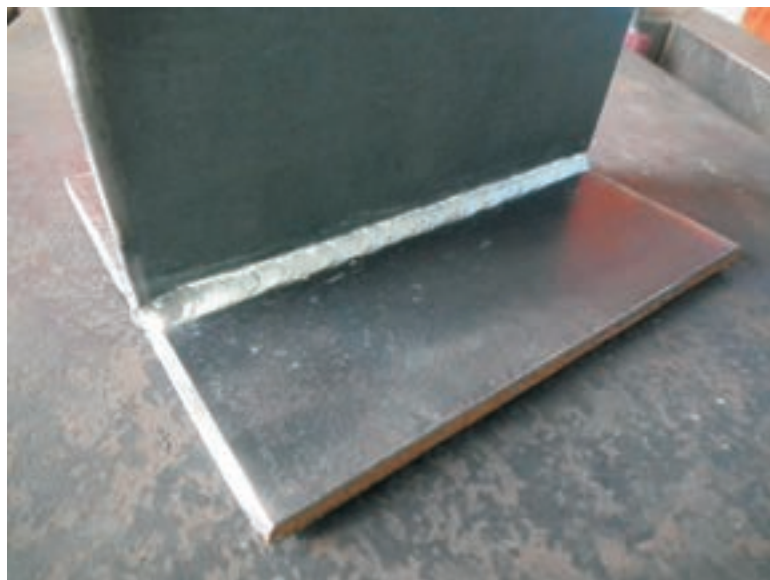
۷- درز را با سرعت پیشروی مناسب جوش دهید در انتهای خط جوش الکتروود را به کار نزدیک کنید و چاله جوش یعنی انتهای خط جوش را با مکث کوتاه پر کنید.



۸- محل اتصال را از سرباره و جرقه‌ها پاک کرده، برس بزنید.
۹- کار را جهت اظهار نظر و راهنمایی به هنرآموز خود نشان دهید.
۱۰- در پایان دستگاه را خاموش و وسایل را جمع‌آوری و محل کار را تمیز کنید.



کار عملی شماره ۱۲



شماره	۱۲	نام قطعه کار: قطعه تمرینی	تعداد	۳	جنس	St ۳۷	اندازه قطعه	۱۵۰×۵۰×۶
مقیاس	۱:۱	شماره نقشه						
تولرانس خشن	هدف‌های آموزشی: توانایی در ایجاد جوش ماهیچه‌ای در اتصال سه‌پری (سپری)							مدت:
مشخصات قطعه کار	ملاحظات							

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۱۲

- ◆ قطعات اضافی را از محل کار دور کنید.
- ◆ توجه کنید کابل های برق و کابل های دستگاه، زیر پا یا زیر قطعات اضافی نباشد و از وارد شدن هر نوع ضربه به آنها محافظت شود.
- ◆ مواد قابل احتراق در نزدیکی کار نباشد چون جرقه های جوشکاری موجب آتش سوزی و احتراق می شود.

جدول وسایل کار

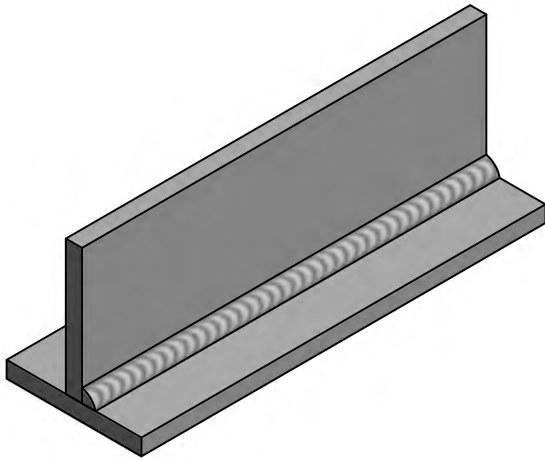
ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه گیر	۱	استاندارد
۳	چکش معمولی	۱	۳۰۰ گرمی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	چکش جوش	۱	معمولی
۶	الکتروود	به تعداد کافی	۳/۲۵
۷	سنبه نشان	۱	کوچک
۸	دستگاه جوشکاری	۱	تا ۳۰۰ آمپر

جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پیش بند	۱	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا
۷	ساق بند	۱ جفت	چرمی

دستور العمل جوشکاری درز گلوبی در یک پاس

کار شماره ۱۲



جوشکاری اگر در اتصال T شکل بدون پخش سازی انجام شود در ردیف جوش ماهیچه ای قرار دارد که در کارهای مختلف صنعتی کاربرد دارد. مطابق شکل.

مراحل زیر را به ترتیب و با آرامش کامل اجرا کنید:

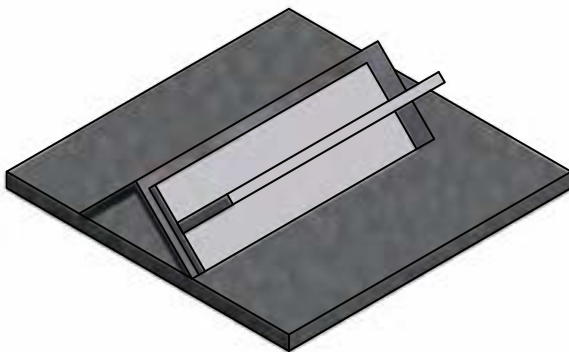
۱- وسایل ایمنی و ابزار کار را تدارک دیده و قطعات را تهیه کنید.

۲- دستگاه جوش را راه اندازی کنید و شدت جریان را ۱۰۰ تا ۱۱۰ تنظیم نمایید.

۳- دو قطعه را با زاویه ۹۰ درجه روی هم قرار دهید، ثابت نگهداشته و هر دو طرف اتصال را خال جوش کنید.



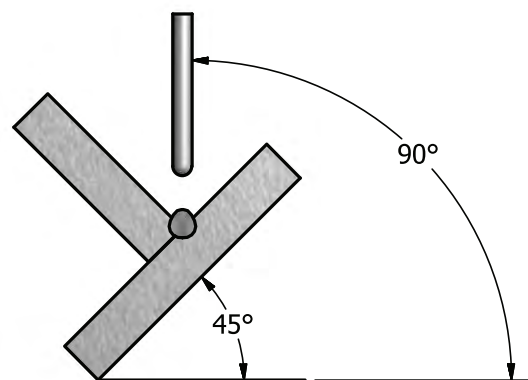
۴- با استفاده از یک نبشی ۴×۴، قطعه کار را روی میز کار قرار دهید تا کار در وضعیت 1F باشد.



نکته مهم

استقرار قطعه کار روی نبشی باعث می‌شود تا تسلط جوشکار برای جوشکاری و حرکت الکتروود آسان‌تر شود و جوشکاری در وضعیت سطحی انجام شود.

۵- الکتروود را عمود بر فصل مشترک دو قطعه کار تنظیم نمایید و ۱۰-۲۰ درجه در جهت مسیر حرکت پیشروی الکتروود زاویه دهید. از ابتدای قطعه کار جوش ماهیچه‌ای با ساق ۶ میلی‌متر ایجاد کنید و تا پایان خط جوش این وضعیت کنترل و حفظ شود.



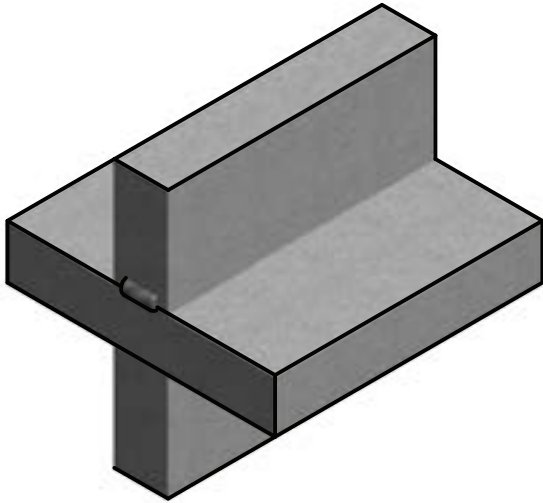
۶- چنانچه لازم باشد که الکتروود را تعویض کنید باید انتهای خط جوش را از شلاکه پاک کرده و کمی عقب‌تر قوس ایجاد کرده و به انتهای خط جوش آمده سپس جوشکاری را مانند قبل ادامه دهید.



۷- طرف دوم اتصال را بدون استفاده از زیرکاری در حالت افقی با توجه به زوایای داده شده در شکل در وضعیت 2F جوشکاری کنید.



۸- پس از اتمام جوشکاری با استفاده از چکش مخصوص و برس سیمی، گرده جوش را از سرباره پاک نمایید و جهت بررسی به هنرآموز نشان دهید.



۹- برای دستیابی به مهارت بیشتر، با استفاده از یک قطعه‌ی $۱۵۰ \times ۵۰ \times ۶$ و خال جوش، قطعه کار را به صورت + درآورید و دو گوشه ایجاد شده را با آمپر بیش از میزان قبلی (یعنی ۱۱۵-۱۱۰ آمپر) جوشکاری کنید.

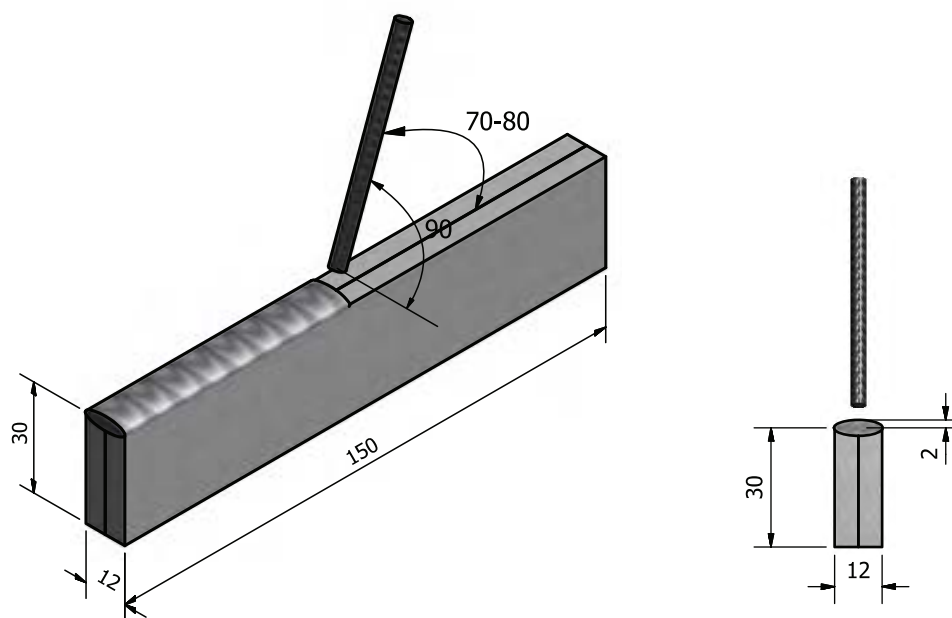
توجه

در کناره جوش باید خوردگی ایجاد نشود و اندازه ساق جوش در حدود ۶ میلی متر باشد.



۱۰- در پایان دستگاه را خاموش کنید و سپس وسایل و محل کار را تمیز کنید و در صورت لزوم وسایل را به انبار تحویل دهید.

کار عملی شماره ۱۳



	۱۵۰×۳۰×۶	St ۳۷	۲	فولاد معمولی	۱۳
ملاحظات	اندازه قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره نقشه	نام قطعه کار: قطعه تمرینی				مقیاس ۱:۱
مدت:	هدف‌های آموزشی: توانایی در جوشکاری اتصال پیشانی				تولرانس خشن

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۱۳

- ◆ برای خال جوش زدن از انبر قطعه گیر استفاده کنید.
- ◆ قطعه را روی میز کار با خال جوش به هم متصل کنید.
- ◆ دقت کنید موقع کار هواکش‌ها روشن باشد. (در حال کار باشد)

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل‌های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه گیر	۱	استاندارد
۳	چکش معمولی	۱	۳۰۰ گرمی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	چکش جوش	۱	معمولی
۶	الکتروود	به تعداد کافی	۳/۲۵
۷	سنجه نشان	۱	کوچک
۸	دستگاه جوشکاری	۱	تا ۳۰۰ آمپر

جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دستکش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پیش‌بند	۱	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا
۷	ساق بند	۱ جفت	چرمی

دستورالعمل جوشکاری لبه‌ای (پیشانی)

کار شماره ۱۳

با رعایت نکات ایمنی مراحل زیر را به ترتیب اجرا کنید:

۱- وسایل ایمنی و ابزار کار را از انبار تحویل بگیرید.

۲- قطعات را مطابق شکل کنار هم قرار دهید.

۳- دستگاه را راه‌اندازی و آمپر مناسب را تنظیم کنید.



۴- دو سر قطعه را مطابق شکل به قطر ۵ میلی‌متر خال جوش کنید.

۵- قطعه را در حالت سطحی روی میز کار قرار دهید.

۶- در دو طرف قطعه کار، گرده جوش خطی ساده ایجاد کنید.



۷- گرده جوش باید کمی برجستگی داشته و فاصله تا لبه قطعه کار را

پر کند.

۸- گرده جوش حاصل را از شلاکه پاک کرده و برس بزنید.

۹- طرف دوم کار را بعد از نظرخواهی و استفاده از راهنمایی هنرآموزتان

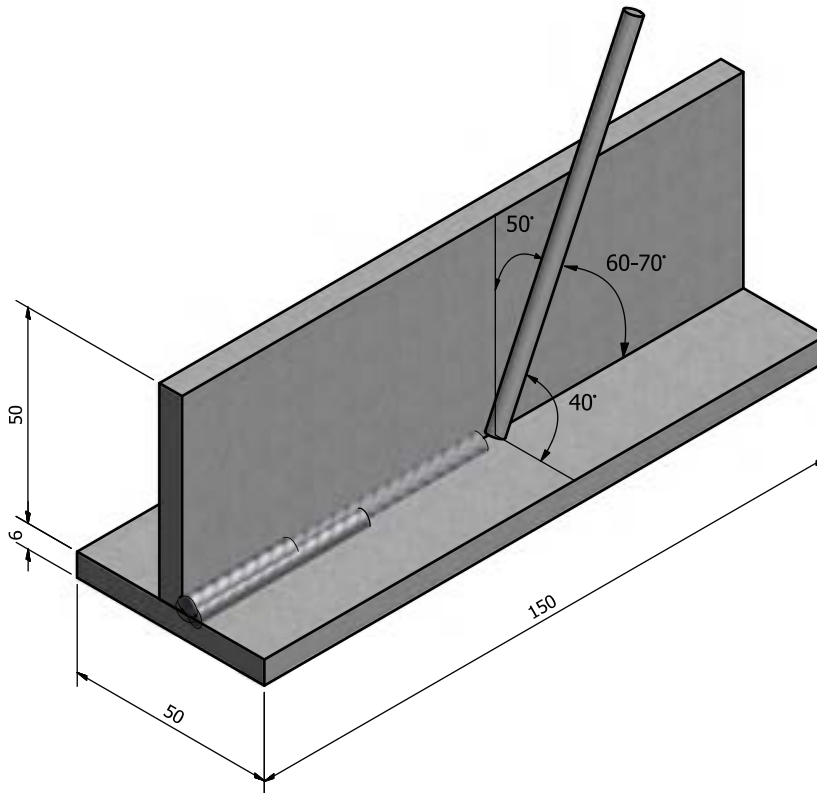
جوش دهید.



۱۰- در پایان دستگاه را خاموش کنید، وسایل و ابزار را جمع‌آوری

کرده، محل کار را کاملاً تمیز کنید و ابزار و وسایل را به انبار تحویل دهید.

کار عملی شماره ۱۴



	۱۵۰×۵۰×۸	St ۳۷	۲	فولاد معمولی	۱۴
ملاحظات	اندازه قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره نقشه	نام قطعه کار: قطعه تمرینی				مقیاس ۱:۱
مدت:	هدف‌های آموزشی: توانایی اجرای جوشکاری سپری (سه پری) در سه پاس				تولرانس خشن

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۱۴

- ◆ دستکش لاستیکی برای جوشکاری مناسب نیست هیچ‌گاه از آن در جوشکاری استفاده نشود.
- ◆ برای خنک کردن انبر جوشکاری از آب استفاده نشود.
- ◆ ماسک جوشکاری باید تا زیر چانه را بپوشاند تا به پوست صورت آسیب نرسد.
- ◆ یقه لباس را موقع جوشکاری بسته نگاه دارید.

جدول وسایل کار

مشخصات	تعداد	ابزار و تجهیزات	ردیف
با طول ۳ متر	۲	کابل‌های دستگاه	۱
استاندارد	۱	انبر قطعه‌گیر	۲
۳۰۰ گرمی	۱	چکش معمولی	۳
با سیم فولادی	۱	برس	۴
معمولی	۱	چکش جوش	۵
۳/۲۵	به تعداد کافی	الکتروود	۶
کوچک	۱	سنجه‌نشان	۷
تا ۳۰۰ آمپر	۱	دستگاه جوشکاری	۸

جدول وسایل ایمنی

مشخصات	تعداد	وسایل ایمنی	ردیف
کلاهی	۱	ماسک	۱
با شیشه سفید	۱	عینک محافظ	۲
چرمی	۱ جفت	دست‌کش	۳
مناسب بدن	۱ دست	لباس کار	۴
چرمی	۱	پیش‌بند	۵
مناسب اندازه پا	۱ جفت	کفش ایمنی	۶
چرمی	۱ جفت	ساق‌بند	۷

دستورالعمل جوشکاری درز گلویی در سه پاس با گرده ساده

کار شماره ۱۴

اطلاعات عمومی : اتصال سپری (سه پری) در صنایع ماشین سازی و سازه های فلزی کاربرد فراوانی دارد و چنانچه دو طرف اتصال جوش، ماهیچه ای یا نفوذ کامل اجرا شود اتصال دارای استحکام کافی خواهد بود.

مراحل انجام کار

۱- وسایل ایمنی و وسایل کار را از انبار تحویل بگیرید.

۲- قطعات کار را مطابق با نقشه آماده کنید.

۳- مطابق نقشه قطعات را روی هم به صورت ۹۰ درجه خال زده و روی میز کار قرار دهید.

۴- دستگاه جوشکاری را راه اندازی کنید و با توجه به قطر الکتروود مصرفی، آمپر را در محدوده ۱۱۰ تنظیم نمایید.



۵- با گونیا، زوایا را کنترل کنید و قطعات خال جوش خورده را با چکش روی سندان کاملاً با هم جفت کنید و زوایا را کنترل کنید.

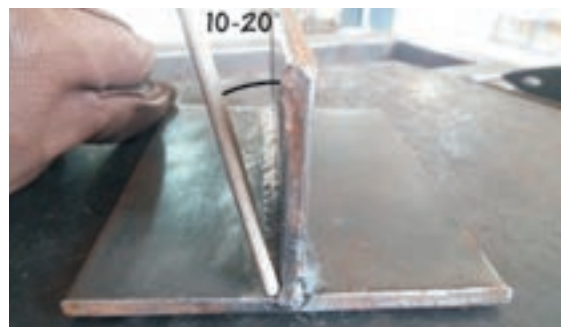


۶- با توجه به زاویه الکتروود در کار قبلی، پاس اول را جوش کاری کنید به طوری که تمام طول قطعه را دربرگیرد.

۷- با چکش و برس سرباره خط جوش را بردارید و تمیز کنید.

۸- پاس دوم را مطابق شکل مربوطه با زاویه الکتروود در شکل داده شده جوشکاری کنید. پاس دوم را طوری جوش دهید که $\frac{3}{4}$ طول قطعه را شامل شود.

۹- با چکش و برس سرباره خط جوش را بردارید و پاک کنید.



۱۰- پاس سوم را مطابق زاویه الکتروود که در شکل داده شده جوشکاری کنید. به طوری که پاس سوم $\frac{1}{4}$ طول قطعه کار را پوشش دهد تا پاس های دوم و اول را بتوانید مشاهده کنید.



۱۱- با چکش و برس سرباره خط جوش را بردارید و پاک کنید.



۱۲- طرف دیگر را مانند شکل به نحوی جوشکاری کنید که سر هر پاس در شکل مشخص باشد و کار در دو طرف کامل اجرا شود.

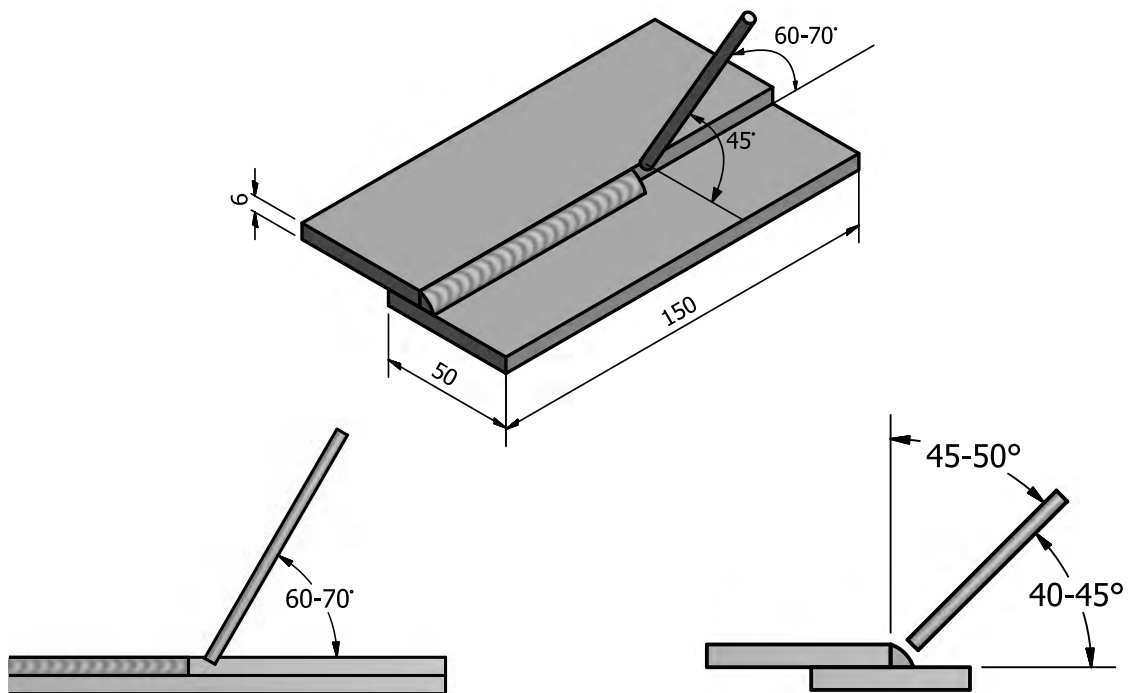
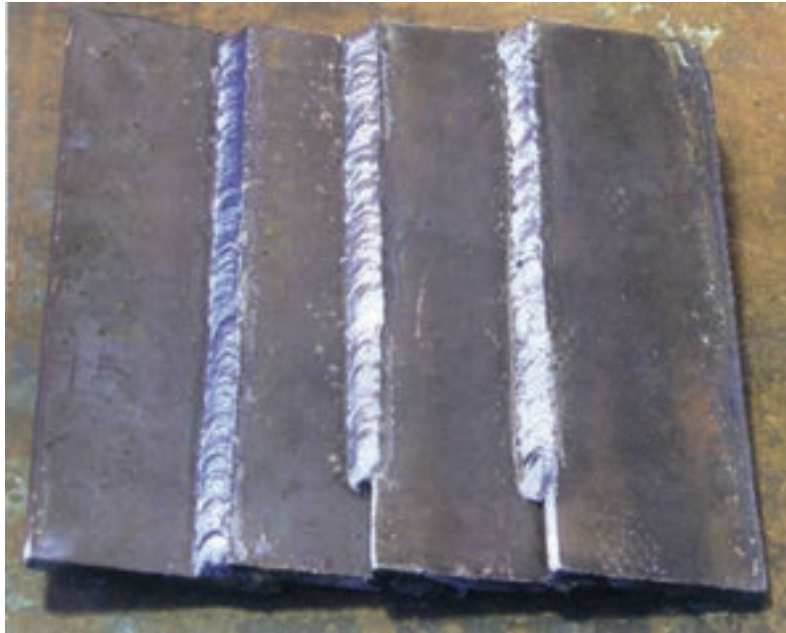
۱۳- قطعه کار جوشکاری شده را برای بررسی به هنرآموز خود تحویل دهید.

۱۴- در پایان دستگاه را خاموش کنید و وسایل و ابزار را جمع آوری و محل کار را کاملاً تمیز کنید و وسایل و ابزار را به انبار تحویل دهید.

شکل اتصال و روش اجرای جوش در اتصال T شکل

روش اجرای جوش	شکل اتصال	نوع اتصال
		اتصال T بدون پنخ یک طرفه و دو طرفه
		اتصال T با پنخ یک طرفه
		اتصال T با پنخ دو طرفه
		اتصال T با پنخ J یک طرفه
		اتصال T با پنخ J دو طرفه

کار عملی شماره ۱۵



شماره	۱۵	فولاد معمولی	۳	St ۳۷	۱۵۰×۵۰×۶
مشخصات قطعه کار	تعداد	جنس	اندازه قطعه	ملاحظات	
مقیاس ۱:۱	نام قطعه کار: قطعه تمرینی				
تولرانس خشن	هدف‌های آموزشی: توانایی جوشکاری اتصالات لب روی هم				
مدت:					

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۱۵

- ◆ از لباس کار و کفش ایمنی مناسب و وسایل ایمنی سالم استفاده کنید.
- ◆ راه اندازی دینام جوش مطابق دستورالعمل انجام شود.
- ◆ گیره اتصال محکم به میز کار وصل باشد.

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه گیر	۱	استاندارد
۳	چکش معمولی	۱	۳۰۰ گرمی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	چکش جوش	۱	معمولی
۶	الکتروود	به تعداد کافی	۳/۲۵
۷	سنه نشان	۱	کوچک
۸	دستگاه جوشکاری	۱	تا ۳۰۰ آمپر

جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پیش بند	۱	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا
۷	ساق بند	۱ جفت	چرمی

دستورالعمل جوشکاری لب روی هم در حالت سطحی

کار شماره ۱۵

اطلاعات عمومی: اتصالات لب روی هم در سازه‌های فلزی کاربرد فراوان دارد.

اتصال لب روی هم یک اتصال با صرفه‌ی اقتصادی است و نیاز به آماده‌سازی ندارد.

چنانچه پشت و روی اتصال (در دو طرف) جوشکاری شود یک اتصال محکم به وجود می‌آید. قطعات با ضخامت بیشتر با چند پاس جوشکاری می‌شود.

تکنیک جوشکاری: جوشکاری اتصالات لب روی هم نباید با آمپر خیلی زیاد انجام شود.

عمق ذوب باید در ریشه‌ی اتصال باشد و دو قطعه با هم ذوب شوند. خط ذوب باید مستقیم باشد و لبه‌ی قطعه‌ی بالایی تغییر فرم زیادی ندهد. چنانچه سرعت جوشکاری کم باشد مقدار رسوب بیش از اندازه شده و باعث ایجاد تنش در جوش می‌شود.

مراحل اجرای کار

- ۱- وسایل لازم را از انبار تحویل گرفته و آماده کار شوید.
- ۲- سه عدد تسمه آهن ۵۰×۶ میلی‌متر به طول ۱۵۰ میلی‌متر ببرید و لبه‌های کار را صاف و پلیسه‌ها را برطرف کنید.
- ۳- دستگاه جوش را راه‌اندازی کنید طبق دستورالعمل در صورتی که از رکتی‌فایر یا دینام استفاده می‌کنید کابل انبر را به قطب منفی دستگاه وصل کنید.
- ۴- قطعات را در محدوده ۲۵ میلی‌متر روی هم قرار دهید و چهار طرف قطعات را خال جوش بزنید.





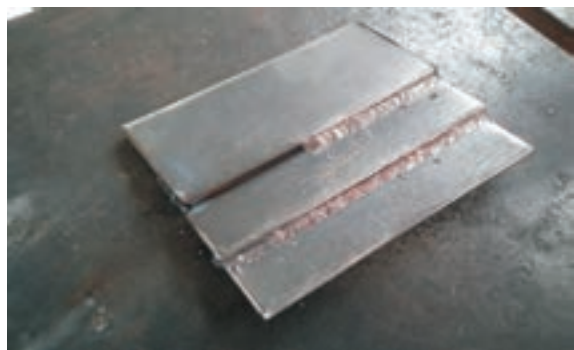
۵- قطعات را مطابق شکل جوشکاری نمایید. به زوایای الکتروود توجه کنید؛ جوش باید گوشه را کاملاً پر کند.

نکته مهم

حالت الکتروود مطابق شکل با زوایای داده شده نسبت به قطعه کار خواهد بود.



۶- طرف دوم قطعات کار را مانند طرف اول جوشکاری کنید.



۷- قطعه کار جوشکاری شده را برای بررسی به هنرآموز تحویل دهید.

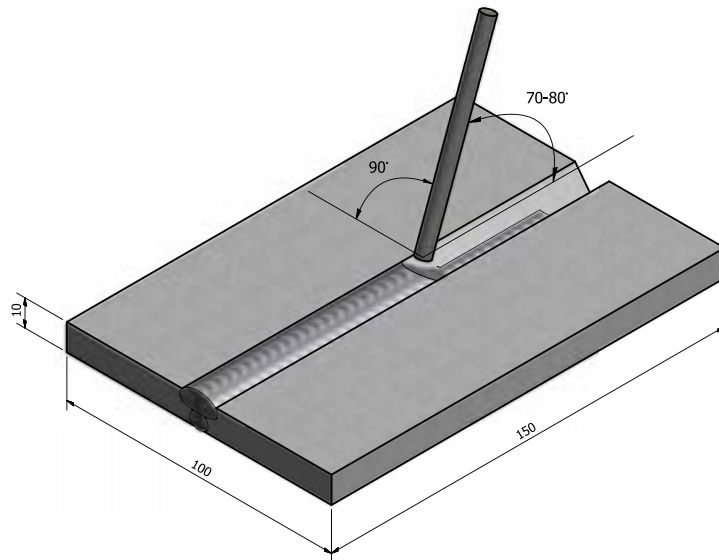
۸- برای کسب مهارت بیشتر، هر سه قطعه کار را به هم خال جوش زده و جوشکاری کنید.

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود گرده جوش‌ها کاملاً لبه قطعه رویی را در بر گرفته در حالی که لبه‌ها دچار سوختگی نشده است.

۹- در پایان دستگاه را خاموش کنید، وسایل و ابزار را جمع‌آوری کرده،

محل کار را کاملاً تمیز کنید و وسایل و ابزارها را به انبار تحویل دهید.

کار عملی شماره ۱۶



	۱۵۰×۵۰×۱۰	St ۳۷	۲	فولاد معمولی	۱۶
ملاحظات	اندازه قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره نقشه	نام قطعه کار: قطعه تمرینی				مقیاس ۱:۱
مدت:	هدف‌های آموزشی: توانایی در جوشکاری قطعات به صورت لب به لب				تولرانس خشن

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۱۶

- ◆ جوشکار باید از کفش ایمنی مخصوص استفاده کند.
- ◆ لباس کار نباید دارای جیب در باز باشد.
- ◆ شلوار جوشکار باید دارای دمپای ساده و بدون برگردان باشد.

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه گیر	۱	استاندارد
۳	چکش معمولی	۱	۳۰۰ گرمی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	گونیا فلزی	۱	۱۵ سانتی
۶	دستگاه جوشکاری	۱	تا ۳۰۰ آمپر
۷	الکتروود	مورد نیاز	E۶۰۱۳ قطر ۳/۲۵

جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پیش بند	۱	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا
۷	ساق بند	۱ جفت	چرمی

دستورالعمل جوشکاری قطعات به صورت لب به لب با پخ جناغی

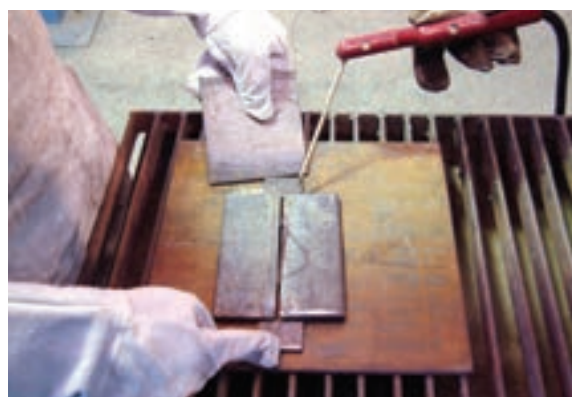
کار شماره ۱۶

مراحل انجام کار

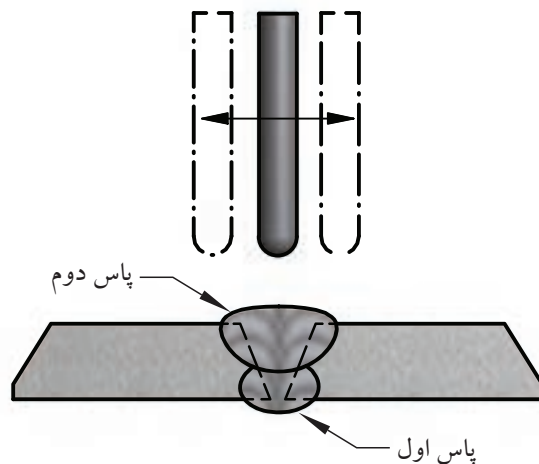
- ۱- قطعات و وسایل کار را از انبار تحویل بگیرید و آماده کنید.
- ۲- قطعات را روی یک صفحه فولادی صاف قرار دهید.
- ۳- با قراردادن سیم $\varnothing = 3\text{mm}$ در بین دو قطعه کار، فاصله قطعات را تنظیم کنید.



- ۴- در دو طرف کار تسمه فولادی به ابعاد $40 \times 20 \times 3$ جوش دهید. (به عنوان سربند و ته بند، برای شروع و خاتمه جوشکاری). و در صورت بلند بودن طول کار در وسط کار لقمه های مناسب قرار داده و از یک طرف آنها را به کار جوش دهید.



- ۵- با استفاده از گونیا هم راستا بودن قطعات را کنترل کنید و در صورت لزوم با چکش روی سندان قطعات کار را میزان کنید.
- ۶- پاس اول را با الکتروده $3/25$ ، $E6010$ و آمپر مناسب در حالت سطحی جوش دهید موقع جوشکاری زیر درز باید خالی باشد تا جوش نفوذ کند.
- ۷- کار را کاملاً از سر باره و دوده با چکش و برس سیمی پاک کنید.



۸- پاس دوم با حرکت رفت و برگشت (زیکزاک) مطابق شکل خواهد

بود.

توجه داشته باشید لحظات توقف در حرکت رفت و برگشتی برای

پرشدن کناره جوش فراموش نشود.

۹- در جوشکاری پاس سوم حرکت رفت و برگشتی الکتروود و لحظات

توقف بیشتر است.

۱۰- تسمه‌ها را از کار جدا کنید و کار را از جرقه‌ها و سرباره پاک کنید

و برس بزنید و به مربی خود تحویل دهید.

- در صورت امکان پاس اول را با الکترودهای قطر کمتر انجام دهید.

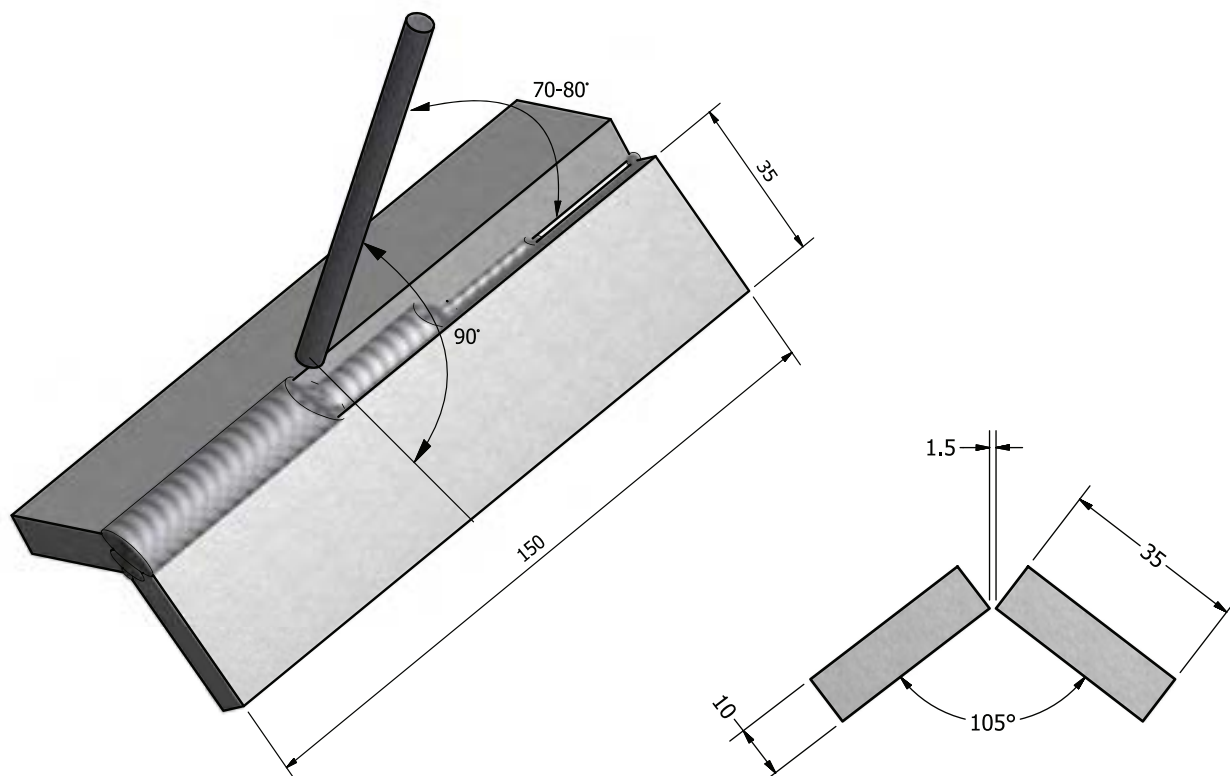
- این تمرین جوشکاری را با الکتروود E۷۰۱۸ هم می‌توانید انجام دهید.

۱۱- در پایان دستگاه را خاموش کنید و وسایل و ابزار را جمع‌آوری و

محل کار را تمیز و وسایل و ابزار را به انبار تحویل دهید.



کار عملی شماره ۱۷



	۱۵۰×۳۵×۱۰	St ۳۷	۲	فولاد معمولی	۱۷
ملاحظات	اندازه قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره نقشه	نام قطعه کار: قطعه تمرینی				مقیاس ۱:۱
مدت:	هدف‌های آموزشی: توانایی جوشکاری زاویه خارجی با ریشه باز				تولرانس خشن

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۱۷

- ♦ حتی المقدور کابل جوشکاری باید کوتاه و مناسب باشد که باعث افت ولتاژ نشود و دست و پاگیر هم نباشد.
- ♦ زمانی که برای ایجاد قوس اقدام می‌کنید، اطرافیان را با خبر سازید تا اشعه‌های جوشکاری به آن‌ها آسیب نرساند.

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل‌های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه‌گیر	۱	استاندارد
۳	چکش معمولی	۱	۳۰۰ گرمی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	گونیا ۴۵	۱	۱۵ سانتی
۶	گونیا ۶۰	۱	۱۵ سانتی
۷	دستگاه جوشکاری	۱	تا ۳۰۰ آمپر
۸	چکش جوش	۱	با سیم فولادی
۹	الکتروود	مورد نیاز	E۶۰۱۳ قطر ۳/۲۵
۱۰	دستگاه جوشکاری	۱	تا ۳۰۰ آمپر

جدول وسایل ایمنی

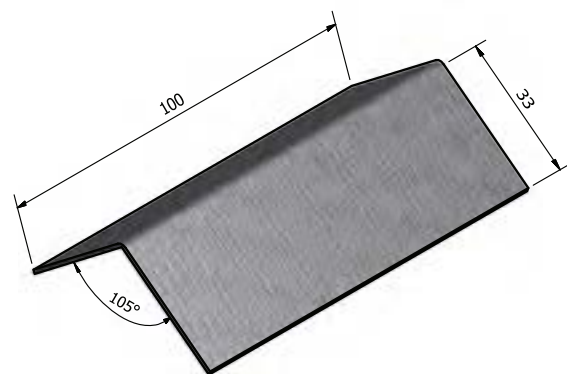
ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست‌کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پیش‌بند	۱	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا
۷	ساق‌بند	۱ جفت	چرمی

دستورالعمل جوشکاری زاویه خارجی

مراحل انجام کار

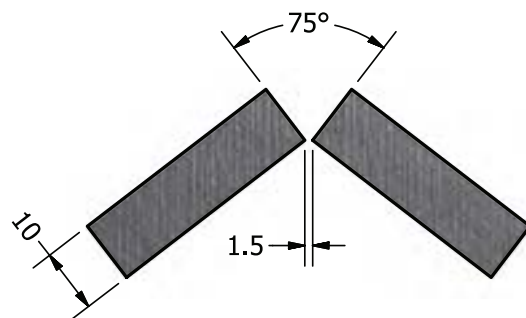
۱- دو قطعه به ابعاد $150 \times 35 \times 10$ را آماده کنید و با سوهان پلیسه گیری کنید.

۲- برای زیرکاری موقع خال جوش زدن طبق شکل از ورق یک میلی متری به ابعاد 100×70 بریده و خمکاری کنید. زاویه 105° درجه می توان با دو گونیا ($45+60$) به دست می آید.



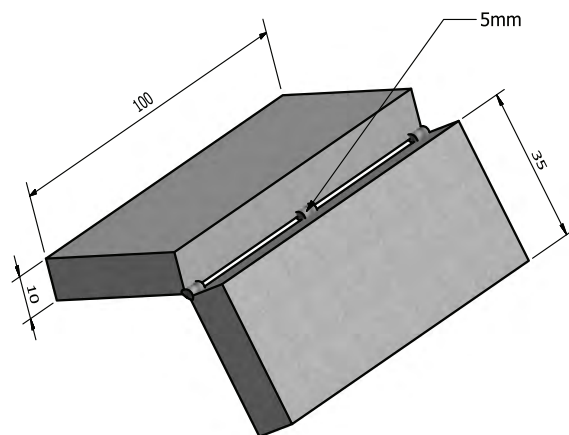
۳- از سیم جوشکاری گاز اکسی استیلن یا ورق $1/5$ میلی متری الکتروود $\varnothing = 1/5$ برای تنظیم فاصله ریشه قطعات استفاده کنید.

۴- دستگاه جوش را برای جوشکاری با آمپر ۱۰۰ راه اندازی کنید.



۵- قطعات را در سه نقطه، ابتدا، انتها و سپس وسط اتصال خال جوش بزنید.

۶- پس از خال جوش زدن زاویه قطعات نسبت به هم را کنترل و اصلاح کنید.

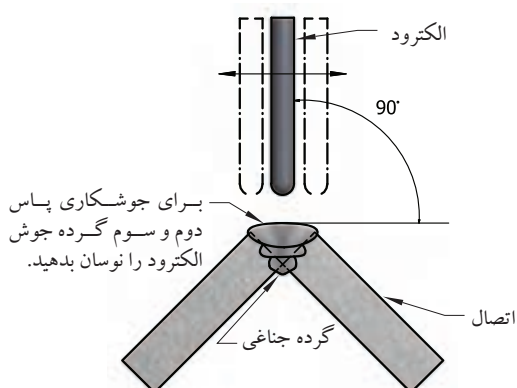




- ۷- اتصال خال جوش شده را با الکتروود ۳/۲۵ جوشکاری کنید آمپر در محدوده ۱۰۰ آمپر حدود ۱۰ درصد کمتر از معمول.
- ۸- توجه داشته باشید لبه‌های کار نسوزد در صورت لزوم آمپر را کم کنید و یا سرعت پیشروی را زیاد کنید.



- ۹- گرده جوش باید در طرف پشت کار نفوذ مناسب داشته باشد (سوختگی و نفوذ کم مناسب نیست).



- ۱۰- خط جوش را از سرباره پاک کنید و پاس دوم و سوم را با آمپر ۱۱۰ جوشکاری کنید حرکت الکتروود در پاس دوم و سوم نوسانی است و نباید از لبه کار خارج شود.

۱۱- پس از هر پاس جوشکاری کار را برس بزنید و سرباره‌ها را کاملاً پاک کنید.



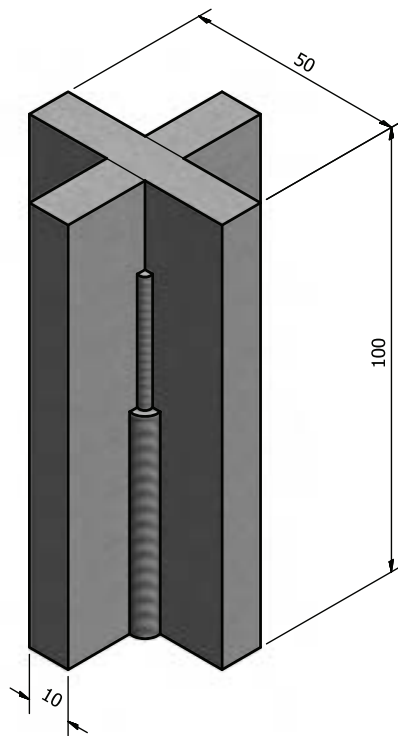
۱۲- کار را برای بررسی به هنرآموز تحویل دهید.

۱۳- از پشت کار با راهنمایی هنرآموز برای تمرین جوش سه‌پری استفاده کنید و یا با اضافه کردن یک قطعه به صورت N اتصال جدید را جوشکاری کنید.

۱۴- در پایان دستگاه را خاموش، وسایل را جمع‌آوری و محل کار را کاملاً تمیز کنید و ابزار وسایل را به انبار تحویل دهید.



کار عملی شماره ۱۸



	۱۵۰×۵۰×۱۰	St ۳۷	۲	فولاد معمولی	۱۸
ملاحظات	اندازه قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره نقشه	نام قطعه کار: قطعه تمرینی				مقیاس ۱:۱
مدت:	هدف‌های آموزشی: جوشکاری سه پری در سه پاس از پایین به بالا				تولرانس خشن

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۱۸

موقع جوشکاری در وضعیت عمودی به نکات زیر توجه کنید.

- ◆ از وسایل کامل ایمنی فردی و مقنعه استفاده کنید.
- ◆ لباس نخی که جیب در باز نداشته باشد بپوشید.
- ◆ توجه کنید جرقه‌های جوشکاری مشکل ایجاد نکند.

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل‌های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه گیر	۱	استاندارد
۳	چکش معمولی	۱	۳۰۰ گرمی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	گونیا فلزی	۱	۱۵ سانتی
۶	دستگاه جوشکاری	۱	تا ۳۰۰ آمپر

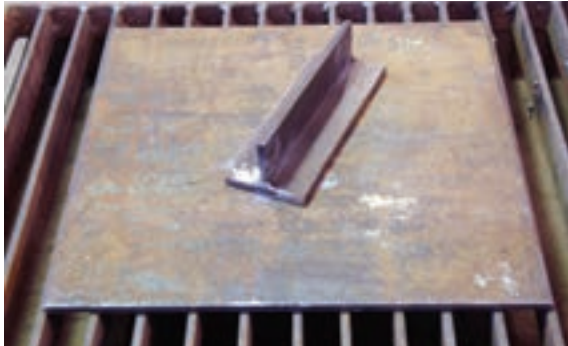
جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پیش بند	۱	چرمی
۶	ساق بند	۱ جفت	چرمی
۷	ساق بند	۱ جفت	معمولی

دستور العمل جوشکاری قطعات سه پری در وضعیت عمودی و سربالا

کار شماره ۱۸

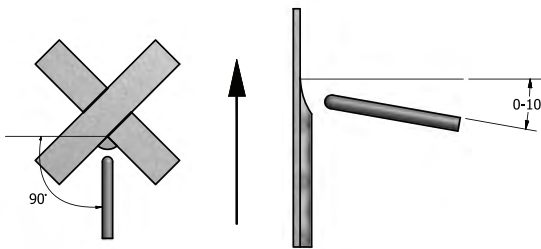
مراحل انجام کار



۱- ابتدا وسایل را آماده کنید سپس قطعات را تهیه و پلیسه گیری کنید و قطعات را مطابق شکل روی هم قرار دهید.

۲- قطعات را خال جوش بزنید و در صورت لزوم با چکش قطعات را به هم نزدیک کنید.

۳- کار را به طور عمودی در ارتفاع مناسب استقرار دهید و محکم کنید.



۴- مطابق تصویر و با توجه به زاویه الکتروود پاس نفوذی را با حرکت زیگززاک جوشکاری کنید. توجه کنید الکتروود فصل مشترک دو قطعه را خوب ذوب کند.

۵- با چکش و برس سیمی سرباره را از جوش جدا کرده و پاک کنید. پاس دوم را مطابق شکل جوش دهید. در کناره‌ها کمی مکث لازم است. توجه کنید که باید طول قوس کوتاه و الکتروود نزدیک به دیواره‌ها ذوب شود.



۶- چون پاس دوم به پاس گرم معروف است آمپر را کمی زیاد کنید تا پاس دوم، پاس اول را گرم کرده و فلز جوش پاس اول و دوم با هم و آرام سرد شوند تا ریشه جوش، سختی زیادی نداشته باشد.

۷- پاس اول با الکتروود قطر ۲/۵ و پاس دوم را با الکتروود قطر ۳/۲۵ اجرا کنید.

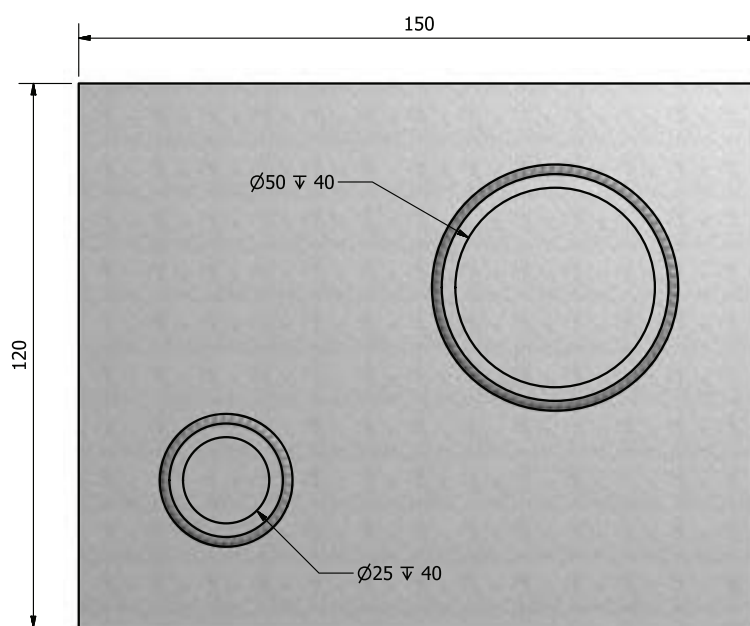
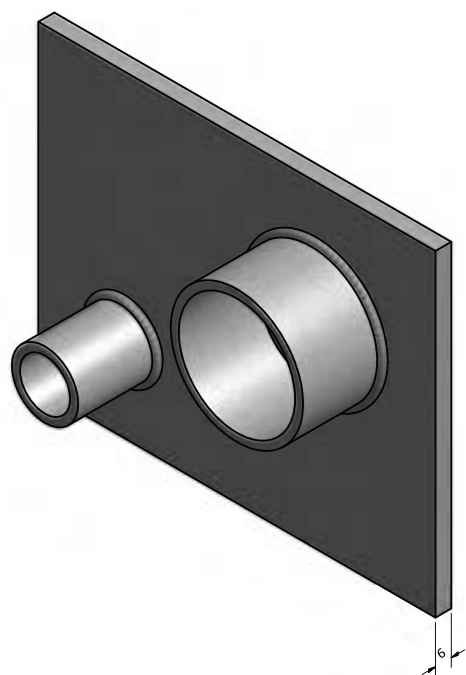
۷- پاس سوم را با حرکت رفت و برگشت الکتروود و با مکث در کناره‌ها اجرا کنید.

۸- خط جوش را برس زده و برای بررسی به هنرآموز خود نشان دهید از پشت قطعه و طرف دیگر اتصال برای تمرین بیشتر استفاده کنید.

۹- در پایان نسبت به تمیز کاری و جمع‌آوری وسایل و محل کار اقدام کنید.



کار عملی شماره ۱۹



	$\varnothing = 25, L=40$	St ۳۷	۱		
	$\varnothing = 50, L=40$	St ۳۷	۱		
	$150 \times 120 \times 6$	St ۳۷	۱	فولاد معمولی	۱۹
ملاحظات	اندازه قطعه	جنس	تعداد	مشخصات قطعه کار	شماره
شماره نقشه	نام قطعه کار: قطعه تمرینی				مقیاس ۱:۱
مدت:	هدف‌های آموزشی: جوشکاری لوله فولادی روی ورق فولادی				تولرانس خشن

نکات ایمنی در کار عملی شماره ۱۹

- ◆ قطعه کار را محکم به گیره ببندید و هنگام استفاده از سنگ سنباده فیزی به نکات ایمنی توجه زیادی داشته باشید.
- ◆ مواظب باشید جرقه‌های سنگ به افراد آسیب نرساند و موجب آتش سوزی نشود.
- ◆ استفاده از عینک مناسب سنگ‌زنی الزامی است.

جدول وسایل کار

ردیف	ابزار و تجهیزات	تعداد	مشخصات
۱	کابل‌های دستگاه	۲	با طول ۳ متر
۲	انبر قطعه‌گیر	۱	استاندارد
۳	چکش معمولی	۱	۳۰۰ گرمی
۴	برس	۱	با سیم فولادی
۵	گونیا فلزی	۱	۱۵ سانتی
۶	سوزن خط‌کش	۱	معمول
۷	دستگاه جوشکاری	۱	تا ۳۰۰ آمپر

جدول وسایل ایمنی

ردیف	وسایل ایمنی	تعداد	مشخصات
۱	ماسک	۱	کلاهی
۲	عینک محافظ	۱	با شیشه سفید
۳	دست‌کش	۱ جفت	چرمی
۴	لباس کار	۱ دست	مناسب بدن
۵	پیش‌بند	۱	چرمی
۶	کفش ایمنی	۱ جفت	مناسب اندازه پا
۷	ساق‌بند	۱ جفت	چرمی
۸	سربند	۱	معمولی
۹	کلاه	۱	ساده
۱۰	آستین	۱ جفت	چرمی

دستور العمل اجرای جوشکاری لوله به ورق

کار شماره ۱۹

مراحل انجام کار



۱- قطعات کار و وسایل لازم را آماده کنید.

۲- مطابق نقشه قطعات را روی هم به صورت ۹۰ درجه خال جوش زده و سپس بر روی میز کار قرار دهید.

۳- دستگاه جوشکاری را راه اندازی کنید و با توجه به قطر الکتروود مصرفی و جدول، آمپر را روی ۱۱۰ تنظیم نمایید.

۴- دو قطعه کار را از دو طرف خال جوش بزنید.

۵- قطعات خال خورده را با چکش روی سندان کاملاً با هم جفت کنید و زوایا مرتباً کنترل شود.

۶- با توجه به زاویه الکتروود که در شکل مشاهده می کنید جوش کاری کنید.

تذکر مهم

در محل قطع و شروع مجدد ایجاد قوس، کاهش یا افزایش در اندازه و برجستگی گرده جوش مشاهده نشود.

۷- در هنگام جوشکاری زوایای الکتروود را دور تا دور لوله ثابت نگه دارید.

۸- با چکش و برس سرباره خط جوش را بردارید و تمیز کنید.



۹- قطعه کار جوشکاری شده را برای بررسی به هنرآموز خود تحویل دهید.

۱۰- در یک آزمایش داخل لوله‌ها آب بریزید و از آب‌بندی محل اتصال مطمئن شوید.

۱۱- در تصویر، نمونه کار واقعی اتصال لوله به صفحه را ملاحظه می‌کنید.

۱۲- در پایان دستگاه را خاموش کنید و وسایل و ابزار را جمع‌آوری و محل کار را کاملاً تمیز کنید و وسایل و ابزار را به انبار تحویل دهید.



پیوست‌ها

- ۱- جدول الکتروود روپوش دار
فولادها استحکام بالا مطابق استاندارد، AWS، DIN، ISO
فولادهای زنگ‌نزن مقاوم بر حرارت طبق استاندارد AWS، ISI، DIN
- ۲- جدول معرفی حرف آخر که بعد از کد الکتروودها می‌آید.
- ۳- جداول انتخاب فلز پُرکننده و الکتروود روپوش دار برای فولاد زنگ‌نزن اوستنیتی یا نگیر
- ۴- جداول درجه حرارت پیش‌گرمایی فولاد کربنی با استاندارد DIN و AISI و فولاد کربنی با استاندارد ASTM و نوع اتصال
- ۵- جدول انتخاب درجه حرارت و شرایط تنش‌زدایی فولادهای آلیاژی به غیر از فولادهای زنگ‌نزن
- ۶- جدول تأثیرات عملیات حرارتی پس‌گرمایی تنش‌زدایی روی فولادهای زنگ‌نزن
- ۷- جدول عملیات پس‌گرمایی برای چدن‌های نشکن، خاکستری
- ۸- جدول مقادیر خیز در اثر تنش در قطعات جوشکاری شده
- ۹- فرم WPS و فرم کامل شده WPS
- ۱۰- واژه‌نامه
- ۱۱- منابع و مآخذ

جدول درصد عناصر آلیاژی الکترودهای فولاد با استحکام زیاد

شماره استاندارد AWS	درصد عناصر آلیاژی	کاربرد
E90XX-D1	دارای ۲/۵٪ کروم و ۰/۵٪	برای قطعاتی که در دمای پائین باید به ضربه مقاوم باشند
E90XX-B2	دارای ۲/۵٪ کروم و ۰/۱٪	برای لوله‌های فولادی در دمای بالا سرویس می‌دهند
E90XX-G	دارای ۱٪ منگنز و ۱/۵٪ نیکل و ۵/۲٪	برای سازه‌های فلزی استحکام بالا به کار می‌رود

شماره استاندارد AWS	درصد عناصر آلیاژی	کاربرد
E100XX-D2	دارای ۱/۵٪ منگنز و ۱۵٪ نیکل مولیبدن	فولادهای دانه ریز کم آلیاژی با استحکام بالا
E100XX-G	کربن ماکزیمم ۱/۱۵٪ و مقدار منگنز ۱/۵۶٪ و مولیبدن ۰/۴۵٪	

مقایسه الکترودهای امریکایی و اروپایی و ISO

خصوصیات و موارد کاربرد	ISO 2060 3580	DIN 8529	AWS/ASME
برای جوشکاری سخت قطعات که تحت سایش قرار دارند	-	EY8953 Mn2NcrMoB	E12018-G
برای جوشکاری لوله و مخازن نیروگاه و فولادهای سماتنه و بهسازی شده تا ۲٪ کرم مقاوم در خزش	E2rMoB20	ECrMo2B20	E9018-B3
برای جوشکاری مخازن و لوله کشی در نیروگاه، صنایع سنگین و پتروشیمی	EMoB20	EMoB20	E7018-A1
برای جوشکاری فولادهای مخزن سازی و مقاوم در خزش	E1rMoB20	ECrMo1B20	E8018-B2
برای جوشکاری فولادهای کم آلیاژ منگنزدار	-	EY5076 Mn1NiB	E8018-G
قابل استفاده در جوشکاری فولادهای منگنزدار	-	EY5076 Mn2NcrMoB	E10018-G
الکترود قلبیایی برای جوشکاری فولادهای ساختمانی ضخیم و مقاوم به خوردگی جوی.	-	EY38651 NiCuB	E7018-G
الکترود قلبیایی مناسب برای فولادهای دانه ریز با استحکام بالا و مقاوم در مقابل ترک.	-	ESY5576 Mn1NiMoBH5	E9018-G
الکترود قلبیایی حاوی منگنز، کرم، نیکل، مولیبدن برای جوشکاری مخازن بزرگ حامل گاز مایع، قابل اطمینان در مقابل ترک.	-	EY38651 Mn2NcrMoB	E11018-M

جدول الکترودهایی برای جوشکاری فولادهای ضدزنگ و مقاومت به حرارت

خصوصیات و موارد کاربرد	ISO 3581	DIN 8556	AWS/ASME
برای جوشکاری اتصالی فولادهای مارتنزیتی، فریتی با ۱۲ تا ۱۴ درصد کرم، ایجاد لهیدگی روکشی سخت و مقاومت در سایش و حرارت و پوسته شدن.	E13B20	E13B20	E410-15
برای جوشکاری اتصالی و روکشی سخت در فولادهای مقاومت در حرارت با ۲۵ درصد نیکل.	E2520B20	E2520B20	E310-15
الکتروود روتیلی با کربن خیلی کم برای جوشکاری اتصالی و روکشی در فولادهای کرم، نیکل ۱۸/۸، مقاومت به خوردگی شیمیایی.	E199LR26	E199LR26	E308L-16
الکتروود روتیلی با کربن خیلی کم برای جوشکاری اتصالی و روکشی در فولادهای کرم، نیکل، مولیبدن ۱۸/۸/۲، مقاومت به خوردگی شیمیایی.	E19123LR26	E19123 LR26	E316-16
—	—	E199NbR26	E347-16
الکتروود روتیلی برای جوشکاری و روکشی در فولادهای ثابت شده و نشده گرم دارای نیکل، مولیبدن ۱۸/۸/۲، مقاوم به خوردگی شیمیایی کاربرد دارد.	—	E19-123NbR26	E318-16
برای جوشکاری اتصالی بین فولادهای پر آلیاژ و فولادهای غیر آلیاژی با ایجاد لایه واسطه در روکش سخت.	E2312LR26	E2312LR26	E309L-16
برای جوشکاری فولادهای بدجوش و لایه تنش گیر و روکش سخت در ریل‌ها، زنجیر تانک و امثال آن.	E188MN6B20	E188MN6B20	E307-15

آخرین حروف و عدد از سمت راست	درصد عناصر آلیاژی در الکترودها				
	مولبیدن Mo	کروم Cr	نیکل Ni	منگنز mn	وانادیم va
A _۱	۰/۵				
B _۱	۰/۵	۰/۵			
B _۲	۰/۵	۱/۲۵			
B _۳	۱	۱/۲۵			
B _۴	۰/۵	۲			
C _۱			۲/۵		
C _۲			۳/۵		
C _۳			۱		
D _۱	۰/۳			۱/۵	
D _۲	۰/۳			۱/۷۵	
G	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۱	۰/۱

جدول انتخاب فلز پرکننده برای جوشکاری فولادهای زنگ‌نزن آستینیتی

استاندارد فلزات پرکننده جوشکاری (AWS)			استاندارد فولاد زنگ‌نزن آستینیتی				
A5.22	A5.9	A5.4	WNO.	DN	UNS NO.	ASTM	ASB
-	ER316 ER240 ER309	E316L-XX E240-XX E309L-XX			S20100	A240	201-1
-	ER316 ER240 ER309	E316L-XX E240-XX E309L-XX			S20100	A666	201-2
-	ER316 ER240 ER309	E316L-XX E240-XX ER309-XX			S20200	A240	202
-	ER316 ER240 ER309	E316L-XX E240-XX ER309L-XX			S20200	A666	202
-	ER240	E240-XX			S20500	A666	205
E308T-X	ER308	E308-XX E308L-XX	1.4310	X12CrNi17 7	S30100	A666	301
E308T-X	ER308	E308-XX E308L-XX			S30200	A240	302

استاندارد فلزات پرکننده جوشکاری (AWS)			استاندارد فولاد زنگ‌نزن آستینیتی				
A5.22	A5.9	A5.4	WNO.	DN	UNS NO.	ASTM	ASB
غیر قابل جوشکاری است.			1.4406	X2CrNiMo18 12	S31653	A240	316LN
E317T-X	ER317	E317-XX	1.4449	X5CrNiMo17 13	S31700	A240	317
E317T-X	ER317L	E317L-XX	1.4438	X2CrNiMo18 16	S31725	A240	317L
E347T-X	ER321	E347-XX	1.4541	X10CrNiTi18 9	S32100	A240	321
E347T-X	ER321	E347-XX			-	A376	TP321
E347T-X	ER321	E347-XX			S32109	A240	321H
E347T-X	ER321	E347-XX			-	A376	TP321H
E347T-X	ER347	E347-XX	1.4550	X10CrNiTi18 9	S34700	A240	347
E347T-X	ER347	E347-XX			-	A376	TP347
E347T-X	ER347	E347-XX			S34709	A240	347H
E347T-X	ER347	E347-XX			-	A376	TP347H
E347T-X	ER347	E347-XX	1.4546	X10CrNiTi18 10	S34800	A240	348
E347T-X	ER347	E347-XX			-	A376	TP348
E347T-X	ER347	E347-XX			S34809	A240	348H
-	ER320	E320-XX			N08020	B463	320
-	ER330	E330-XX	1.4864	X12NiCr536 16	N08330	B536	330
-	ER385	E385-XX			N08904	B625	904L

ادامه جدول صفحه قبل

استاندارد قزاق پرکننده جوشکاری (AWS)			استاندارد فولاد زنگ‌نزن استنیتی				
A5.22	A5.9	A5.4	WNO.	DN	UNS NO.	ASTM	ASi
E308T-X	ER308	E308-XX E308L-XX			S30200	A666	302
E309T-X	ER309	E309-XX E308L-XX			S30215	A167	302B
E312T-X	ER312	E312-XX E308L-XX	1.4305	X12CrNi18 8	S30300	A473	303
E312T-X	ER312	E312-XX E308L-XX			S30323	A473	303Se
E308T-X	ER308	E308-XX	1.4301	X5CrNi18 9	S30400	A240,666	304
E308T-X	ER308	E308-XX			-	A376	TP304
E308LT-X	ER308L	E308L-XX	1.4306	X2CrNi18 9	S30403	A240,666	304L
E308T-X	ER308H	E308H-XX	1.4301	X5CrNi18 9	S30409	A240	304H
E308-X	ER308H	E308H-XX			-	A376	TP304H
غیر قابل جوشکاری است.			1.4311	X2CrNi18 10	S30453	A666	304LN
E308T-X	ER308	E308-XX	1.4303	X5CrNi19 11	S30500	A240	305
E308T-X	ER308	E308-XX	1.4303	X5CrNi19 11	S30800	A167	308
E309T-X	ER309	E309-XX	1.4828	X15CrNi20 12	S30900	A167	309
E309T-X	ER309	E309-XX	1.4833	X7CrNi23 14	S30908	A240	309S
E309T-X	ER309	E309-XX			S30909	A240	309H
-	-	E309b-XX			S30940	A240	309b
-	-	E309b-XX			S30949	A240	309Hb
E310T-X	ER310	E310-XX	1.4841	X15CrNi25 20	S31000	A240	310
E310T-X	ER310	E310-XX	1.4845	X12CrNi25 21	S31008	A240	310S
E310T-X	ER310	E310-XX			S31009	A240	310H
-	-	E310b-XX			S31040	A240	310b
-	-	E310b-XX			S31049	A240	310Hb
E310T-X	ER-310	E310-XX	1.4841	X15CrNi25 20	S31400	A276	314
E316T-X	ER316	E316-XX	1.4401	X5CrNiMo18 10	S31600	A240	316
E316T-X	ER316	E316-XX	1.4401	X5CrNiMo18 10	S31600	A666	316
E316T-X	ER316	E316-XX			-	A376	TP316
E316LT-X	ER316L	E316L-XX	1.4435	X2CrNiMo18 12	S31603	A240	316L
E316LT-X	ER316L	E316L-XX	1.4435	X2CrNiMo18 12	S31603	A666	316L
E316T-X	ER316H	E316H-XX			S31609	A240	316H
E316T-X	ER316H	E316H-XX			-	A376	TP316H
-	ER318	E318-XX	1.4571	X10CrNiMoTi18 10	S31635	A240	316Ti
-	ER318	E318-XX		X10CrNiMoCb18 10	S31640	A240	316Cb

جدول حداقل دمای پیش گرمایی و بین پاسی برای جوش گوشه

حداقل دما پیش گرمی و بین پاسی (سانتیگراد)						ضخامت فلز پایه (mm)
F	E	D	C	B	A	
۱۴۰	۶۰	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	< ۱۰mm
۱۴۰	۱۰۵	۲۰	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	۱۰ - ۲۰
۱۴۰	۱۱۵	۶۵	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	۲۰ - ۴۰
۱۴۰	۱۲۰	۹۰	۴۵	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	۴۰ - ۸۰
۱۴۰	۱۲۵	۱۰۰	۹۰	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	بیش از ۸۰mm

جدول حداقل دمای پیش گرمایی و بین پاسی برای جوش تخت

حداقل دما پیش گرمی و بین پاسی (سانتیگراد)						ضخامت فلز پایه (mm)
F	E	D	C	B	A	
۱۵۰	۱۵۰	۱۰۰	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	حداکثر ۲۰	کمتر ۱۰mm
۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۲۰	۶۰	حداکثر ۲۰	۱۰ - ۲۰
۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۹۵	۲۰ - ۴۰
۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۲۰	۴۰ - ۸۰
۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۲۵	بیش از ۸۰mm

جدول انتخاب دمای پیش گرمایی و بین پاس برای جوشکاری فولاد ساده کربنی
پرکربن از روی منحنی های درصد کربن، ضخامت

انتخاب دما پیش گرمایی و بین پاسی (سانتیگراد)		محدوده گرمایی
جوشکاری با الکتروود کم هیدروژن	جوشکاری با الکتروود هیدروژن کنترل نشده	
۱۰ - ۲۰	۱۰ - ۲۰	A
۱۰ - ۴۰	۲۰ - ۹۵	B
۴۰ - ۹۵	۹۵ - ۱۵۰	C
۶۵ - ۱۵۰	۱۲۰ - ۲۰۰	D
۹۵ - ۲۰۰	۱۵۰ - ۲۶۰	E
۱۲۰ - ۲۶۰	۱۷۵ - ۳۱۵	F
۱۵۰ - ۳۱۵	۲۰۰ - ۳۷۰	G
۲۰۰ - ۴۲۵	۲۲۲ - ۴۲۵	H

جدول حداقل دمای پیش گرمایی و دمای بین پاسی برای جوشکاری قوس الکتریکی مخصوص فولادهای کربنی پر کربن

حداقل دمای پیش گرمی و بین پاسی (سانتیگراد)												ضخامت قطعه کار	
Cf53	Ck101	Ck67	Ck67	Ck60	Cm60	Ck55	Cm55	Ck45	Cm45	CK35	Cm35	DIN	(mm)
1050	1095	1080	1070	1060	1060	1055	1055	1045	1045	1035	1035	AISI	
۶۵	۶۵	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰		کمتر از ۱۰mm
۹۵	۹۵	۶۵	۴۰	۴۰	۴۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰		۱۵-۲۰
۹۵	۹۵	۶۵	۶۵	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰		۲۰-۲۵
۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۹۵	۹۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵		۲۵-۳۵
۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵		۴۰-۵۰
۱۵۰	۱۷۵	۱۷۵	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۲۰	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵		۵۵-۶۰
۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۷۵	۱۷۵	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰		بیش از ۶۰mm

جدول حداقل دمای پیش گرمایی و بین پاسی برای جوشکاری فولادهای کربنی در استاندارد ASTM آمریکا

حداقل دمای پیش گرمی و بین پاسی (سانتیگراد)					ضخامت قطعه کار
1080	1070	Cm45	CK35	A514/A517	(mm)
۱۰	۴۰	۱۰	۱۰	۱۰	کمتر از ۱۰
۴۰	۵۰	۱۰	۴۰	۱۰	۱۵-۲۰
۴۰	۶۵	۱۰	۴۰	۵۰	۲۰-۲۵
۶۵	۹۵	۴۰	۹۵	۵۰	۲۵-۳۵
۶۵	۹۵	۶۵	۹۵	۷۵	۴۰-۵۰
۶۵	۱۵۰	۶۵	۱۵۰	۷۵	۵۵-۶۰
۱۵۰	۱۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۰۰	بیش از ۶۰

جدول انتخاب درجه حرارت و شرایط تنش‌زدایی انواع فولادهای آلیاژی به غیر از فولادهای زنگ‌نزن

آلیاژ	شرایط عملیات پس گرمایی، تنش‌زدایی
فولاد ساده با کربن متوسط	گرم کردن تا ۵۳۰ الی ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد در ساعت، و نگهداری در این محدوده دمایی به اندازه ۲۵ دقیقه به ازای هر ۱ سانتی‌متر ضخامت قطعه و سپس خنک کردن آرام، به اندازه ۵۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در ساعت.
فولاد ساده کربنی پر کربن	گرم کردن تا ۶۲۰ تا ۶۷۵ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد در ساعت و نگهداری در این محدوده دمایی به اندازه ۲۵ دقیقه به ازای هر ۱ سانتی‌متر ضخامت قطعه و سپس خنک کردن آرام، به اندازه ۵۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در ساعت.
فولادهای کم آلیاژ منگنزدار	گرم کردن تا حدود ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۵۰ تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد در ساعت و نگهداری در این محدوده دمایی به اندازه ۲۵ دقیقه به ازای هر ۱ سانتی‌متر ضخامت قطعه و سپس خنک کردن آرام، به اندازه ۵۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در ساعت.
فولادهای آلیاژی، پر آلیاژ منگنزدار	نیازی به پس گرمایی تنش‌زدایی ندارد.
فولاد کم آلیاژ منگنزی، کرم‌دار	گرم کردن آهسته تا ۵۷۵ درجه سانتی‌گراد و نگهداری در این دما به ازای هر ۲۵ میلی‌متر ضخامت، معادل ۰/۵ ساعت و در انتهای سرد کردن با یک شیب آهسته.
فولادهای آلیاژی پرآلیاژ منگنز، کرم‌دار	در صورت ضخیم بودن قطعه و اطمینان از وجود تنش‌های پس مانده گرم کردن حداکثر تا دمای ۳۰۰ الی ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد.
فولادهای آلیاژی، کم آلیاژ منگنزی، سیلیسیم‌دار	گرم کردن در ۵۰۰ تا ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد و نگهداری در این دما به ازای هر ۲۵ میلی‌متر ضخامت، معادل ۱ ساعت و در ادامه، سرد کردن آرام.
فولاد آلیاژی، کم آلیاژ منگنزی، نیکل‌دار و فولاد کم آلیاژ منگنز، مولیبدن‌دار	در صورت نیاز و در صورتی که با چکش زدن امکان برطرف نمودن تنش‌ها فراهم نگردد، گرم کردن تا ۶۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۵ دقیقه به ازای هر ۱۰ میلی‌متر ضخامت لازم است.

ادامه جدول صفحه قبل

فولاد کم آلیاژ کرم، مولیبدن دار	گرم کردن تا حدود ۴۵۰ درجه سانتی گراد، و نگهداری در این دما به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، معادل ۱ ساعت و سپس سرد کردن آهسته.
فولاد پر آلیاژ کرم، مولیبدن دار، تندبر	گرم کردن تا ۵۵۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر، ضخامت به اندازه حدود ۱ ساعت و سپس سرد کردن آرام.
فولاد پر آلیاژ کرم، مولیبدن دار، سرد کار	گرم کردن در ۴۸۰ تا ۵۰۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، به اندازه ۱ ساعت و سرد کردن آهسته.
فولاد پر آلیاژ کرم، مولیبدن، گرم کار	گرم کردن تا ۶۰۰ الی ۶۵۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، به اندازه ۳۰ تا ۴۰ دقیقه و سپس سرد کردن آرام و تعادلی.
فولاد پر آلیاژ کرم، مولیبدن دار، زنگ نزن	گرم کردن تا ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به میزان ۲۰ دقیقه به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت (حداکثر تا ۱۰۰۰ میلی متر ضخامت) و سپس سرد کردن آهسته.
فولاد پر آلیاژ کرم، منگن دار، فولاد سوپاپ	گرم کردن در ۵۵۰ تا ۵۷۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، معادل ۱ ساعت و سرد کردن بسیار آرام.
فولاد پر آلیاژ کرم، سیلیسیم دار پر کربن و کم کربن	گرم کردن تا ۵۰۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، معادل ۳۰ دقیقه و سپس سرد کردن بسیار آرام.
فولاد پر آلیاژ کرم، آلومینیوم، مولیبدن دار	گرم کردن تا ۵۸۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، به اندازه ۱ ساعت و سرد کردن تعادلی
فولاد پر آلیاژ کرم، آلومینیوم دار	گرم کردن تا ۶۰۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، به اندازه ۱ ساعت و سپس سرد کردن بسیار آهسته.
فولاد کم آلیاژ کرم، سیلیسیم دار، فولاد فنر	گرم کردن در ۳۵۰ تا ۵۵۰ درجه سانتی گراد (هرچه درصد کربن بیشتر باشد، دمای تنش گیری باید بالاتر در نظر گرفته شود)، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، به اندازه ۱ ساعت و سرد کردن آرام.

ادامه جدول صفحه قبل

فولاد کم آلیاژ گوگرددار، فولاد خوش تراش	گرم کردن تا ۶۰۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، معادل ۱ ساعت و سپس سرد کردن بسیار آهسته در کوره.
فولاد کم آلیاژ نیکل دار	نیازی به تنش گیری در اغلب موارد وجود ندارد.
فولاد پر آلیاژ نیکل دار	گرم کردن تا ۵۶۰ الی ۵۷۰ درجه سانتی گراد و نگهداری به ازای هر سانتی متر ضخامت، به اندازه ۱۵ دقیقه و سرد کردن تعادلی.
فولاد پر آلیاژ نیکل، کرم	نیاز به تنش گیری وجود ندارد. در صورت تنش گیری در فاصله دمایی بیش از ۶۰۰ درجه سانتی گراد به دلیل تبدیل فاز δ به σ کاهش خواص مقاومت به ضربه در فولاد جوش به چشم خواهد خورد. در صورت لزوم، تنش گیری در دمای حداکثر ۴۵۰ درجه سانتی گراد.
فولاد کم آلیاژ نیکل، کرم، مولیبدن دار	گرم کردن تا ۶۲۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، به اندازه ۱ ساعت و سرد کردن تعادلی.
فولاد کم آلیاژ مولیبدن، کرم دار	گرم کردن در ۵۰۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، به اندازه ۱ ساعت و سرد کردن آهسته.
فولاد کم آلیاژ کرم دار، پر کربن	گرم کردن در ۵۸۰ درجه سانتی گراد و نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، به اندازه ۱ ساعت و سرد کردن بسیار آرام
فولاد کم آلیاژ کرم دار، پر کربن	گرم کردن در درجه حرارت ۶۰۰ تا ۶۵۰ درجه سانتی گراد، سرد کردن نسبتاً سریع تا زیر ۴۰۰ درجه سانتی گراد و سپس سرد کردن بسیار آرام (به دلیل جلوگیری از تشکیل فاز σ کاربرد کرم)
فولاد کم آلیاژ تنگستن دار، وانادیم دار و تنگستن، کرم، وانادیم دار	گرم کردن در ۶۰۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر، به اندازه ۱ ساعت و سپس سرد کردن آرام
فولاد پر آلیاژ، تنگستن، کرم، وانادیم دار	گرم کردن در ۴۵۰ تا ۵۵۰ درجه سانتی گراد، نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر، به اندازه ۳۰ دقیقه و سرد کردن بسیار آرام
فولاد پر آلیاژ کرم دار، پر کربن (SPK)	تنش زدایی در ۵۰۰ درجه سانتی گراد، آنیل کردن نرم در ۸۳۰ درجه و سخت کاری مجدد، در ۹۵۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد. در تمامی این عملیات، زمان نگهداری به ازای هر ۲۵ میلی متر ضخامت، حدوداً ۳۰ تا ۴۵ دقیقه است. در پایان عملیات سخت کاری، سرد کردن در آب یا روغن انجام می پذیرد.

جدول تأثیرات عملیات حرارتی پس گرمایی تنش زدایی روی فولاد
زنگ نزن آستنیتی

عملیات حرارتی تنش زدایی				وضعیت	نوع فولاد
۹۵۰-۱۰۵۰°C (۱۹۵)	۸۵۰-۹۰۰°C (۱۸۵)	۵۵۰-۶۵۰°C (۱۳۵)	۲۰۰-۴۰۰°C (۴۰)		
رسوب کاریبد کرم در مرز دانه در جریان سرد شدن	رسوب کاریبد کرم در مرز دانه	رسوب کاریبد کرم در مرز دانه	بدون تأثیر متالورژیکی	عملیات حرارتی محلولی و از ۱۰۵۰°C به سرعت سرد شده و آنیل محلولی	AISI 304
رسوب کاریبد کرم در مرز دانه و گرفتگی در جریان سرد شدن	رسوب کاریبد کرم در مرز دانه و گرفتگی	رسوب کاریبد کرم در مرز دانه و گرفتگی	بدون تأثیر متالورژیکی	قطعه جوشکاری شده	AISI 304
بدون تأثیر متالورژیکی	بدون تأثیر متالورژیکی	بدون تأثیر متالورژیکی	بدون تأثیر متالورژیکی	عملیات حرارتی محلولی و از ۱۰۵۰°C به سرعت سرد شده و آنیل محلولی	AISI 321
گرفتگی در اثر رسوب کاریبد ها در جریان گرم شدن	رسوب کاریبد ها	رسوب کاریبد ها	بدون تأثیر متالورژیکی	قطعه جوشکاری شده	AISI 321
بدون تأثیر متالورژیکی	بدون تأثیر متالورژیکی	بدون تأثیر متالورژیکی	بدون تأثیر متالورژیکی	عملیات حرارتی محلولی و آنیل محلولی و قطعه جوشکاری شده	AISI 304L
رسوب کاریبد کرم در مرز دانه در جریان سرد شدن	رسوب کاریبد کرم در مرز دانه	رسوب کاریبد کرم در مرز دانه	بدون تأثیر متالورژیکی	عملیات حرارتی محلولی و آنیل محلولی و قطعه جوشکاری شده	AISI 316
بدون تأثیر متالورژیکی	بدون تأثیر متالورژیکی	بدون تأثیر متالورژیکی	بدون تأثیر متالورژیکی	عملیات حرارتی محلولی و آنیل محلولی و قطعه جوشکاری شده	AISI 316Ti
بدون تأثیر متالورژیکی	بدون تأثیر متالورژیکی	بدون تأثیر متالورژیکی	بدون تأثیر متالورژیکی	عملیات حرارتی محلولی و آنیل محلولی و قطعه جوشکاری شده	AISI 316L

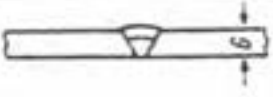
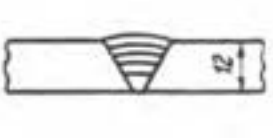
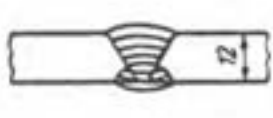
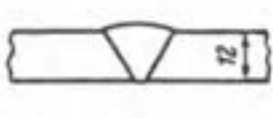
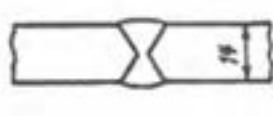
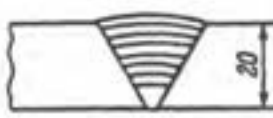
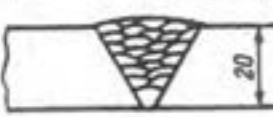
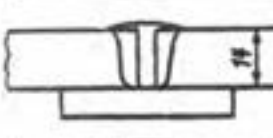


جدول عملیات کامل پس گرمایی برای جوشکاری چدن های خاکستری

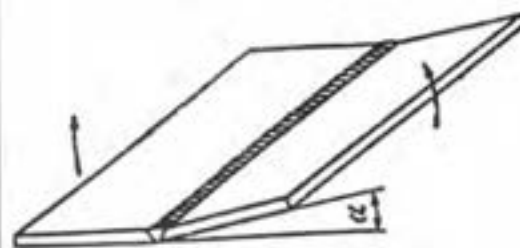
عملیات پس گرمایی	درجه حرارت (°C)	زمان نگهداری ضخامت ($\frac{h}{25mm}$)	چگونگی سرعت سرد کردن
عملیات حرارتی تنش گیری و آنیل کردن	۶۰۰-۶۵۰	۱/۵	سرد کردن در کوره با سرعت $\frac{25^{\circ}C}{h}$ تا $600^{\circ}C$ و سپس سرد کردن در هوا
عملیات حرارتی آنیل - فریش کردن	۷۰۰-۷۵۰	۱	سرد کردن در کوره با سرعت $\frac{25^{\circ}C}{h}$ تا $600^{\circ}C$ و سپس سرد کردن در هوا
عملیات حرارتی آنیل کامل	۸۰۰-۹۰۰	۱	سرد کردن در کوره با سرعت $\frac{25^{\circ}C}{h}$ تا $600^{\circ}C$ و سپس سرد کردن در هوا
عملیات حرارتی آنیل - گرافیتی کردن	۹۰۰-۹۵۰	۱-۳ ساعت به علاوه ۱ ساعت به ازای هر ۲۵mm ضخامت	سرد کردن در کوره با سرعت $\frac{25^{\circ}C}{h}$ تا $600^{\circ}C$ و سپس سرد کردن در هوا
عملیات حرارتی آنیل - نرمال کردن	۸۵۰-۹۵۰	۱-۳ ساعت به علاوه ۱ ساعت به ازای هر ۲۵mm ضخامت	سرد کردن در هوا تا کمتر از ۲۸۰ درجه و سپس آهسته سرد کردن در کوره

جدول عملیات پس گرمایی چدن های نشکن

عملیات حرارتی	درجه حرارت (°C)	زمان نگهداری ضخامت ($\frac{h}{25mm}$)	چگونگی و سرعت سرد کردن
تنش گیری چدن نشکن غیر آلیاژی	۵۱۰-۵۵۰	۱/۵	سرد کردن در کوره با سرعت $\frac{25^{\circ}C}{h}$ تا $600^{\circ}C$ و سپس سرد کردن در هوا
تنش گیری چدن نشکن کم آلیاژ	۵۵۰-۶۰۰	۱/۵	سرد کردن در کوره با سرعت $\frac{25^{\circ}C}{h}$ تا $600^{\circ}C$ و سپس سرد کردن در هوا
تنش گیری چدن نشکن پر آلیاژ	۵۲۵-۶۵۰	۱/۵	سرد کردن در کوره با سرعت $\frac{25^{\circ}C}{h}$ تا $600^{\circ}C$ و سپس سرد کردن در هوا
تنش گیری چدن نشکن آستنیتی	۶۲۰-۶۸۰	۱/۵	سرد کردن در کوره با سرعت $\frac{25^{\circ}C}{h}$ تا $600^{\circ}C$ و سپس سرد کردن در هوا
آنیل - فریش کردن	۹۰۰-۹۵۰	۱ ساعت به علاوه ۱ ساعت برای ۲۵mm ضخامت	سرد کردن در کوره تا دمای $690^{\circ}C$ و نگهداری برای مدت ۵ ساعت به علاوه ۱ ساعت به ازای هر ۲۵mm ضخامت. سپس سرد کردن در کوره
آنیل کامل کردن	۸۵۰-۹۰۰	۱	سرد کردن در کوره با سرعت $\frac{25^{\circ}C}{h}$ تا $245^{\circ}C$ و سپس سرد کردن در هوا تا دمای $215^{\circ}C$ و سپس سرد کردن در هوا
نرمال کردن و سپس نمبر آنیل کردن	۹۰۰-۹۲۰	۲	سریع سرد کردن در هوا تا دمای $525-650^{\circ}C$ و سپس قرار دادن در کوره و سرد کردن با سرعت $\frac{25^{\circ}C}{h}$ در کوره تا دمای $215^{\circ}C$ و سپس سرد کردن در هوا

جدول مقادیر تنش خیز در قطعات جوشکاری شده، خارج از قید و بست پس از سرد شدن به درجه

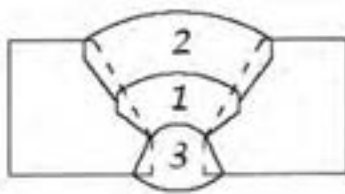
مقدار خیز به درجه	شرح جوشکاری و تعداد پاس	فرم و ضخامت قطعه
۱ درجه	جوشکاری با الکتروود در ۲ پاس، حالت تخت IG	
۳/۵ درجه	جوشکاری با الکتروود در ۵ پاس از سمت، حالت تخت IG	
صفر درجه	جوشکاری با الکتروود در ۵ پاس از رو سپس گوج و ۳ پاس از پشت	
۱ درجه	جوشکاری آکسی استیلن با روش پس دستی فقط ۱ پاس	
صفر درجه	جوشکاری با آکسی استیلن روش عمودی سریالا، از دو طرف مساوی	
۷ درجه	جوشکاری با الکتروود در ۸ پاس روش لایه‌ای با نوسان زیاد	
۱۳ درجه	جوشکاری با الکتروود در ۲۲ پاس به روش خطی باریک	
صفر درجه	جوشکاری روش زیربودری ۱ پاس با استفاده از زیرسری مسی	
۲ درجه	جوشکاری با روش زیربودری ۱ پاس از رو، و با الکتروود ۳ پاس از پشت	
۵ درجه	جوشکاری زیربودری در ۲ پاس از یک سمت با استفاده از زیرسری فولادی ثابت	



مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS)

پیش پذیرفته با آزمایش تأیید صلاحیت شده

نام پروژه: تهیه کننده: تأییدکننده: تاریخ: شماره دستورالعمل: ۴-۲-۱																																	
شماره یا شماره های PQR پشتیبان: پیش پذیرفته نوع جوشکاری: دس <input checked="" type="checkbox"/> مانس <input type="checkbox"/> خودکار <input type="checkbox"/> نیمه خودکار <input type="checkbox"/>																																	
<p style="text-align: center;">وضعیت جوشکاری</p> <p>وضعیت جوش نیازی: 1G گوشه: کاربرد ندارد</p> <p>جهت جوشکاری عمودی از بالا به پایین است <input type="checkbox"/></p> <p>از پایین به بالا است <input type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">مشخصات ساختار اتصال</p> <p>نوع اتصال: لب به لب جوش یک طرفه <input checked="" type="checkbox"/> دو طرفه <input type="checkbox"/></p> <p>پشت بند دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> نوع مواد پشت بند: کاربرد ندارد</p> <p>شکافت ریشه: ۳ میلیمتر بینایی نیازی: ۲ میلیمتر</p> <p>زاویه نیازی: ۶۰ درجه شعاع شیار لانه ای: کاربرد ندارد</p> <p>نیازی زنی پشت و جوش مجدد انجام می شود <input checked="" type="checkbox"/> نمی شود <input type="checkbox"/></p> <p>روش نیازی: سنگ زنی</p>																																
<p style="text-align: center;">مشخصه های الکتریکی</p> <p>نوع جریان: <input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> DCEP <input checked="" type="checkbox"/> DCEN</p>	<p style="text-align: center;">مشخصات فلز پایه</p> <p>مشخصات فلز پایه: DIN 17100</p> <p>رده فولاد: ST 37-2</p> <p>ضخامت فلز پایه نیازی: ۸ به ۸ میلیمتر گوشه: کاربرد ندارد</p>																																
<p style="text-align: center;">تکنیک جوشکاری</p> <p>جوش هلالی یا زنجیری: هلالی</p> <p>تک عبوره یا چند عبوره: چند عبوره</p> <p>روش تغییر کاری بین عبورها: فرجه دستی یا برده هاشمی</p>	<p style="text-align: center;">مشخصات فلز پرکننده</p> <p>مشخصات الکترود مصرفی: AWS A5.1</p> <p>رده الکترود: E6013</p> <p>نوع پوشش الکترود: روتاری</p>																																
پیش گرمایش <p>حداقل درجه حرارت پیش گرم: کاربرد ندارد (تذکره ۱)</p> <p>حداقل درجه حرارت بین عبوری: کاربرد ندارد</p> <p>حداکثر: کاربرد ندارد</p>																																	
روند جوشکاری																																	
<p>حزینات شکل اتصال</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">شماره عبور</th> <th rowspan="2">روش</th> <th colspan="2">فلز پرکننده</th> <th colspan="2">جریان</th> <th rowspan="2">ولتاژ</th> </tr> <tr> <th>رده الکترود</th> <th>قطر</th> <th>نوع و قطبیت</th> <th>آمپر</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۲ و ۱</td> <td>SMW</td> <td>E6013</td> <td>۳/۳۵</td> <td>DCEN</td> <td>۹۰-۱۳۰</td> <td>۲۰-۲۴</td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>SMW</td> <td>E6013</td> <td>۳/۳۵</td> <td>DCEN</td> <td>۹۰-۱۳۰</td> <td>۲۰-۲۴</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;"> <p>توضیح: عبور ۳ جوش پشتی - پس از شیار زنی پشت درز جوش اجرا می شود.</p> </td> </tr> </tbody> </table>	شماره عبور	روش	فلز پرکننده		جریان		ولتاژ	رده الکترود	قطر	نوع و قطبیت	آمپر	۲ و ۱	SMW	E6013	۳/۳۵	DCEN	۹۰-۱۳۰	۲۰-۲۴	۳	SMW	E6013	۳/۳۵	DCEN	۹۰-۱۳۰	۲۰-۲۴	<p>توضیح: عبور ۳ جوش پشتی - پس از شیار زنی پشت درز جوش اجرا می شود.</p>						
شماره عبور	روش			فلز پرکننده		جریان			ولتاژ																								
		رده الکترود	قطر	نوع و قطبیت	آمپر																												
۲ و ۱	SMW	E6013	۳/۳۵	DCEN	۹۰-۱۳۰	۲۰-۲۴																											
۳	SMW	E6013	۳/۳۵	DCEN	۹۰-۱۳۰	۲۰-۲۴																											
<p>توضیح: عبور ۳ جوش پشتی - پس از شیار زنی پشت درز جوش اجرا می شود.</p>																																	
<p>تذکره ۱: در صورتیکه دهای قطعه تحت جوشکاری زیر صفر درجه سانتیگراد باشد، باید تا ۲۰ درجه سانتیگراد پیش گرمایش شود.</p>																																	



مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS)

پیش پذیرفته با آزمایش تأیید صلاحیت شده

نام پروژه: تهیه کننده: تأیید کننده: تاریخ: شماره دستورالعمل: ۴ - ۱ - ۱
 شماره یا شماره های PQR پشتیبان: پیش پذیرفته نوع جوشکاری: دستی ماشینی خودکار نیمه خودکار

<p>مشخصات ساختار اتصال</p> <p>نوع اتصال: سه پری جوش یک طرفه <input type="checkbox"/> دو طرفه <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>پشت بند دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> نوع مواد پشت بند: کاربرد ندارد</p> <p>شکافت ریشه: کاربرد ندارد پیشانی شیار: کاربرد ندارد</p> <p>زاویه شیار: کاربرد ندارد شعاع شیار لانه ای: کاربرد ندارد</p> <p>شیار زنی پشت و جوش مجدد انجام می شود <input type="checkbox"/> نمی شود <input type="checkbox"/></p> <p>روش شیار زنی: کاربرد ندارد</p>	<p>وضعیت جوشکاری</p> <p>وضعیت جوش شیار: کاربرد ندارد گوشه: 1F</p> <p>جهت جوشکاری عمودی از بالا به پایین است <input type="checkbox"/></p> <p>از پایین به بالا است <input type="checkbox"/></p>
<p>مشخصه های الکتریکی</p> <p>نوع جریان: <input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> DCEP <input checked="" type="checkbox"/> DCEN</p>	<p>تکنیک جوشکاری</p> <p>جوش هلالی یا زنجیری: ملالی</p> <p>تک عبوره یا چند عبوره: چند عبوره</p> <p>روش تمیز نگاری بین عبورها: لوله دستی یا برس ماشینی</p>
<p>مشخصات فلز پایه</p> <p>مشخصات فنی فلز پایه: DIN 17100</p> <p>رده فولاد: ST 37-2</p> <p>ضخامت فلز پایه شیار: کاربرد ندارد گوشه: ۱۵ به ۲۰ میایمتر</p>	<p>پیش گرمایش</p> <p>حداقل درجه حرارت پیش گرم: کاربرد ندارد (تذکره ۱)</p> <p>حداقل درجه حرارت بین عبوری: کاربرد ندارد</p> <p>حداکثر: کاربرد ندارد</p>
<p>مشخصات فلز پرکننده</p> <p>مشخصات الکترود مصرفی: AWS A5.1</p> <p>رده الکترود: E6013</p> <p>نوع پوشش الکترود: روتیلی</p>	

روند جوشکاری

جزئیات شکل اتصال	ولتاژ	جریان		فلز پرکننده		روش	شماره عبور
		آمپر	نوع و قطبیت	قطر	رده		
	۲۰-۲۴	۱۳۵-۱۶۰	DCEN	۴	E6013	SMW	۲ و ۱

تذکره ۱: در صورتیکه دمای ففقه تحت جوشکاری زیر صفر درجه سانتیگراد باشد، باید تا ۲۰ درجه سانتیگراد پیش گرمایش شود.

مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS)
 پیش پذیرفته با آزمایش تأیید صلاحیت شده

نام شرکت:		تهیه کننده:		تاریخ:		شماره:		
نام پروژه:		تأیید کننده:		تاریخ:				
فرآیند جوشکاری:		<input type="checkbox"/> جوشکاری دستی <input type="checkbox"/> جوشکاری ماشینی						
شماره PQR پشیمان:		<input type="checkbox"/> جوشکاری خودکار <input type="checkbox"/> جوشکاری نیمه خودکار						
ساختار اتصال نوع اتصال: <input type="checkbox"/> جوش یکطرفه <input type="checkbox"/> جوش دوطرفه پشت بند دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> نوع مواد پشت بند: تخلیه جوش از پشت انجام می شود <input type="checkbox"/> نمی شود <input type="checkbox"/> روش تخلیه جوش از پشت: اندازه شکافت ریشه: اندازه پیشانی ریشه: زاویه شیار: شعاع شیار لاله ای و نیم لاله ای:		وضعیت جوشکاری شیبی: گوشه: وضعیت جوشکاری عمودی <input type="checkbox"/> سربالا <input type="checkbox"/> سرازیر <input type="checkbox"/>		مشخصه های الکتریکی نوع جریان: <input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> DCEP <input type="checkbox"/> DCEN		مشخصات فلز پایه مشخصات فلز پایه: نوع و رده فولاد: ضخامت فلز پایه:		
		تکنیک جوشکاری <input type="checkbox"/> جوش مستقیم <input type="checkbox"/> جوش هلالی <input type="checkbox"/> جوش زنجیری <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> جوش یک پایه <input type="checkbox"/> چند پایه <input type="checkbox"/> تعداد الکترودها: روش تمیزکاری بین پاس ها:						
مشخصات فلز پرکننده مشخصات الکترود مصرفی: رده بندی الکترود: جرم روکش:		پیش گرمایش حداقل درجه حرارت پیش گرمایش: و درجه حرارت بین عبورها: حداکثر:						
		روند جوشکاری						
شماره عبور	فرآیند	فلز پرکننده		جریان		ولتاژ	سرعت حرکت	جزئیات اتصال
		رده بندی	قطر	نوع و قابلیت	آمپر			

AC = Alternative Current	جریان متناوب
API1104 American Petroleum Institute	مؤسسه نفت و گاز امریکا - استاندارد خطوط لوله نفت و گاز
Arc Blow	وزش قوس = انحراف قوس الکتریک
Arc Cleaning	تمیز کاری به وسیله قوس (جدا شدن اکسید فلزی از روی قطعه کار در محل تشکیل قوس)
Arc Striks	لکه قوس
ASME = American Society Of Material Engineering	انجمن مهندسين مواد امریکا
AWS = American Welding Society	انجمن جوشکاران امریکا
AWSE = Sec IX American Society Mechanical Engineers	انجمن مهندسان مکانیک امریکا برای مخازن تحت فشار و اجزاء تأسیسات هسته‌ای دیگرهای بخار مبدل‌های حرارتی
A.WS D ₁ .1	جامعه جوشکاران امریکا. استاندارد برای پل‌ها، ساختمان و سایر سازه‌های فلزی
Annealing	آنیلینگ
Back Strip	پشت بند (قطعه پشتی در اتصال)
Back Weld	جوش پشتی
Basic Electrode	الکتروود با روپوش قلیائی
BCC = Body Center Cubic	مکعب با اتم در مرکز (ساختار فلز)
BCT = Body Cubic Tetragonal	مکعب مستطیل اتم در مرکز
Bead Weld	خط جوش
Bevel Angle	زاویه نیم پنخ
BS = British Standard	استاندارد انگلیسی
Butt Joint	اتصال سر به سر
Cjp = Complete Joint Penetration	نفوذ کامل در اتصال (جوشی)
Cold Cracking	ترک سرد
Concavity	مقعر یا کاو
Convexity	محدب یا برجسته
Corner Joint	اتصال گوشه
Cracking	ترک

Crater	چاله جوش (گود افتادگی پایان خط جوش)
Croove Angle	زاویه شیار
DC = Direct Current	جریان مستقیم
Deep Penetration Electrode (Dpe)	الکتروود با نفوذ زیاد
DIN = Dushland Industrial Norming	استاندارد آلمانی
DCEN=Direct current Electrode negative	جریان مستقیم الکتروود منفی
DCEP=Direct Current Electrode Positive	جریان مستقیم الکتروود مثبت
DCRP=Direct Current Revers Polarity	جریان مستقیم قطب معکوس (الکتروود به قطب مثبت و کار به قطب منفی وصل باشد)
DCSP=Direct Current Straight Polarity	جریان مستقیم قطب مستقیم (الکتروود به قطب منفی و کار به قطب مثبت وصل باشد)
Down Hill	سرازیر
DT = Destructive Testing	تست مخرب
Double Bevel V	پخ نیم جباغی دو طرفه
Double J	پخ نیم لاله ای دو طرفه
Double U	پخ لاله ای دو طرفه
Double V	پخ جناغی دو طرفه
Duty Cycle	سیکل کاری = دوره کاری (بازده)
Edge Welds	جوش لبه ای
Edge Joint	اتصال لبه ای
ESW = Electro Slag Welding	روش سرباره الکتریکی
FCC = Face Centered Cubic	مکعب اتم در سطوح (ساختار فلز)
Filler	سیم جوش
Fillet Weld	جوش ماهیچه ای (گوشه)
GMAW = Gas Metal Arc Welding	جوشکاری با قوس الکتریک و الکتروود فلزی با محافظت گاز
Gouging	شیارزنی با قوس و هوای فشرده روی فلزات
Groove Weld	جوش شیار (جوش با پخ)
GTAW = Gas Tungsten Arc Welding	جوشکاری با الکتروود تنگستن و گاز محافظ

HYE = High yield Electrode	الکترودهای پر راندمان
HAZ = Heat Affected Zone	منطقه تحت تأثیر حرارت (منطقه کنار فلز جوش)
High – Low	بالا و پایین بودن (عدم هم طرازی قطعات)
High Frequency	فرکانس زیاد
High voltage	ولتاژ بالا
High Yield Electrode (HYE)	الکترودهای پر راندمان
Hot Cracking	ترک گرم
IJP = In Complete Joint Penetration	نفوذ نا کامل (جزئی)
Inter Pass Temperature	دمای بین پاسی
L= Left to Right	از چپ به راست (جهت حرکت جوشکاری)
Lift Arc	ایجاد قوس با جدا کردن الکترودها از کار
Lof = lock Of Fusion	عدم ذوب
Lop = lock Of Penetration	عدم نفوذ
Lap Joint	اتصال لب روی هم
Low Carbon	کم کربن یا (L) در الکترودها فولاد زنگ نزن
Low Hydrogen	کم هیدروژن
MAG = Metal Active Gas	جوشکاری با الکترودهای لخت فلزی و گاز محافظ فعال
MIG = Metal Inert Gas	جوشکاری با الکترودهای لخت و گاز محافظ بی اثر
NDT = None Destructive Testing	تست غیر مخرب
Normalizing	نرمالیزه
O.C.V = Open Current Voltage	ولتاژ مدار باز دستگاه جوشکاری (دستگاه روشن است ولی جوشکاری انجام نمی شود)
Oven	الکترودهای خشک کن برقی
Peening	چکش کاری
Plate Thickness	ضخامت پلیت (صفحه)
Plug Weld	جوش کام
Porosity	حفره گازی در جوش (تخلخل)
Positioner	وضعیت دهنده حالت دهنده (گرداندن کار تحت زوایای مختلف)

Post Heating	پس گرما
Pre Heating	پیش گرما
PQR = Procedure Qualification Record	کنترل کیفی جوش
Rainforcement	برجستگی تقویتی
R = Right To Left	از راست به چپ (جهت حرکت جوشکاری)
Root	ریشه
Root Face	پاشنه جوش
Root opening	درز ریشه
SAW = Submerged Arc Welding	جوشکاری با قوس الکتریک و پودر محافظ (جوشکاری زیر پودری)
Seam Welding	جوشکاری نواری
SMAW = Shielded Metal Arc Welding	جوشکاری با قوس الکتریک و الکتروود روپوش دار
Singlej	پنج [یکطرفه
Spot Welds	نقطه جوش
Surfacing Weld	جوش سطحی (روی سطح)
Tee Joint	اتصال سپری
Under Cut	بریدگی کناره جوش (بغل خوردگی)
Up Hill	سر بالا
Weld Metal	فلز جوش
WPS = Welding Proceduic Specifiction	مشخصات فنی رویه جوشکاری

منابع و مآخذ

- (۱) Welding Guide & Hand Book
- (۲) Essential Of Welding
- (۳) Welding Inspection Technology

(۴) تکنولوژی کارگاه جوشکاری برق، شاهی، بهرام زادگان

(۵) جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود روپوش دار، جلد اول و جلد دوم، شاهی

(۶) تکنولوژی و کارگاه جوشکاری، شاهی، استاد رحیمی

(۷) اصول تکنولوژی جوشکاری ل.م. گورد، ترجمه محمدحسن حجتی

