

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تکنولوژی و کارگاه جوشکاری

رشته‌های ساخت و تولید - نقشه‌کشی عمومی

زمینه صنعت

شاخه متوسطه فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۱۵۵۴

عنوان و نام پدیدآور :	تکنولوژی و کارگاه جوشکاری [کتاب‌های درسی] رشته ساخت و تولید: زمینه صنعت برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف؛ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش؛ مؤلف حسین ایرانی؛ [برای] وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. تهران: شرکت انتشارات فنی ایران، ۱۳۹۰
مشخصات نشر :	۱۸۵ص.
مشخصات ظاهری :	شاخه متوسطه فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۱۵۵۴
فروست :	شابک 978-964-389-379-8
وضعیت فهرست‌نویسی :	فیپا
یادداشت :	رشته‌های ساخت و تولید- نقشه‌کشی عمومی: زمینه صنعت
موضوع :	جوشکاری
شناسه افزوده :	ایرانی، حسین، ۱۳۶۰
شناسه افزوده :	سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش
شناسه افزوده :	سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
رده‌بندی کنگره :	۱۳۹۰ ۷۷ ت / ۲۲۷TS
رده‌بندی دیویی :	۳۷۳
شماره کتابشناسی ملی :	۹۰۲۷۴۳۲

همکاران محترم ودانش آموزان عزیز:

پیشنهادها و نظرهای خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی:
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف
آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش، ارسال فرمایند.

tvoccd@roshd.ir

پیام‌نگار (ایمیل)

www.tvoccd.medu.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش
نام کتاب/کد کتاب: تکنولوژی و کارگاه جوشکاری - ۳۵۶/۴

مؤلف: حسین ایرانی

اعضای کمیسیون تخصصی: غلامحسین پایگانه، محمد مهرزادگان، حسن آقابابایی، محمد سعید کافی، حسن امینی،
سیدحسن سید تقی‌زاده

مجری: شرکت انتشارات فنی ایران

ویراستار فنی: عبدالمجید خاکی صدیق

ویراستار ادبی: یگانه خوددار

مدیر هنری: محبوبه آقاحسینی

عکاس: حسین ایرانی

صفحه‌آرا: آناهیتا بامدادیان

رسام فنی: جلال الماسی

طراح جلد: محبوبه آقاحسینی

نظارت بر چاپ و توزیع: اداره‌ی کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی

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

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

وب‌گاه www.chap.sch.ir

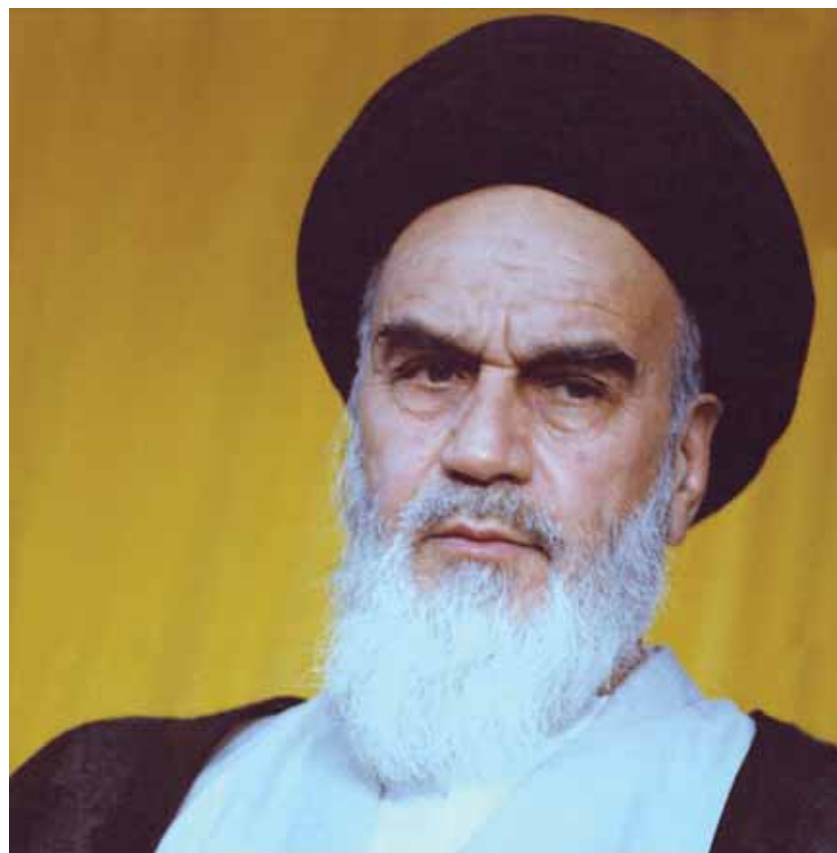
ناشر: شرکت انتشارات فنی ایران: تهران، خیابان مطهری، خیابان میرعماد، پلاک ۲۴

تلفن: ۵۰۵۵-۸۸۵، دورنگار: ۸۸۵۳۲۱۳۶، صندوق پستی: ۱۵۸۷۷/۳۶۵۱۱، وب‌گاه www.entesharat.com

نوبت و سال چاپ: چاپ دوم ۱۳۹۱

ISBN 978-964-389-379-8

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۸۹-۳۷۹-۸



هر کاری را که انسان باورش این است که نسبت به آن کار ضعیف است، نمی تواند آن کار را انجام بدهد. ... هر کشوری که اعتقادش این باشد که نمی تواند خودش صنعتی را ایجاد کند این ملت محکوم به این است که تا آخر نتواند، و این اساس نقشه‌هایی بوده است که برای ملل ضعیف دنیا قدرت‌های بزرگ کشیده‌اند.

امام خمینی (قدس سره الشریف)

پیشگفتار ناشر

انتشارات فنی/ایران نزدیک سه دهه است که کتاب‌های فنی منتشر می‌کند. این کتاب‌ها مورد توجه دست‌اندرکاران آموزش فنی و حرفه‌ای کشور از قبیل سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش، سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور وابسته به وزارت کار، و نیز استادان و هنرآموزان و هنرجویان قرار گرفته است. کتابی که پیش رو دارید در چارچوب فعالیت‌های جدید/انتشارات فنی/ایران منتشر شده است.

ساختار و محتوای کتاب بر اساس جداول هدف و محتوای درس تکنولوژی و کارگاه جوشکاری و انتظارات دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش تألیف شده است و تولید محتوا را مؤلفان شرکت بر عهده داشته‌اند. و محتوای علمی کتاب‌ها توسط دفتر مذکور مورد تأیید قرار گرفته است. ویرایش زبانی و تولید فنی کتاب‌ها هم در شرکت/انتشارات فنی/ایران انجام پذیرفته است. *انتشارات فنی/ایران* امیدوار است در آینده بتواند نقش قابل قبولی در تولید کتاب‌های درسی شاخه فنی و حرفه‌ای و شاخه کاردانش مورد درخواست دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش ایفا کند.

شرکت انتشارات فنی ایران

مقدمه مولف

رشد سریع و روزافزون تکنولوژی در ساخت و تولید قطعات و تجهیزات صنعتی، نقش بسیار عمیقی در مسائل اجتماعی و اقتصادی هر جامعه ایفا می کند. آموزش همواره بعنوان یکی از ارکان اصلی در پیشرفت تکنولوژیکی و صنعتی بوده و برنامه های آموزشی به عنوان اساس توسعه مطرح هستند. لذا اتخاذ روش هایی که هماهنگ کننده برنامه های آموزشی در جهت تامین نیروی ماهر انسانی، با توسعه و تحول تکنولوژی باشد، از ضروریات می باشد.

اساسی ترین هدف هر دوره آموزشی - فنی، تربیت افراد و متناسب ساختن قابلیت های آنها با نیازها و تحولات صنعتی می باشد تا کارآیی لازم را کسب نمایند. صنعت جوشکاری از جمله فناوری های بسیار مهم دنیای صنعتی امروز بشمار می رود که تقریباً آثار آن در تمام محصولات صنعتی قابل مشاهده است و اهمیت آن بر اهل فن پوشیده نیست. شناخت هرچه بیشتر این فناوری و فرایندهای مختلف آن برای جوامع صنعتی و در حال توسعه بسیار حائز اهمیت است. در این کتاب سعی شده است که آموزش تئوری جوشکاری به همراه کار عملی بصورت مرحله به مرحله صورت گیرد و فراگیر را در تمامی مراحل آموزش مهارت همراهی نماید. بدین منظور هر فصل کتاب بعنوان مطالب آموزشی یک جلسه تئوری و کارگاهی ارائه شده است. به علت محدودیت زمانی در یک دوره آموزشی، بررسی تمامی حالت های جوشکاری مقدور نبوده است.

کتاب مشتمل بر دو بخش می باشد که بخش اول مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود روپوش دار بوده و در بخش دوم به جوشکاری و برشکاری با شعله اکسی استیلن پرداخته شده است. محتوای مطالب کتاب پیرامون مباحث تکنولوژیکی و کارگاهی جوشکاری برق و گاز، برشکاری گاز، رعایت اصول ایمنی در جوشکاری و برشکاری به همراه تصاویر گویا می باشد.

در تألیف کتاب حاضر تا حد امکان سعی شده است که از مطالب و منابع جدید و مفید خارجی و داخلی استفاده شود، با این وجود کتاب عاری از نقص و کاستی نیست. لذا به منظور ارتقاء کیفی کتاب، از همکاران و هنرآموزان و صاحب نظران محترم خواهشمند است که ما را از نظرات ارزشمند و مفید خویش بهره مند سازند تا نسبت به اعمال آنها و اصلاح مطالب در چاپ های بعدی اقدام گردد.

حسین ایرانی

فهرست

۱	بخش اول: جوشکاری برق
۲	فصل اول: آشنایی با کارگاه جوشکاری و تجهیزات آن
۱۵	فصل دوم: تجهیزات جوشکاری و اصول ایمنی در جوشکاری قوس الکتریکی
۲۵	فصل سوم: آماده‌سازی اتصالات برای جوشکاری
۳۳	فصل چهارم: برقراری قوس الکتریکی و ایجاد گرده جوش ساده
۴۰	فصل پنجم: گرده‌سازی مرکب و ایجاد خط جوش در حالت تخت
۴۹	فصل ششم: شروع مجدد جوشکاری و قطع قوس
۵۴	فصل هفتم: شناسایی الکترودها و کاربرد آنها
۶۳	فصل هشتم: جوشکاری لب به لب در حالت سطحی
۶۹	فصل نهم: جوشکاری درز جناغی یک‌طرفه در حالت سطحی
۷۵	فصل دهم: جوشکاری درز گلوبی (اتصال سپری)
۸۱	فصل یازدهم: جوشکاری نبشی خارجی در حالت تخت (۱F)
۸۶	فصل دوازدهم: جوشکاری نبشی داخلی در حالت تخت (۱F)
۹۱	فصل سیزدهم: جوشکاری سپری قطعات در حالت افقی در یک پاس (۲F)
۹۶	فصل چهاردهم: اتصال قطعات به‌صورت سپری در دو پاس با گرده‌سازی خطی در حالت افقی (۲F)
۱۰۱	فصل پانزدهم: جوشکاری اتصال سپری در حالت افقی در سه پاس (۲F)
۱۰۷	فصل شانزدهم: جوشکاری لب روی هم در یک پاس در حالت افقی (۲F)
۱۱۲	فصل هفدهم: جوشکاری لب روی هم در دو پاس (۲F)
۱۱۷	بخش دوم: جوشکاری گاز
۱۱۸	فصل هجدهم: نصب و راه‌اندازی تجهیزات جوش گاز
۱۳۲	فصل نوزدهم: ایمنی در جوشکاری و برشکاری با گاز
۱۳۹	فصل بیستم: آشنایی با تجهیزات جوشکاری گاز
۱۴۹	فصل بیست و یکم: ایجاد شعله و تشکیل حوضچه مذاب
۱۵۷	فصل بیست و دوم: جوشکاری با گاز اکسی استیلن بدون مفتول
۱۶۳	فصل بیست و سوم: جوشکاری قطعات به‌صورت لب برگشته و بدون مفتول
۱۶۸	فصل بیست و چهارم: جوشکاری اکسی استیلن با مفتول
۱۷۵	فصل بیست و پنجم: جوشکاری گاز اکسی استیلن به‌صورت لب روی هم با مفتول
۱۸۰	فصل بیست و ششم: جوشکاری گاز اکسی استیلن به‌صورت سپری با مفتول مسوار

بخش اول
جوشکاری برق

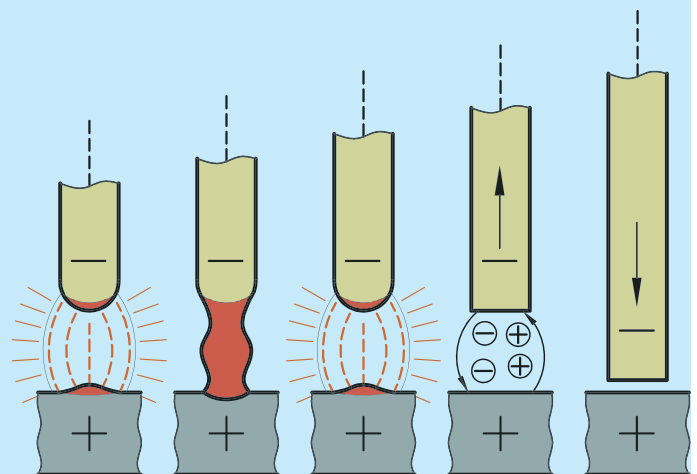
فصل اول

آشنایی با کارگاه جوشکاری و تجهیزات آن

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

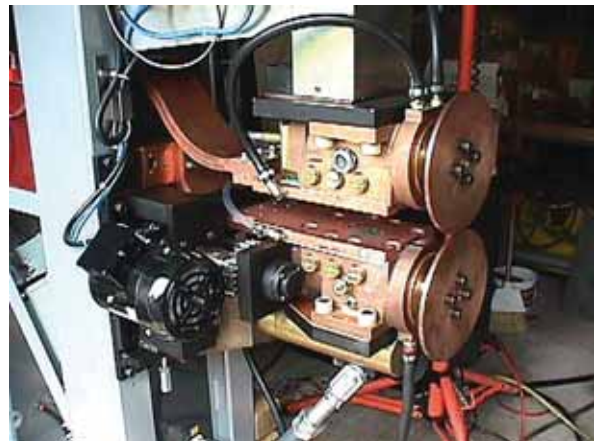
- فرایندهای جوشکاری را شرح دهد.
- انواع دستگاه‌های جوشکاری قوس الکتریکی را شرح دهد.
- رکتیفایر و ترانسفورماتور جوشکاری را راه‌اندازی کند.
- قطبیت در جوشکاری را شرح دهد.
- تفاوت‌های جوشکاری با جریان مستقیم و متناوب را توضیح دهد.



۱-۱ جوشکاری

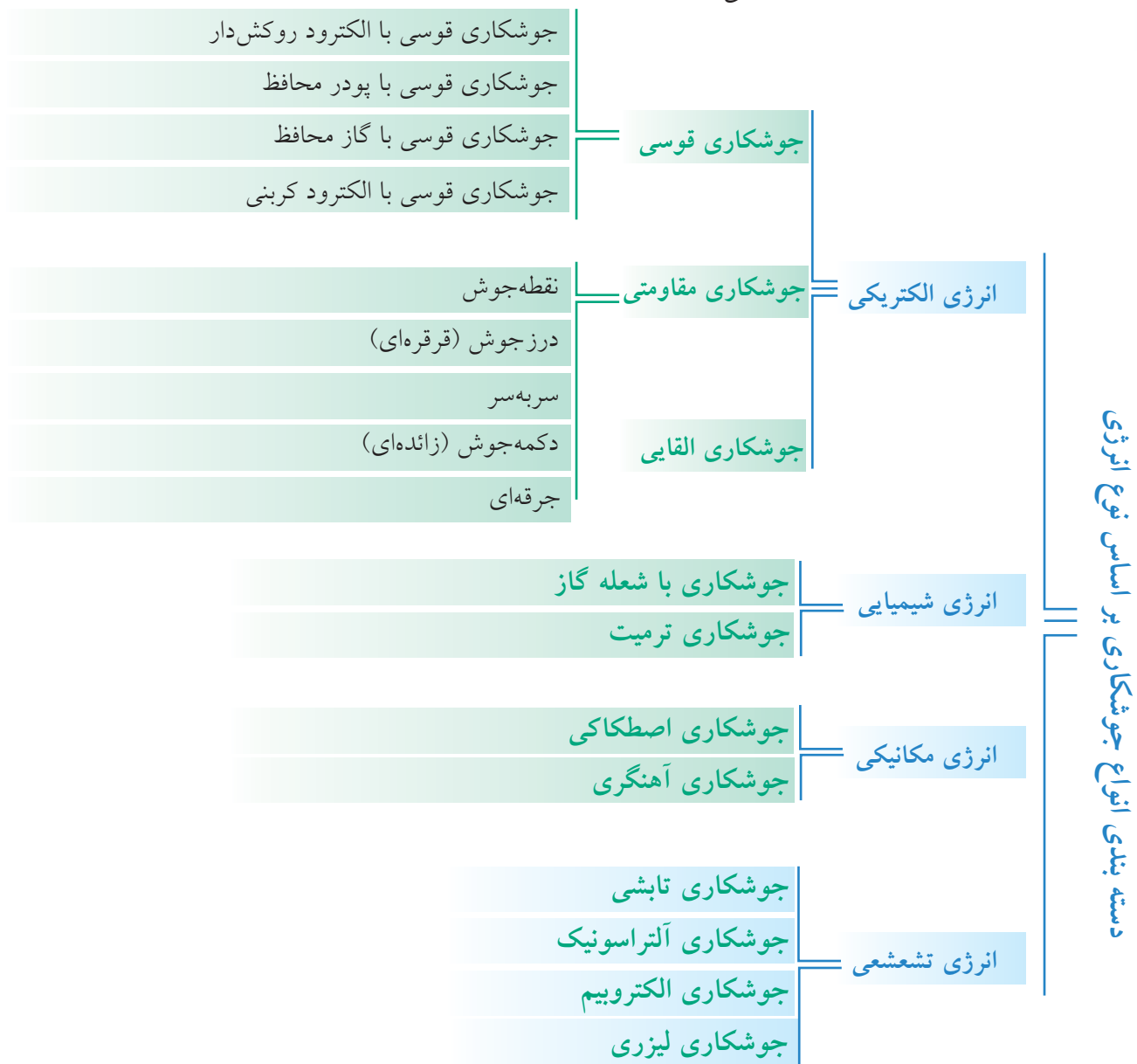
جوشکاری عبارت است از اتصال دو یا چند قطعه فلزی و یا غیر فلزی به یکدیگر، که در اثر ذوب سطحی قطعات و ترکیب مذاب صورت می‌گیرد.

در جوشکاری فلزات، عوامل گوناگونی همچون دما، فشار، جنس و ترکیب قطعات دخالت دارند. پس از انجماد مذاب، قطعات در محل اتصال به صورت یکپارچه در می‌آیند. به علت نیاز روزافزون صنایع گوناگون به انواع اتصالات از جمله جوشکاری قطعات، فرایندهای جوشکاری مختلفی بر حسب نیاز ارائه شده است. از جمله صناعی که از فرایندهای جوشکاری بهره زیادی می‌برند، می‌توان به صنایع فلزی، سازه و ساختمان، هوافضا، کشتی‌سازی و غیره اشاره کرد.



۱-۲ فرایندهای جوشکاری

فرایندهای جوشکاری براساس نوع انرژی به کار رفته جهت اتصال فلزات به دسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. نمودار زیر این تقسیم‌بندی را نشان می‌دهد.



۱-۲-۱ جوشکاری ذوبی

در جوشکاری‌های ذوبی، قطعات در محل اتصال، بر اثر حرارت ذوب شده و با هم ترکیب می‌شوند و در نهایت پس از سرد شدن، قطعات به یکدیگر جوش می‌خورند. در این حالت، اتصال در محل جوش می‌تواند نتیجه ذوب لبه‌های قطعات باشد. همچنین علاوه بر ذوب لبه‌ها، فلز پرکننده‌ای نیز می‌تواند به آن اضافه شود که در جوشکاری قوس الکتریکی به این فلز پرکننده، الکتروود گویند. (شکل ۱-۱)



شکل ۱-۱

۱-۲-۲ جوشکاری غیرذوبی

در این فرایند برای تشکیل جوش، قطعات را ذوب نمی‌کنند. به همین دلیل به آن جوشکاری حالت جامد نیز می‌گویند. در جوشکاری اصطکاکی که یک فرآیند غیرذوبی است، حرارت مورد نیاز بر اثر مالش سطوح قطعات تولید می‌شود، در حدی که باعث خمیری شدن قطعات در محل اتصال شود. سپس با اعمال فشار لازم، عمل جوشکاری انجام می‌گیرد. (شکل ۱-۲)



شکل ۱-۲

۱-۳ جوشکاری قوس الکتریکی

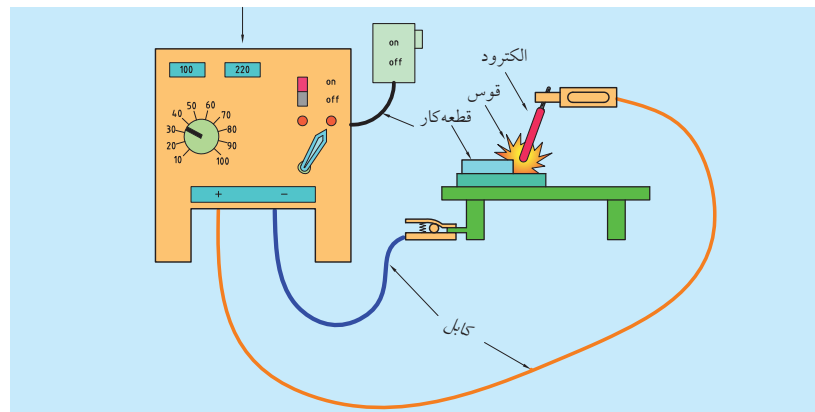
یک فرایند ذوبی است که گرمای لازم برای اتصال قطعات به یکدیگر از طریق قوس الکتریکی تأمین شده و بین الکتروود و لبه قطعات فلزی در محل اتصال ایجاد می‌شود. (شکل ۱-۳) در واقع عمل جوشکاری بر اثر قوس الکتریکی بین الکتروود روپوش‌دار و قطعه‌کار انجام می‌گیرد و جریان الکتریسیته لازم توسط دستگاه جوشکاری تأمین می‌شود. (شکل ۱-۴) و (شکل ۱-۵).



شکل ۱-۳

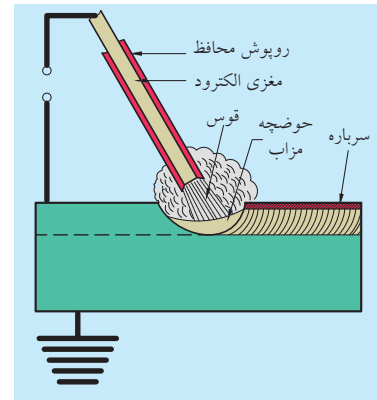


شکل ۱-۴ دستگاه جوشکاری



شکل ۱-۵

قوس الکتریکی بر اثر حرکت الکترون‌ها در فاصله بین نوک الکترود و قطعه کار تشکیل می‌شود و گرمایی در حدود 3300°C (6000°F) را به وجود می‌آورد. این گرما باعث تشکیل حوضچه مذاب جوش شده و با دور کردن الکترود از قطعه کار و در نتیجه، قطع قوس الکتریکی، جوشکاری تکمیل می‌گردد. (شکل ۱-۶)



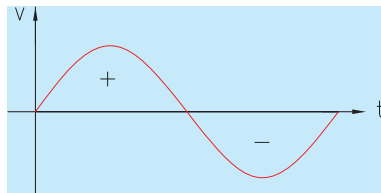
شکل ۱-۶

۱-۴ اصول جریان الکتریسیته در جوشکاری

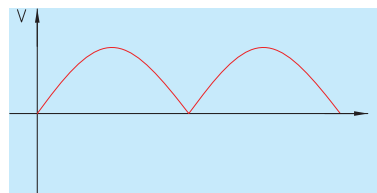
جریان الکتریکی عبارت است از حرکت و جابه‌جایی الکترون‌ها که از طریق یک رسانا در مدار بسته صورت می‌گیرد. جریان الکتریسیته در صورتی در مدار برقرار می‌شود که بین قطب مثبت و منفی اختلاف پتانسیل وجود داشته باشد.

دو نوع جریان الکتریکی وجود دارد که عبارت‌اند از:

جریان مستقیم (DC) (شکل ۱-۷) جریان متناوب (AC) (شکل ۱-۸) در صورتی که جهت حرکت الکترون‌ها ثابت و بدون تغییر باشد و یا به عبارت دیگر قطب‌های مثبت و منفی تغییر نکنند، جریان مستقیم است و اگر قطب‌های مثبت و منفی به صورت متناوب تغییر یابند و جهت حرکت الکترون‌ها ثابت نباشد، جریان متناوب به وجود می‌آید.



شکل ۱-۸ جریان متناوب



شکل ۱-۷ جریان مستقیم

۱-۵ دستگاه‌های مولد جریان جوشکاری قوس الکتریکی

جریان الکتریسیته مورد نیاز برای جوشکاری قوس الکتریکی باید ویژگی‌های خاصی داشته باشد. از آن جمله می‌توان به ولتاژ کم‌تر و آمپر بالاتر نسبت به برق شهری اشاره کرد. بدین منظور از دستگاه‌های مولد جریان AC و DC برای کاهش ولتاژ برق و تأمین شدت جریان مناسب برای جوشکاری استفاده می‌شود.



شکل ۱-۹ دستگاه مولد جریان AC



شکل ۱-۱۰ دستگاه مولد جریان DC

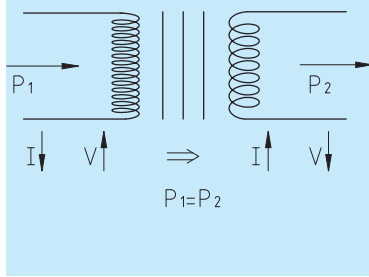
تحقیق

چه مولدهایی جریان متناوب تولید می‌کنند و چه مولدهایی جریان مستقیم؟ آیا در جوشکاری از هر دو نوع جریان استفاده می‌شود؟

یادآوری

توان عبارت است از : حاصل ضرب ولتاژ در جریان.

۱-۵-۱- ترانسفورماتور



شکل ۱-۱۱

کاهنده ولتاژ

$$V \uparrow, I \downarrow \rightarrow V \downarrow, I \uparrow$$

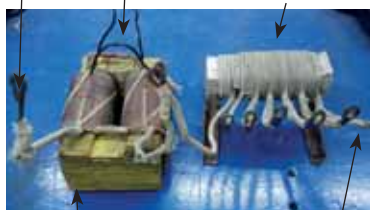
افزاینده ولتاژ

$$V \downarrow, I \uparrow \rightarrow V \uparrow, I \downarrow$$



شکل ۱-۱۲

سیم پیچ ثانویه برق ورودی اتصال کار



شکل ۱-۱۳ سیم پیچ اولیه

خروجی
اتصال انبر

در جوشکاری، ترانسفورماتور دستگاهی است که برق متناوب با ولتاژ و جریان معین را به برق با ولتاژ کم تر و شدت جریان بالاتر تبدیل می کند. در ترانسفورماتورها، توان ورودی باید با توان خروجی برابر باشد. (شکل ۱-۱۱)

ترانسفورماتورها بر دو نوع اند:

کاهنده ولتاژ

برق با ولتاژ بالا و شدت جریان کم را به برق ولتاژ پایین و شدت جریان بالا تبدیل می کند. که ترانسفورماتورهای جوشکاری از این نوع هستند.

افزاینده ولتاژ

برق با ولتاژ پایین و شدت جریان بالا را به برق ولتاژ بالا و شدت جریان پایین تبدیل می کند.

- ترانسفورماتورهای جوشکاری در انواع تک فاز، دو فاز و سه فاز ساخته می شوند.
- ترانس های تک فاز برای جوشکاری با شدت جریان کم تر از ۳۰۰ آمپر به کار می روند و شامل یک سیم پیچ اولیه و یک سیم پیچ ثانویه هستند (شکل ۱-۱۲).
- ترانس های دو فاز و سه فاز برای جوشکاری با شدت جریان بالا و قطعات ضخیم تر مورد استفاده قرار می گیرند و ترانس دو فاز از دو سیم پیچ اولیه و دو سیم پیچ ثانویه تشکیل شده است.

تنظیم شدت جریان در ترانسفورماتورهای جوشکاری با روش های مختلفی صورت می گیرد.

۱. تنظیم آمپر به روش پله ای

در این روش یکی از خروجی های سیم پیچ ثانویه به انبر اتصال قطعه متصل می شود و از سر دیگر آن خروجی های مختلفی گرفته می شود که هر کدام آمپر معینی را برای جوشکاری تأمین می کنند. اولین ترمینال قبل از سیم پیچ راکتور قرار دارد و بالاترین آمپر را تأمین می کند و با فاصله گرفتن، مقدار آمپر خروجی کاهش می یابد (شکل ۱-۱۳).

۲. تنظیم آمپر به روش پیوسته

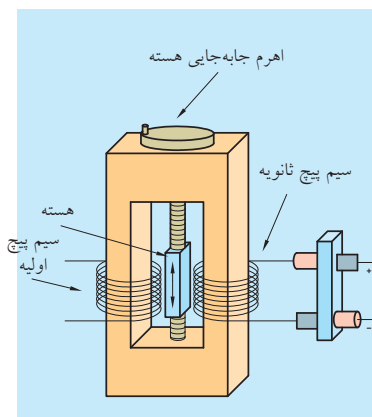
در این روش مقادیر دقیق آمپر، قابل تنظیم و انتخاب است. مکانیزم های مختلفی برای این منظور مورد استفاده قرار می گیرد.

◀ استفاده از سیم پیچ متحرک

با دور و نزدیک کردن سیم پیچ ثانویه از حوزه مغناطیسی، خطوط القاء تغییر کرده و در نتیجه میزان آمپر خروجی نیز تغییر خواهد کرد.

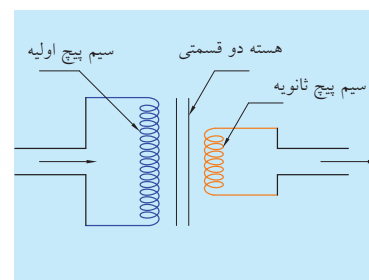
◀ استفاده از هسته فرعی

هسته فرعی درون هسته اصلی قرار گرفته و مانع از عبور خطوط میدان مغناطیسی گشته و در نتیجه القای مغناطیسی کمتری صورت می گیرد. با خارج شدن تدریجی هسته فرعی از درون هسته اصلی، خطوط تقویت شده و شدت جریان افزایش می یابد.



شکل ۱-۱۴

تنظیم آمپر به کمک جابه جایی هسته اصلی صورت می گیرد، بدین ترتیب که با خارج شدن هسته از فاصله بین دو سیم پیچ، شدت جریان خروجی کم شده و با وارد شدن هسته، مقدار آمپر افزایش می یابد (شکل ۱-۱۴).



شکل ۱-۱۵

◀ تنظیم آمپر به کمک هسته دو قسمتی

در جوشکاری از ترانسفورماتورهای کاهنده ولتاژ استفاده می شود که یک هسته ورقه ای از جنس آهن سیلیس دار، سیم پیچ اولیه با تعداد دور زیاد و قطر سیم کم، و سیم پیچ ثانویه با تعداد دور کم و قطر سیم ضخیم تر را شامل می شود. ترانسفورماتورها تنها قادر به تأمین جریان متناوب با آمپر بالا برای جوشکاری هستند (شکل ۱-۱۵).

۲-۵-۱ رکتیفایر

از رکتیفایرها برای تأمین جریان مستقیم (DC) و نیز جریان متناوب (AC) در جوشکاری استفاده می شود. این دستگاه شامل دو بخش است: (شکل ۱-۱۶)

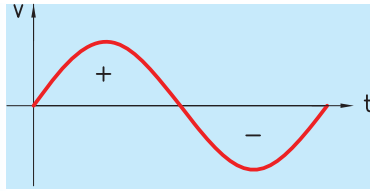
◀ ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ

◀ یکسوساز جریان

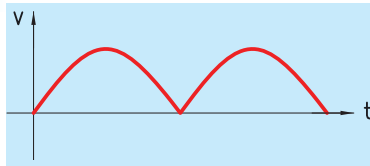
ویژگی DC یا جریان مستقیم در این دستگاه این قابلیت را فراهم می کند تا با توجه به قطعه کار، نوع الکترود، وضعیت جوشکاری و نوع اتصال، از قطب مثبت یا منفی جریان استفاده شود. در این حالت گرمای ایجاد شده، قابل کنترل خواهد بود.



شکل ۱-۱۶

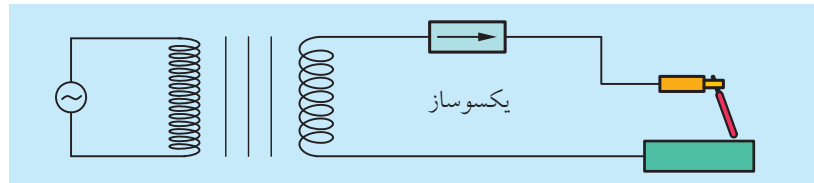


شکل ۱-۱۸

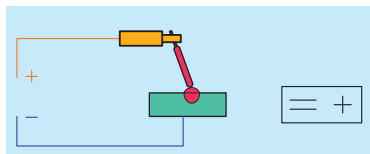


شکل ۱-۱۹ استفاده از دیود یکسوساز

یکسوسازها دیودهایی هستند که اجازه حرکت الکترون‌ها در یک جهت را می‌دهند و مانع عبور الکترون‌ها در جهت دیگر (سیکل منفی) می‌شوند. (شکل ۱-۱۷) برای تقویت و یکنواختی جریان DC خروجی، معمولاً نیم‌سیکل توقف را به صورت مقابل قرینه می‌کنند (شکل ۱-۱۸ و شکل ۱-۱۹).

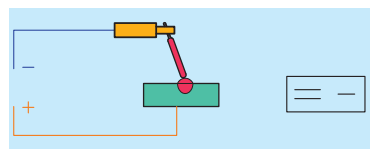


شکل ۱-۱۷



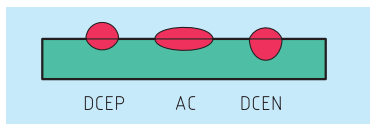
شکل ۱-۲۰

قطبیت مثبت: در صورتی که الکتروود به قطب مثبت و قطعه کار به قطب منفی متصل شود، آنرا قطب مثبت (قطب معکوس) گویند و به صورت DCEP یا DCRP نشان می‌دهند (شکل ۱-۲۰).



شکل ۱-۲۱

در این حالت از کل گرمای تولید شده $\frac{2}{3}$ به الکتروود و $\frac{1}{3}$ به قطعه کار می‌رسد. **قطبیت منفی:** در صورتی که الکتروود به قطب منفی و قطعه کار به قطب مثبت دستگاه جوشکاری متصل شود، آنرا جوشکاری با قطب منفی (قطب مستقیم) گویند و با DCEN یا DCSP نشان می‌دهند. (شکل ۱-۲۱)



شکل ۱-۲۲

توزیع حرارت در این حالت به صورت $\frac{2}{3}$ حرارت در قطعه کار و $\frac{1}{3}$ حرارت در الکتروود است. شکل روبه‌رو میزان عمق نفوذ جوش در قطعه کار بر اساس نوع جریان را نشان می‌دهد (شکل ۱-۲۲).



شکل ۱-۲۳

۱-۵-۳ دینام جوشکاری

این دستگاه شامل یک الکتروموتور سه‌فاز و یک دینام (ژنراتور) است که محور آن‌ها با هم کوپل شده‌اند. الکتروموتور محور دینام را به حرکت درآورده و بدین ترتیب جریان لازم برای جوشکاری تولید می‌شود. (شکل ۲۳-۱). الکتروموتور توسط یک کلید ستاره-مثلث به برق شهری متصل است. برای راه‌اندازی، ابتدا کلید را در حالت ستاره قرار داده تا موتور به دور کامل برسد و سپس کلید را در حالت مثلث قرار دهید تا دور موتور ثابت شده و برای جوشکاری مهیا گردد. قطب‌های دینام به صورت + و - یا به صورت Electrode و Work بر روی ترمینال‌ها مشخص شده است (شکل ۲۴-۱).



شکل ۱-۲۴

جدول زیر معایب و مزایای استفاده از جریان AC و DC را در جوشکاری نشان می‌دهد (جدول ۱-۱).

جدول ۱-۱

معایب	مزایا	
<ul style="list-style-type: none"> - شروع قوس مشکل‌تر نسبت به DC است. - امکان تغییر قطب‌ها وجود ندارد. - برخی از الکترودها را نمی‌توان با آن جوشکاری کرد. - برخی از فلزات را نمی‌توان با آن جوشکاری کرد. - پاشش مذاب زیاد است. 	<ul style="list-style-type: none"> - راه‌اندازی آسان است. - هزینه تعمیرات و نگهداری و استهلاک کم‌تر است. - وزش قوس وجود ندارد. - توزیع حرارت در الکتروود و قطعه کار یکنواخت است. 	جریان متناوب (AC)
<ul style="list-style-type: none"> - امکان انحراف قوس وجود دارد. - هزینه دستگاه بالاست. - هزینه تعمیرات و نگهداری بالاست. 	<ul style="list-style-type: none"> - خطر شوک الکتریکی کم‌تر است. - تشکیل قوس راحت‌تر و پایدارتر و آرام‌تر است. - پاشش ذرات کم‌تر است. - استفاده از انواع الکتروود امکان پذیر است. - قابلیت تغییر قطب وجود دارد. - در هنگام کار سروصدا کم‌تر است. 	(DC)

۴-۵-۱ موتور جوشکاری

علاوه بر دینام‌های جوشکاری و ترانسفورماتورها و رکتیفایرها، که جریان برق ورودی را از برق شهری می‌گیرند، دستگاه‌هایی نیز وجود دارند که انرژی لازم برای جوشکاری را از طریق موتورهای احتراقی بنزینی یا گازوئیلی تأمین می‌کنند که به نام موتورجوش (ژنراتور جوشکاری) مطرح هستند. ژنراتورهای جوشکاری به کمک موتور الکتریکی نیز راه‌اندازی می‌شوند و قابلیت تولید جریان AC و DC را دارند. (شکل ۱-۲۵)



شکل ۱-۲۵

مولدهای چند منظوره توانمندی کنترل از راه دور را دارند که می‌توان آمپر لازم را به کمک یک ریموت (کنترل از راه دور) به صورت دستی یا پدال‌پایی کنترل کرد. (شکل ۱-۲۶)



شکل ۱-۲۶



راه اندازی ترانسفورماتور جوشکاری

۱. با پوشیدن لباس کار و به کارگیری ابزار حفاظتی و ایمنی آماده کار شوید.
۲. ترانسفورماتور جوشکاری را در محل مناسب جوشکاری قرار دهید. جهت ایمنی کار حتماً از لباس کار و دستکش استفاده کنید.
۳. کابل ورودی ترانسفورماتور و سه شاخه آن را بررسی کنید و در صورت سالم بودن، سه شاخه را به پریز متصل کنید (شکل ۱-۲۷).
۴. با توجه به نوع ترانسفورماتور (پله‌ای یا پیوسته) مقدار جریان آن را تنظیم کنید. در ترانسفورماتورهای پله‌ای، کابل اتصال را به قطعه کار متصل کنید و کابل انبر را با توجه به مقدار جریان لازم برای جوشکاری به ترمینال مربوطه وصل کنید. در صورتی که ترانسفورماتور از نوع پیوسته باشد، با چرخاندن اهرم آن، مقدار آمپر تنظیم می‌شود (شکل ۱-۲۸).
۵. کلید دستگاه را در حالت روشن (ON) قرار دهید (شکل ۱-۲۹). دقت داشته باشید که در هنگام روشن کردن دستگاه، انبر الکتروگیر و انبر اتصال با یکدیگر تماس نداشته باشند، زیرا در این صورت اتصال کوتاه به وجود آمده و امکان آسیب رسیدن به سیم پیچ‌ها وجود دارد. با روشن شدن دستگاه، چراغ پیلوت دستگاه روشن شده و فن خنک کننده سیم پیچ شروع به کار می‌کند (شکل ۱-۳۰).
۶. دستگاه را خاموش کرده و کابل‌های اتصال و انبر را به صورت جداگانه جمع کرده و در محل مناسب قرار دهید. جهت اطمینان بیشتر، کابل و سه شاخه اتصال را از پریز جدا کنید (شکل ۱-۳۱).



شکل ۱-۲۷



شکل ۱-۲۸



شکل ۱-۲۹



شکل ۱-۳۰



شکل ۱-۳۱



دستور کار ۲

راه اندازی دینام جوشکاری

(۶۰ دقیقه)

۱. دینام های جوشکاری به عنوان مولد جریان مستقیم هستند که از یک ژنراتور و یک موتور ساخته شده اند. در صورتی که موتور آن با جریان برق راه اندازی شود، دینام کارگاهی است و در صورتی که موتور آن به صورت احتراقی باشد، دینام جوش سیار نامیده می شود (شکل ۱-۳۲).

۲. دینام جوش کارگاهی را در محل مناسب قرار داده و پس از کنترل ظاهری کابل، سه شاخه آن را به پریز برق متصل کنید. کلید این دستگاه به صورت ستاره مثلث است. دقت کنید که در هنگام اتصال سه شاخه به برق، کلید قطع باشد (شکل ۱-۳۳).

۳. شدت جریان در دینام جوشکاری به کمک یک رنوستا تنظیم می شود. مقدار آمپر را بر حسب نوع کار تنظیم کنید (شکل ۱-۳۴).

۴. اتصال کابل ها را به صورت زیر انجام دهید. ترمینال W (Work) برای قرار دادن کابل اتصال قطعه کار استفاده می شود.

- ترمینال E (یا H) برای اتصال کابل انبر جوشکاری و در صورت نیاز به آمپرهای بالا برای جوشکاری، از این ترمینال استفاده می شود. ترمینال e (یا L) برای اتصال کابل انبر جوشکاری و در صورت نیاز به آمپرهای کم مورد استفاده قرار می گیرد.

۵. نخست کلید دستگاه را در حالت Y (ستاره) قرار داده تا موتور به دور کامل برسد و صدای آن یکنواخت گردد. سپس آن را در حالت Δ (مثلث) قرار دهید.

در این حالت دستگاه برای جوشکاری آماده است. (شکل ۱-۳۵)

۶. برای خاموش کردن دستگاه ابتدا کلید را از حالت مثلث به حالت ستاره، و سپس به وضعیت قطع (0) تغییر دهید. پس از توقف کامل ژنراتور، کابل های انبر و اتصال را از دستگاه جدا کنید. از کار انداختن دینام های سیار (احتراقی) با بستن دریچه تغذیه سوخت آن ها صورت می گیرد، و یا به کمک یک کلید که برق دینام را قطع می کند، دستگاه خاموش می شود.



شکل ۱-۳۲



شکل ۱-۳۳



شکل ۱-۳۴



شکل ۱-۳۵



دستور کار ۳

راه اندازی دستگاه رکتیفایر جوشکاری



شکل ۱-۳۶



شکل ۱-۳۷



شکل ۱-۳۸

۱. کابل های اتصال قطعه کار و انبر را بررسی کنید تا از سالم بودن آنها اطمینان یابید. همچنین محل اتصال کابل ها به ترمینال دستگاه را نیز بررسی کنید.
 ۲. برحسب نوع جوشکاری، قطبیت لازم را انتخاب کرده و کابل های اتصال را به دستگاه متصل کنید. همچنین آمپر لازم را روی دستگاه تنظیم کنید. (شکل ۱-۳۶) تنظیم آمپر دستگاه به صورت کنترل از راه دور نیز صورت می گیرد.

۳. رکتیفایرها عموماً با برق سه فاز کار می کنند، بنابراین در هنگام روشن کردن کلید، دقت کنید که هر سه چراغ سیگنال روشن باشد (شکل ۱-۳۷). همچنین توجه کنید که انبر اتصال و انبر الکتروگیر با هم اتصال نداشته باشند. در غیر این صورت اتصال کوتاه به وجود می آید.

۴. سایر تنظیمات موجود بر روی دستگاه را مورد بررسی قرار دهید. این تنظیمات شامل مقدار نیروی جوشکاری، نوع وضعیت جوشکاری، جوشکاری TIG (آرگون) و یا برحسب نوع دستگاه، سایر تنظیمات نیز امکان پذیر است.
 ۶. دستگاه را خاموش کرده (شکل ۱-۳۸) و کابل ها را به صورت جداگانه جمع کرده و در محل مناسب قرار دهید. برای اطمینان بیشتر کلیدهای اصلی را قطع کرده یا سه شاخه را از پریز جدا سازید (شکل ۱-۳۹).



شکل ۱-۳۹

ارزشیابی پایانی

۱. جوشکاری را تعریف کنید.
۲. عوامل مؤثر در جوشکاری فلزات را ذکر کنید.
۳. در فرایندهای جوشکاری از چه نوع انرژی‌هایی استفاده می‌شود؟ از هر کدام مثالی بیاورید.
۴. فرایند جوشکاری غیرذوبی را تعریف کنید.
۵. سه فرایند جوشکاری را نام ببرید که در آن‌ها از قوس الکتریکی برای ذوب لبه قطعات استفاده می‌شود.
۶. جوشکاری ذوبی را با ذکر مثال توضیح دهید.
۷. تفاوت جوشکاری غیر ذوبی و جوشکاری حالت جامد چیست؟
۸. انواع مولدهای جوشکاری قوس الکتریکی را نام ببرید.
۹. روش‌های تنظیم آمپر در دستگاه‌های جوشکاری را نام ببرید.
۱۰. مزایای رکتیفایر نسبت به ترانسفورماتور در جوشکاری چیست؟
۱۱. جوشکاری با قطب مستقیم و قطب معکوس را با رسم شکل و علامت اختصاری هر یک نشان دهید.
۱۲. توزیع حرارت در جوشکاری با مولد AC، قطب مثبت و قطب معکوس را شرح دهید.
۱۳. ترانسفورماتور جریان و رکتیفایر جریان را تولید می‌کند.
۱۴. چرا قوس DC از قوس AC معمولاً هموارتر و یکنواخت‌تر است؟
۱۵. در چه نوع جوشکاری به تعیین قطب جریان نیازی نیست؟
۱۶. ویژگی‌های جوشکاری با قطب معکوس را بنویسید.
۱۷. ویژگی‌های جوشکاری با قطب مستقیم را نام ببرید.
۱۸. منظور از قطبیت (پولاریته) چیست؟
۱۹. سیم‌پیچ اولیه و ثانویه در ترانسفورماتور چه مشخصاتی دارند؟
۲۰. مشخصه‌ها و قطبیت الکتروود را در حالت DCEN و DCEP، از نظر الف) اتصال انبرها ب) نرخ ذوب ج) نفوذ
با هم مقایسه کنید.

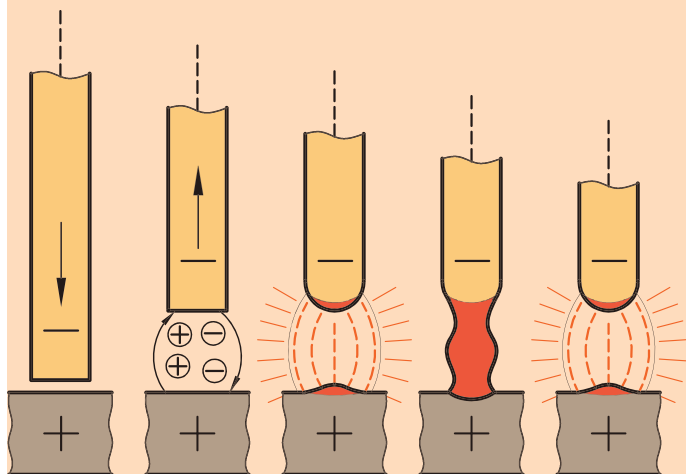
فصل دوم

تجهیزات جوشکاری و اصول ایمنی در جوشکاری قوس الکتریکی

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- تجهیزات لازم برای جوشکاری قوس الکتریکی را بیان کند.
- اصول ایمنی در جوشکاری برق را شرح دهد.
- از تجهیزات ایمنی در جوشکاری برق استفاده کند.
- اتصال درست کابل به انبر اتصال و انبر الکتروگیر را انجام دهد.
- اصول ایمنی و حفاظتی را در حین انجام کار رعایت کند.



۲-۱ وسایل و تجهیزات جوشکاری

علاوه بر دستگاه‌های جوشکاری قوس الکتریکی که در فصل پیش به آن‌ها اشاره شد، سایر متعلقات و تجهیزات لازم برای جوشکاری عبارت‌اند از:

کابل جوشکاری

یکی از اجزای اصلی جوشکاری است که قطر آن با توجه به مقدار جریان مورد نیاز برای جوشکاری بدون ایجاد گرمای زیاد، انتخاب می‌شود. کابل جوشکاری باید ویژگی هدایت الکتریکی بالا و استحکام کافی را دارا بوده و در عین حال انعطاف‌پذیر باشد. به همین دلیل برای این منظور از کابل افشان استفاده می‌شود. (شکل ۲-۱)

طول کابل جوشکاری در حد امکان کوتاه انتخاب می‌شود تا باعث افت ولتاژ و آمپر نگردد. در جوشکاری از دو نوع کابل، یکی جهت اتصال به قطعه کار و دیگری برای اتصال به انبر جوشکاری، استفاده می‌شود. برای اتصال کابل‌ها به ترمینال‌ها از کابل‌شوها و یا کفش کابل استفاده می‌شود. (شکل ۲-۲)



شکل ۲-۱



شکل ۲-۲

انبر جوشکاری

از انبر جوشکاری برای نگهداری الکتروود در زوایای مختلف در هنگام جوشکاری استفاده می‌شود. (شکل ۲-۳) جنس مغزی آن از آلیاژ مس بوده و روکش عایق آن از جنس کائوچو، لاستیک یا فیبر فشرده است. انبرهای جوشکاری بر اساس میزان آمپر عبوری از آن‌ها دسته‌بندی می‌شوند. فک‌های انبر دارای شیارهایی است که می‌توان الکتروود را به صورت زاویه‌دار در آن قرار داد.



(c)



(b)



(a)

شکل ۲-۳

انبر (گیره) اتصال

از این انبر برای اتصال قطعه کار و تکمیل مدار جوشکاری استفاده می‌شود. انبر اتصال نیز باید دارای قابلیت هدایت الکتریکی بالا و استحکام بسیاری باشد و لازم است قدرت فنر نگه‌دارنده آن نیز زیاد باشد (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴

رابط کابل

به منظور اتصال کابل‌ها به انبر یا ترمینال‌های خروجی دستگاه و همچنین برای اتصال دو کابل به یکدیگر از رابط‌ها استفاده می‌شود. رابط (فیش) باید دارای استحکام کافی بوده و توان هدایت الکتریکی بالایی داشته باشد. به همین دلیل رابط عموماً از جنس مس، آلومینیم یا فولاد ساخته می‌شوند. اتصال آن‌ها به کابل به صورت جوشکاری، لحیم‌کاری یا پرسی است (شکل ۲-۵).



شکل ۲-۵

موقعیت دهنده

یکی از تجهیزات کمکی است که به منظور قراردادن و نگه‌داری قطعه کار در موقعیت دلخواه برای جوشکاری راحت‌تر و با کیفیت بالاتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۲-۶).



شکل ۲-۶

میز جوشکاری

برای قرار دادن قطعه کار و کابل اتصال زمین و برخی ابزارهای لازم و همچنین ایجاد عملیات جوشکاری در ارتفاع مناسب، از میز جوشکاری استفاده می‌شود. میز جوشکاری معمولاً فولادی بوده و آن‌را در کابین جوشکاری و با حفاظ‌های مناسب، قرار می‌دهند. میز جوشکاری باید دارای یک موقعیت‌دهنده ساده برای قرار دادن قطعه کار در حالت‌های مختلف برای جوشکاری و جعبه نگه‌دارنده الکتروود و جعبه الکتروودهای مصرف‌شده باشد (شکل ۲-۷).



شکل ۲-۷

چکش شلاکه‌زن

از چکش شلاکه‌زن برای پاک کردن و برداشتن سرباره و جرقه جوش از روی قطعه کار (چکش جوش) استفاده می‌شود و سطح قطعه کار را برای جوش‌های بعد آماده می‌کند (شکل ۲-۸).



شکل ۲-۸

یک سر چکش به صورت سنبه بوده که برای تمیز کردن شیارها و حفره‌ها به کار می‌رود و سر دیگر آن به شکل گوه تیزی است که برای شکستن سرباره جوش استفاده می‌شود.



شکل ۲-۹

برس سیمی

برای پاک کردن پس مانده‌های شلاکه و دوده در کناره‌های خط جوش مورد استفاده قرار می‌گیرد. برس سیمی به صورت دستی یا ماشینی به کار می‌رود (شکل ۲-۹).

انبر قطعه‌گیر

برای نگهداری و جفت و جور کردن قطعات یا جابه‌جا کردن قطعات جوشکاری شده به کار می‌رود. انبرهای قطعه‌گیر در فرم‌ها و اندازه‌های مختلف و با توجه به وضعیت قطعه کار ساخته می‌شوند. در شکل مقابل نمونه‌هایی از این انبرها آمده است (شکل ۲-۱۰ و ۲-۱۱).



شکل ۲-۱۰

۲-۲ ایمنی در جوشکاری قوس الکتریکی

جوشکاری یکی از خطرناک‌ترین فرایندهای کارگاهی به‌شمار می‌آید. خطراتی همچون آتش‌سوزی و انفجار، سوختن بر اثر پاشش مذاب، برق‌گرفتگی، آسیب‌های ناشی از لبه تیز فلزات و پلیسه‌ها و ابزارهای برشی، و آلودگی‌های گازی از جمله این خطرات هستند. در فرایندهای جوشکاری قوسی پرتوهای همچون اشعه ایکس، مادون قرمز، و ماوراء بنفش تولید می‌شود که برای چشم‌ها و بدن انسان مضر هستند.



شکل ۲-۱۱

۱-۲-۲ تجهیزات ایمنی فردی در جوشکاری قوس الکتریکی

ابزارها و وسایلی که برای محافظت بدن و محیط اطراف در برابر خطرات جوشکاری مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارت‌اند از:

◀ ماسک جوشکاری

ماسک‌ها معمولاً به صورت دستی یا کلاه‌می ساخته می‌شوند و بایستی سر و صورت



شکل ۲-۱۲



شکل ۲-۱۳



شکل ۲-۱۴



شکل ۲-۱۵

و گردن را پوشش دهند. جنس آن‌ها نیز باید سبک، با استحکام و نسوز باشد. در حالتی که جوشکاری به کار با هر دو دست نیاز داشته باشد، از ماسک‌های کلاهی قابل تنظیم استفاده می‌شود (شکل ۲-۱۳).

ماسک‌های مخصوص دارای لوله تهویه هوا و اکسیژن برای تنفس جوشکار بوده، و همچنین بخارات و گازهای سمی را از محیط، مکش کرده و دور می‌سازد. از این نوع ماسک‌ها برای شرایط سخت کاری یا جوشکاری در مخازن بسته و با دود زیاد استفاده می‌شود.

◀ شیشه ماسک

دو لایه شیشه در هر ماسک جوشکاری به کار رفته است که لایه بیرونی شیشه معمولاً شفاف بوده و به‌عنوان محافظ شیشه اصلی در نظر گرفته می‌شود. شیشه‌های رنگی دارای درجات تیرگی مختلفی بوده و براساس جنس قطعه کار، نوع روکش الکتروود و شدت جریان انتخاب می‌شوند. معمولاً باید تیره‌ترین شیشه‌ای که با وجود آن می‌توان حوضچه جوش را دید، انتخاب کرد (شکل ۲-۱۵). جدول زیر نحوه انتخاب شیشه مناسب برای ماسک جوشکاری را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱

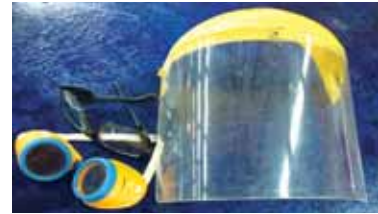
شماره شیشه	موارد استفاده	شماره شیشه	موارد استفاده
۲	نور شدید و گرمکاری قطعات	۸	جوشکاری سنگین گاز- برشکاری و جوشکاری برق تا ۷۵ آمپر
۳	لحیم‌کاری نرم - برشکاری سبک	۹	جوشکاری با الکتروود کم هیدروژن یا جوشکاری تیگ
۴	لحیم‌کاری سخت با اشعه استیلن - برشکاری سنگین - جوشکاری گاز برای ورق‌های نازک	۱۰	جوشکاری و برشکاری برق ۷۵ تا ۲۵۰ آمپر جوشکاری فلزات غیر آهنی با گاز محافظ جوشکاری و برشکاری برق بالای ۲۵۰
۵	جوشکاری و برشکاری سبک با استیلن	۱۱	آمپر- جوش قوس با الکتروود تنگستنی و گاز محافظ
۶	جوشکاری اکسی استیلن	۱۴	جوشکاری و برشکاری با الکتروود کربنی

◀ از عینک‌های سفید و شفاف در هنگام سنگ‌زنی یا پاک‌سازی سرباره جوش با چکش شلاکه‌زن و یا برس سیمی استفاده می‌شود (شکل ۲-۱۶).

◀ دستکش، پیش‌بند و مچ‌بند چرمی نسوز (شکل ۲-۱۷).

◀ لباس جوشکاری

◀ کفش ایمنی



شکل ۲-۱۶



شکل ۲-۱۷

۲-۲-۲ ایمنی دستگاه‌های جوشکاری

از آن‌جا که تمامی دستگاه‌های جوشکاری از برق شهری با ولتاژ ۲۲۰ ولت استفاده می‌کنند، لذا کلیه اتصالات سیم‌ها و کابل‌ها بایستی به‌گونه‌ای اجرا شوند که همه قسمت‌های آن‌ها محفوظ و دور از دسترس باشد. اتصالات باید محکم و بدون لقی بوده تا مانع از گرم شدن آن‌ها شود.

برای جلوگیری از گرم شدن دستگاه باید توجه داشت که سیستم خنک‌کننده (فن) سالم باشد.



شکل ۲-۱۸

۲-۲-۳ ایمنی محیط جوشکاری و مواد مصرفی

جرقه‌ها ممکن است سبب بروز آتش‌سوزی شوند، بنابراین باید از جوشکاری در نزدیکی مواد قابل اشتعال مانند مواد نفتی و روغنی و خرده‌چوب و غیره خودداری کرد. کارگاه جوشکاری باید دارای امکانات اطفای حریق بوده و افراد آموزش‌های لازم را ببینند (شکل ۲-۱۸).

کابین جوشکاری باید دارای سیستم تهویه گازها و دودهای حاصل از جوشکاری باشد. (شکل ۲-۱۹) قطعات کاری نیز باید به‌گونه‌ای روی میز جوشکاری قرار گیرند که خطر افتادن وجود نداشته باشد. برای جابه‌جا کردن قطعات از دستکش یا انبر استفاده کنید.

به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف الکتروود از حداکثر طول روکش‌دار آن در حد امکان استفاده شود. همچنین برای کابین‌هایی که امکان خروج نور حاصل از قوس الکتریکی به محیط وجود دارد، پرده نسوزی آویزان کنید.

پس از عملیات جوشکاری قطعات گرم را در معرض تماس با بدن قرار ندهید و باقی‌مانده الکتروودها را در ظرف مخصوص بریزید (شکل ۲-۲۰).



شکل ۲-۱۹



شکل ۲-۲۰



۱. کابل‌های لازم برای اتصال به انبر الکتروگیر و انبر اتصال را فراهم کرده و کابل شوها را با شماره‌های مناسب آماده سازید. همچنین انبر الکتروگیر و انبر اتصال را آماده سازید. در صورتی که محل اتصال کابل به دستگاه به صورت فیش باشد، فیش تبدیل مناسب را تهیه کنید (شکل ۲-۲۱).



شکل ۲-۲۱

۲. قسمت انتهای کابل‌های افشان را با جدا کردن لاستیک و عایق رویی، جهت اتصال به کابل شو آماده سازید (شکل ۲-۲۲).



شکل ۲-۲۲

۳. به کمک انبر پرس کننده، کابل شوها را روی رشته‌های مسی کابل پرس و محکم کنید. در صورتی که انبر مخصوص پرس کابل را در اختیار ندارید، می‌توانید به کمک چکش، کابل شو را بر روی کابل پرس کنید (شکل ۲-۲۳ و ۲-۲۴).
 ۴. کابل انبر الکتروگیر را متصل کنید. کابل انبر اتصال را نیز به کمک کابل شو متصل سازید (شکل ۲-۲۵).



شکل ۲-۲۳

۵. نتیجه کار را جهت تأیید و ارزشیابی به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.
 ۶. کابل‌ها و وسایل مورد استفاده را جمع‌آوری، و محل را نظافت کنید.



شکل ۲-۲۴



شکل ۲-۲۵



۱. دو نمونه ماسک جوشکاری، یکی دستی و دیگری کلاهی تهیه کنید. (شکل ۲-۲۶)

۲. شیشه‌های جوشکاری با شماره مناسب برای جوشکاری را تهیه کنید. همچنین وجود شیشه شفاف برای محافظت از شیشه اصلی لازم است.

۳. برای تعویض شیشه ماسک دستی ابتدا لاستیک نگه‌دارنده شیشه را خارج کنید و پس از قرار دادن شیشه شفاف در بخش بیرونی ماسک، شیشه جوشکاری را در پشت آن جای دهید. سپس آن‌ها را با لاستیک نگه‌دارنده، بر روی ماسک محکم کنید.

۴. برای تعویض شیشه ماسک کلاهی از دو شیشه شفاف استفاده می‌شود. یکی به‌عنوان محافظ شیشه جوشکاری که به‌صورت روش قبل قابل نصب است، و یک شیشه شفاف هم برای دیدن جوشکار نصب می‌شود (شکل ۲-۲۷).

۵. در پایان کار وسایل را جمع‌آوری کنید و پس از پاک‌سازی محل کار از شیشه‌های شکسته‌شده یا تعویضی، سایر وسایل را به انبار تحویل دهید (شکل ۲-۲۸ و ۲-۲۹).

۶. نتیجه کار را برای تأیید و ارزشیابی به هنرآموز محترم خود تحویل دهید.



شکل ۲-۲۶



شکل ۲-۲۷



شکل ۲-۲۹



شکل ۲-۲۸



شکل ۲-۳۰

۱. پس از پوشیدن روپوش یا لباس کار، سایر متعلقات مربوط به لباس کار ایمنی، شامل پیش بند چرمی، کلاه چرمی، دستکش چرمی، ساق بند دست و پا و کفش ایمنی را تهیه کنید.
۲. روش درست به کارگیری لباس ایمنی را در حضور هنرآموز محترم خود اجرا نموده و اشکالات را رفع کنید.
۳. در پایان کار تجهیزات را جمع آوری کنید و به انبار تحویل دهید.



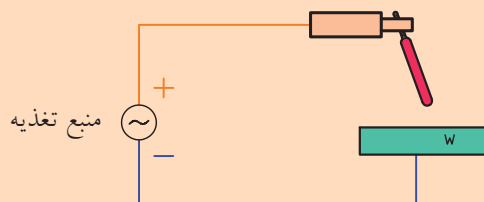
شکل ۲-۳۱



شکل ۲-۳۲

ارزشیابی پایانی

۱. ویژگی‌ها و مشخصات کابل جوشکاری را با ذکر دلیل بنویسید.
۲. در یک رسانا، اثر مقاومت بر روی جریان الکترون‌ها چگونه است؟
۳. برای اتصال کابل‌های جوشکاری به دستگاه از و یا استفاده می‌شود.
۴. از موقعیت‌دهنده، برای جوشکاری در چه شرایطی استفاده می‌شود؟
۵. در یک مدار جوشکاری، جهت جریان الکترونیسته و جهت حرکت الکترون‌ها را نشان دهید. چرا جهت جریان با جهت حرکت الکترون‌ها یکی نیست؟



شکل ۲-۳۳

۶. تجهیزات ایمنی فردی مورد استفاده در جوشکاری قوس الکتریکی را نام ببرید.
۷. پرتوهایی که در جوشکاری قوس الکتریکی ایجاد می‌شوند را نام ببرید.
۸. خطرات اصلی در هنگام جوشکاری قوس الکتریکی را ذکر کنید.
۹. از شیشه ماسک جوشکاری با شماره ۱۰ در چه مواردی استفاده می‌شود؟
۱۰. ویژگی‌ها و مشخصات لازم برای محل جوشکاری قوس الکتریکی را بنویسید.
۱۱. در شکل زیر کدام یک از اصول ایمنی رعایت نشده است؟



شکل ۲-۳۴

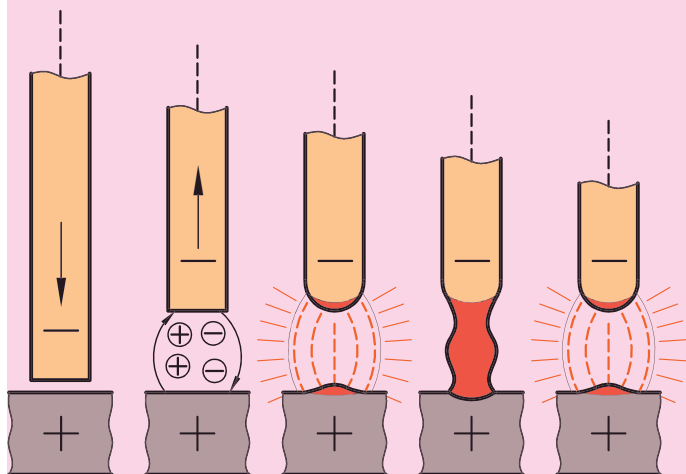
فصل سوم

آماده‌سازی اتصالات برای جوشکاری

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- روش‌های آماده‌سازی قطعه برای جوشکاری را بیان کند.
- موارد کاربرد سنگ سنباده فیبری را شرح دهد.
- لبه قطعات را بر اساس ضخامت آن‌ها، پخ بزند.
- انواع حالت‌های اتصال قطعات به یکدیگر را شرح دهد.
- اصول حفاظتی و ایمنی در هنگام سنگ‌زنی و سوهان‌کاری را رعایت کند.



مقدمه

پیش از انجام هرگونه عملیات جوشکاری، باید قطعات را برای جوشکاری مهیا ساخت. بدین منظور از روش های مختلفی برای براده برداری و برشکاری استفاده می شود.



(a)



(b)

۳-۱ برشکاری

برشکاری عبارت است از جداسازی یا ایجاد شیار در قطعات و مواد خام فلزی که توسط ابزارهای براده برداری دستی یا ماشینی صورت می گیرد. انواع تسمه ها، مفتول ها، لوله ها، پروفیل ها و ورق ها را می توان به کمک روش های برشکاری در اندازه های مورد نظر تهیه کرد.

شکل ۳-۱

۳-۱-۱ برشکاری دستی

از جمله روش های برشکاری دستی می توان به اره کاری دستی یا قیچی کاری اشاره کرد (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۲

در اره کاری بسته به جنس و سختی فلزات از تیغه با دندان های مختلف استفاده می شود. همچنین برای بریدن ورق ها می توان از قیچی دستی و یا قیچی اهرمی با بازوهای گوناگون استفاده کرد.

۳-۱-۲ برشکاری ماشینی

در این روش، برشکاری و جداسازی قطعات توسط ماشین های ویژه ای صورت می گیرد.

- اره لنگ و اره نواری: که به طور معمول برای جداسازی مفتول های تو پر با قطرهای بالا به کار می روند (شکل ۳-۲).

- اره آتشی: برای بریدن انواع قوطی ها و تسمه ها و پروفیل ها در اندازه ها و زوایای مورد نظر به کار می رود (شکل ۳-۳).

- برشکاری با قیچی پرسی: برای بریدن ورق های ضخیم استفاده می شود. برخی از قطعات توسط شعله گاز برشکاری می شوند که در فصل های آینده بررسی خواهد شد.



شکل ۳-۳



شکل ۳-۴

- سنگ فیبری: دستگاه برشکاری قابل حملی است که می‌توان از آن برای برشکاری قطعات در شرایط گوناگون کاری استفاده کرد (شکل ۳-۴).

۳-۲ آماده‌سازی قطعات برای جوشکاری (براده‌برداری)

منظور از براده‌برداری در جوشکاری، پلیسه‌گیری، پاک‌سازی و آماده‌سازی لبه قطعات در محل اتصال است. برای براده‌برداری و آماده‌سازی قطعه جهت اجرای اتصال جوشکاری، از ابزارهایی مانند سوهان یا سنگ سنباده استفاده می‌شود (شکل‌های ۳-۵ و ۳-۶).



شکل ۳-۷ پاک کردن سرباره با مینی سنگ



شکل ۳-۶



شکل ۳-۵

از جمله کاربردهای سنگ سنباده دستی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

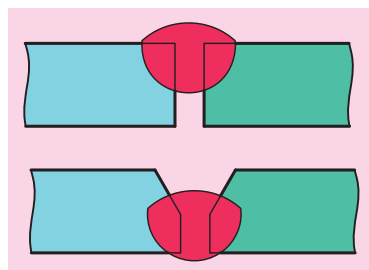
- آماده‌سازی و پخ‌زدن لبه قطعات در محل اتصال؛
- پاک‌سازی سرباره و مذاب اضافه بعد از هر پاس از جوشکاری؛ (شکل ۳-۷)
- از برس سیمی دیسکی و بشقابی برای پاک‌سازی قطعه‌کار از اکسیدهای فلزی و جرقه‌ها بر روی سطح قطعه‌کار استفاده می‌شود (شکل ۳-۸).



شکل ۳-۸

۳-۳ پخ‌سازی و طرح اتصال در جوشکاری

در جوشکاری، انتخاب اتصال و روش اجرای آن بسیار مهم است. گزینش یک روش اتصال نامناسب باعث هدر رفتن انرژی، مواد اولیه، الکتروودها و نیز زمان می‌گردد. از این رو برای اتصال مناسب لبه‌های قطعات، باید از فرم مناسب پخ استفاده کرد. انواع مختلف پخ‌ها به‌منظور اجرای جوشکاری مناسب در تمام سطح تماس دو قطعه با یکدیگر ایجاد می‌شوند. هدف اصلی در اجرای پخ در لبه قطعات، دسترسی به ریشه جوش از طریق الکتروود روپوش‌دار است. از پخ‌ها بیشتر برای اتصال قطعات ضخیم که باید به‌صورت لب به لب جوشکاری شوند (شکل ۳-۹)،



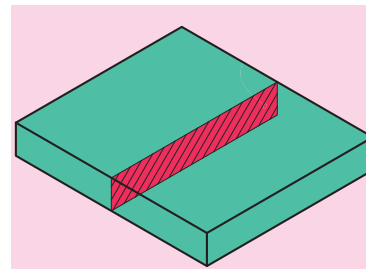
شکل ۳-۹

استفاده می‌شود، ولی در برخی شرایط برای سایر حالت‌های اتصال دو قطعه به یکدیگر نیز ممکن است، به کار روند.

حالت‌های مختلف اتصال قطعات به یکدیگر عبارت‌اند از:

◀ اتصال لب به لب (Butt Joint)

در این حالت اگر ضخامت قطعات کم‌تر از ۶ میلی‌متر باشد، جوشکاری بدون پخ‌زدن لبه‌ها انجام می‌گیرد. (شکل ۳-۱۰) برای ضخامت‌های بالاتر می‌توان انواع پخ را به کار برد. انواع پرکاربرد پخ در جدول (۳-۱) آمده است.



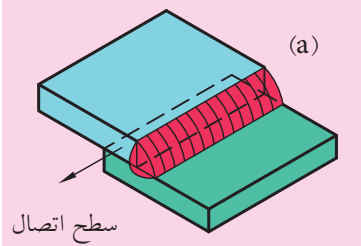
شکل ۳-۱۰

جدول ۳-۱

روش اجرای جوش	شکل اتصال	نوع اتصال
	$t=3-6mm$ 	لب به لب بدون پخ (با ریشه باز)
	$t=10-25mm$ 45° 	لب به لب با پخ یک طرفه
	$t=6-19mm$ 60° 	لب به لب با پخ دو طرفه (V)
	$t=12-50mm$ $18-40mm$ 60° 	لب به لب با پخ دو طرفه (X)
	$t=10-25mm$ 45° 	لب به لب با پخ دو طرفه یک طرفه (K)
	$t=12-25mm$ $\alpha=12^\circ$ 	لب به لب با پخ لاله‌ای یک طرفه (U)
	$t=12-25mm$ $\alpha=12^\circ$ 	لب به لب با پخ لاله‌ای دو طرفه (X)
	$t=12-25mm$ $\alpha=12^\circ$ 	لب به لب با پخ نیم لاله‌ای یک طرفه (J)
	$t=12-25mm$ $\alpha=15^\circ$ 	لب به لب با پخ نیم لاله‌ای دو طرفه (K)

◀ اتصال لب روی هم

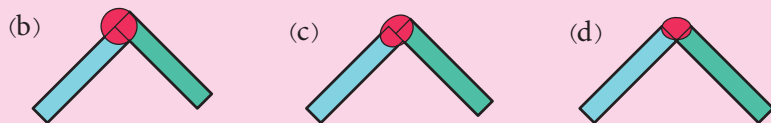
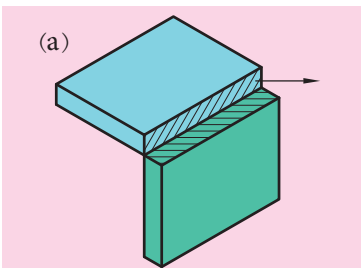
این نوع اتصال به آماده‌سازی نیازی ندارد و به صورت یک‌طرفه یا دوطرفه قابل اجراست. (شکل ۳-۱۱)



شکل ۳-۱۱

◀ اتصال زاویه خارجی (گوشه)

این نوع اتصال نیز به آماده‌سازی لبه نیازی ندارد و به سه شکل زیر قابل اجراست (شکل ۳-۱۲).



شکل ۳-۱۲

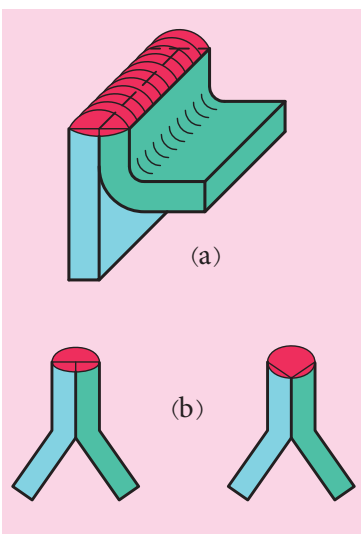
◀ اتصال پیشانی (لبه‌ای)

که به صورت تخت یا پخ‌دار صورت می‌گیرد (شکل ۳-۱۳).

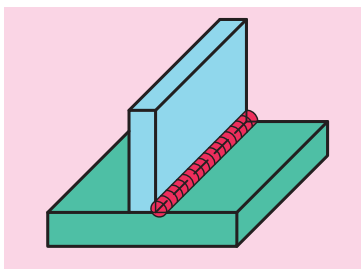
◀ اتصال T شکل (سپری)

یکی از روش‌های اتصال قطعات است که کاربرد زیادی در صنایع گوناگون فلزی و سازه‌های ساختمانی دارد. انجام این اتصال‌ها بدون پخ یا پخ‌دار صورت می‌گیرد (شکل ۳-۱۴).

جدول ۳-۲ شکل اتصال و روش اجرای جوش در اتصال T شکل.



شکل ۳-۱۳



شکل ۳-۱۴

روش اجرای جوش	شکل اتصال	نوع اتصال
		اتصال T بدون پخ یک‌طرفه و دوطرفه
		اتصال T با پخ یک‌طرفه
		اتصال T با پخ دوطرفه
		اتصال T با پخ J یک‌طرفه
		اتصال T با پخ J دوطرفه



۱. وسایل و تجهیزات لازم از قبیل سوهان، برس سیمی، دستگاه سنگ‌برش فیبری و کمان اره را تهیه کنید (شکل ۳-۱۵).
۲. قبل از استفاده از سنگ‌برش فیبری، از سالم بودن دستگاه و کابل آن اطمینان یابید.
۳. قطعه فولادی با ضخامت ۶mm را به کمک اره آهن‌بر یا سنگ‌برش فیبری به اندازه ۵۰×۱۵۰ میلی‌متر برش دهید (شکل ۳-۱۶).
۴. لبه قطعات را به کمک سوهان یا سنگ سنباده فیبری، صاف کرده و پلیسه‌ها را پاک کنید (شکل ۳-۱۷).
۵. لبه قطعه‌کار را در محل اتصال به کمک گونیا کنترل کنید تا سطحی یکنواخت به‌دست آید (شکل ۳-۱۸).



شکل ۳-۱۵



شکل ۳-۱۶



شکل ۳-۱۸



شکل ۳-۱۷



شکل ۳-۱۹

۶. برای ایجاد پیخ، از سوهان یا سنباده فیبری استفاده کنید و با در نظر گرفتن پاشنه جوش ۳ میلی متری، زاویه پیخ را ایجاد کنید (شکل ۳-۱۹ و ۳-۲۰).
 توجه داشته باشید که پاشنه کاملاً موازی و مسطح ایجاد گردد. بدین منظور در هر مرحله لبه کار را با گونیا کنترل کنید (شکل ۳-۲۱).
 ۷. قطعه کار را به هنرآموز محترم خود نشان دهید تا زاویه پیخ و پاشنه را بررسی کند و سپس با نظر ایشان اصلاحات لازم را انجام دهید.
 ۸. ابزار کار را جمع‌آوری کرده و پس از تحویل آن‌ها به انبار، میز کار را نظافت کنید.



شکل ۳-۲۰



شکل ۳-۲۱

ارزشیابی پایانی

۱. برشکاری را تعریف کرده و تجهیزات مورد استفاده در برشکاری را نام ببرید.
۲. براده‌برداری را تعریف کرده و موارد کاربرد آن در جوشکاری را بیان کنید.
۳. پنج روش اصلی برای اتصال قطعات به یکدیگر در جوشکاری را نام ببرید.
۴. شکل‌های مختلف لبه قطعات در آماده‌سازی اتصال برای جوشکاری کدامند؟
۵. هدف از آماده‌سازی لبه‌های اتصال چیست؟
۶. به چه منظوری لبه قطعات را در محل اتصال پخ می‌زنند؟
۷. حالت‌های گوناگون آماده‌سازی قطعات برای اتصال سپری را با رسم شکل نشان دهید.
۸. در چه مواردی از درز لاله‌ای استفاده می‌شود؟
۹. انتخاب نوع پخ در محل اتصال به چه عواملی بستگی دارد؟

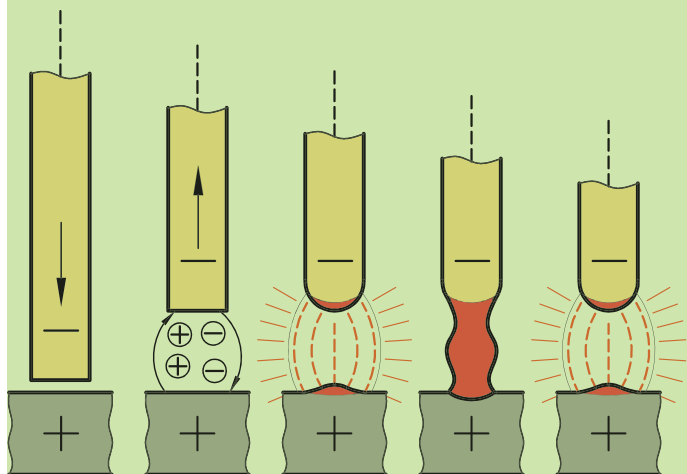
فصل چهارم

برقراری قوس الکتریکی و ایجاد گرده جوش ساده

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

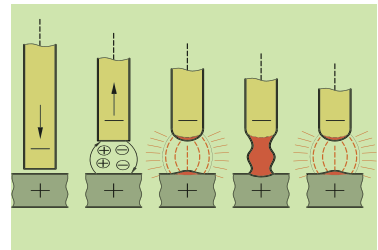
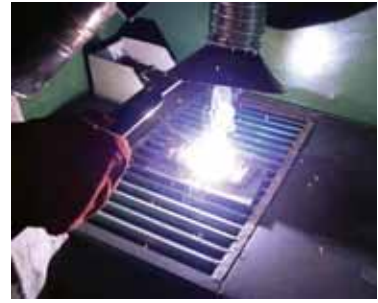
- اصول برقراری قوس الکتریکی را شرح دهد.
- روش‌های ایجاد قوس الکتریکی را بیان کند.
- مقدار شدت جریان را بر اساس ضخامت قطعه و قطر الکترود تعیین کند.
- گرده جوش‌های باریک و کوتاه را ایجاد کند.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به دستگاه‌های جوشکاری و نیز در هنگام انجام جوشکاری را رعایت کند.



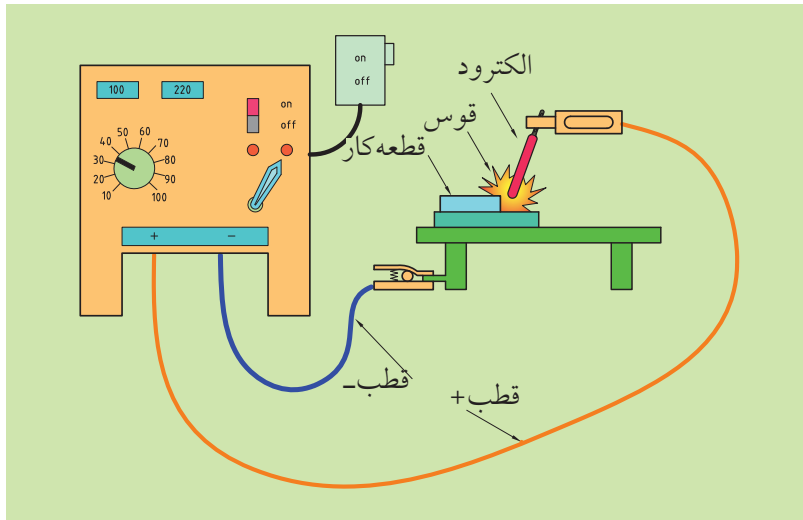
۴-۱ قوس الکتریکی

قوس الکتریکی عبارت است از جریان و حرکت الکترون‌ها از فضای گازی شکلی (یونیزه شده) که بین دو قطب الکتریکی به وجود می‌آید. ایجاد قوس الکتریکی معمولاً با نور، حرارت و صدا همراه است. در جوشکاری از حرارت آزاد شده قوس، برای ذوب قطعات و همچنین الکتروود فلزی استفاده می‌شود (شکل ۴-۱). برای ایجاد قوس الکتریکی بین الکتروود و قطعه کار می‌توان از هر دو نوع جریان متناوب یا مستقیم بهره گرفت.

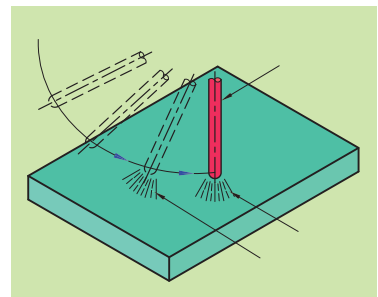
قوس الکتریکی زمانی ایجاد می‌شود که جریان برق در مدار الکتریکی آن که شامل مولد انرژی، کابل‌های اتصال و انبر، الکتروود، و قطعه کار است، برقرار گردد. در چنین حالتی پس از تماس الکتروود با قطعه کار، قوس الکتریکی ایجاد می‌شود (شکل ۴-۲).



شکل ۴-۱



شکل ۴-۲



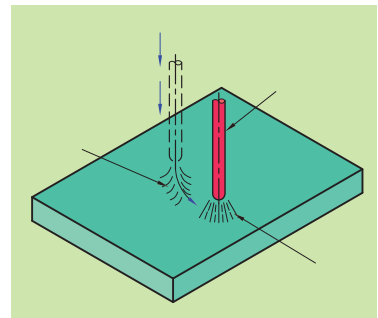
شکل ۴-۳ روش کشیدن الکتروود روی سطح قطعه کار

۴-۲ روش‌های ایجاد قوس الکتریکی

◀ روش کشیدن الکتروود روی سطح قطعه کار (شکل ۴-۳).

◀ روش نوک زدن (شکل ۴-۴).

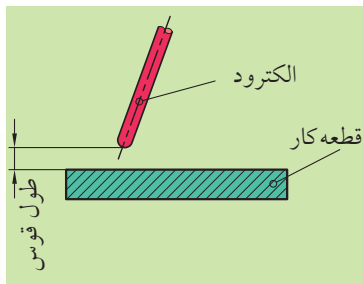
در روش اول، الکتروود را مانند کبریت بر روی سطح کار می‌کشیم و سپس آنرا اندکی از سطح کار دور می‌کنیم تا قوس حفظ شود. این روش چندان دقیق نیست. در روش دوم، قوس الکتریکی در ناحیه‌ای که مورد نظر است تشکیل می‌شود. الکتروود را آهسته پایین آورده و در هنگام تماس نوک الکتروود با کار، باید الکتروود را بالا کشید تا فاصله لازم برای تشکیل قوس فراهم شود.



شکل ۴-۴، روش نوک زدن

۴-۳ طول قوس

عبارت است از فاصله بین نوک الکتروود تا سطح قطعه کار تا هنگامی که قوس برقرار است. (شکل ۴-۵)

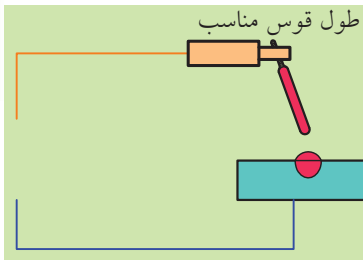


شکل ۴-۵

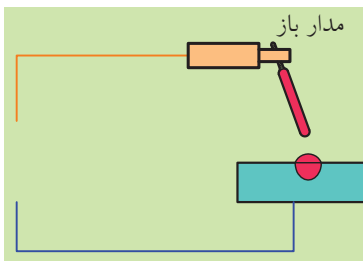
در بیشتر الکتروودهای باریک، طول قوس تقریباً برابر قطر الکتروود است. با ادامه جوشکاری، به دلیل کاهش تدریجی طول الکتروود، بایستی الکتروود را به طور یکنواخت به قطعه کار نزدیک کنید تا طول قوس همواره ثابت بماند.

۴-۴ ولتاژ مدار

در جوشکاری قوس الکتریکی معمولاً از ولتاژ پایین استفاده می‌شود. این میزان در حدود ۴۰-۸۰ ولت است. چون استفاده از ولتاژ بالا، باعث بزرگ‌تر شدن طول قوس می‌شود، به طور معمول فاصله نوک الکتروود از قطعه کار بیشتر شده و انتقال مذاب از الکتروود متمرکز نخواهد بود (شکل ۴-۶).



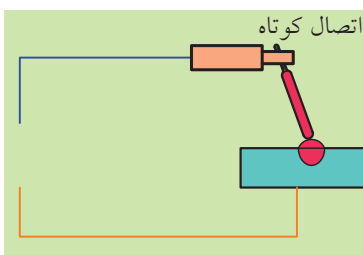
شکل ۴-۶



شکل ۴-۷

۴-۴-۱ ولتاژ مدار باز

زمانی است که نوک الکتروود تا سطح قطعه کار فاصله داشته و دستگاه جوشکاری بدون بار است. در این حالت اختلاف پتانسیل (ولتاژ) بین نوک الکتروود و قطعه کار ماکزیمم بوده و شدت جریان عبوری صفر است (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۸a

۴-۴-۲ اتصال کوتاه

هنگامی که نوک الکتروود به سطح کار بچسبد، اتصال کوتاه اتفاق می‌افتد. در این حالت اختلاف پتانسیل صفر و شدت جریان ماکزیمم است. (شکل ۴-۸a) زمانی که نوک الکتروود به سطح کار چسبیده باید فوراً آنرا از سطح کار جدا کنید. این کار با چرخاندن انبر جوشکاری صورت می‌گیرد. در صورتی که الکتروود با این روش جدا نشد، لازم است دهانه انبر را باز کنید تا الکتروود از آن جدا شود (شکل ۴-۷) و (۴-۸b).



شکل ۴-۸b، الکتروود چسبیده به قطعه کار

۳-۴-۴ ولتاژ قوس

در هنگام تشکیل قوس، شدت جریان افزایش یافته و ولتاژ مدار باز کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی ولتاژ تقریباً به نصف یا کمتر می‌رسد که به آن ولتاژ قوس گویند.

۵-۴ تنظیم شدت جریان در جوشکاری

میزان شدت جریان لازم برای جوشکاری بر اساس ضخامت قطعه کار و قطر مغزی الکتروود و همچنین حالت جوشکاری تعیین می‌گردد. قطر مغزی الکتروودها ۱/۶ تا ۶ میلی‌متر است و کل جریان برق از آن می‌گذرد که باعث ذوب شدن الکتروود و قطعه کار می‌شود. جدول ۴-۱ حدود شدت جریان را بر اساس ضخامت کار و قطر مغزی الکتروود نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱

ضخامت قطعه (mm)	قطر مغزی الکتروود (mm)	حدود شدت جریان (A)
۱/۶	۱/۶	۴۰-۶۰
۲/۵	۲/۵	۵۰-۸۰
۴	۳/۲	۹۰-۱۳۰
۶	۴	۱۲۰-۱۷۰
۸	۵	۱۸۰-۲۷۵
۲۵	۶	۳۰۰-۴۰۰



شکل ۴-۹

۳-۴-۶ تشکیل گرده جوش باریک

پس از توانایی برقراری قوس الکتریکی، بایستی بتوان قوس را حفظ، و حوضچه مذاب را هدایت کرد. برای تشکیل گرده جوش‌های باریک و کوتاه، کافی است الکتروود را به صورت آرام در مسیر جوشکاری هدایت کنید. گرده جوش باریک در صورتی ایجاد می‌شود که الکتروود فقط به صورت خط مستقیم حرکت کند و دارای حرکات جانبی نباشد. (شکل ۴-۱۰)



شکل ۴-۱۰



توانایی برقراری و حفظ قوس الکتریکی و تشکیل گرده جوش باریک



شکل ۴-۱۱

۱. قطعه کاری با ابعاد 100×150 mm و ضخامت ۵ mm آماده کنید. سطح قطعه کار را به کمک برس سیمی، سوهان و سنگ سنباده فیبری از آلودگی‌ها پاک کنید (شکل ۴-۱۱).

۲. تجهیزات ایمنی فردی و حفاظتی در جوشکاری را به کار گرفته و از سالم بودن کابل‌های دستگاه جوشکاری اطمینان یابید. همچنین شیشه ماسک جوشکاری را بررسی کنید و شیشه‌ای با شماره مناسب را به کار بگیرید (شکل ۴-۱۲).

۳. دستگاه را در وضعیت جوشکاری با قطب مستقیم قرار دهید و شدت جریان را روی ۱۲۰ آمپر تنظیم کنید. ابزارهای لازم از قبیل برس سیمی، چکش شلاکه زن و انبر را روی میز کار بگذارید.

۴. پس از روشن کردن تهویه کابین، الکتروود E 6013 را در شیار فک انبر الکتروودگیر قرار دهید. قطعات کار را در وضعیت درست روی میز کار بگذارید (شکل ۴-۱۳ و ۴-۱۴).



شکل ۴-۱۲



شکل ۴-۱۳



شکل ۴-۱۴

۵. پیش از ایجاد قوس، حرکت الکتروود بر روی قطعه کار را با دستگاه خاموش تمرین کنید، و قبل از ایجاد قوس، ماسک را به طور صحیح در جلوی صورت خود قرار دهید.

۶. برقراری قوس را با روش مالش شروع کنید. در این حالت قوس را حدود ۲ cm بالاتر از محل شروع جوشکاری شروع کرده و با نزدیک تر کردن الکتروود به سطح کار، طول قوس را به اندازه مغزی الکتروود حفظ کنید (شکل ۴-۱۶). توجه داشته باشید که زاویه الکتروود در حدود ۷۰-۸۰ درجه نسبت به افق باشد. چندین بار قوس را با این روش ایجاد کنید تا به مهارت‌های اولیه دست یابید.

۷. پس از ایجاد قوس، خال جوش‌های باریکی را با حرکت الکتروود ایجاد کنید (شکل ۴-۱۷).

۸. برقراری قوس الکتریکی را با روش نوک‌زدن نیز انجام دهید. چند بار به آرامی الکتروود را به قطعه کار زده و اندازه ۳-۵ mm به عقب بکشید. پس از حفظ قوس، گرده جوش باریک را بدون نوسان الکتروود، ایجاد کنید (شکل ۴-۱۷).

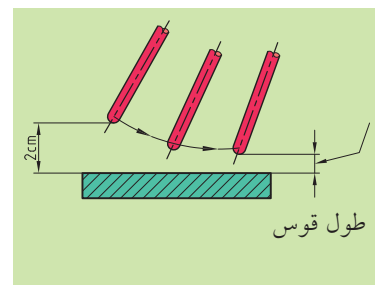
اگر الکتروود با کار تماس پیدا کند و مکث وجود داشته باشد، مدار الکتریکی بسته شده و الکتروود به سطح قطعه کار می‌چسبد.

۹. سطح گرده جوش‌ها را با برس سیمی پاک کرده و به هنرآموز محترم خود نشان دهید.

۱۰. دستگاه جوشکاری را خاموش کنید و پس از تحویل وسایل به انبار، محل کار را نظافت کنید.



شکل ۴-۱۵



شکل ۴-۱۶



شکل ۴-۱۷

نکته

هیچ‌گاه به طور مستقیم و بدون استفاده از ماسک به قوس نگاه نکنید.

ارزشیابی پایانی

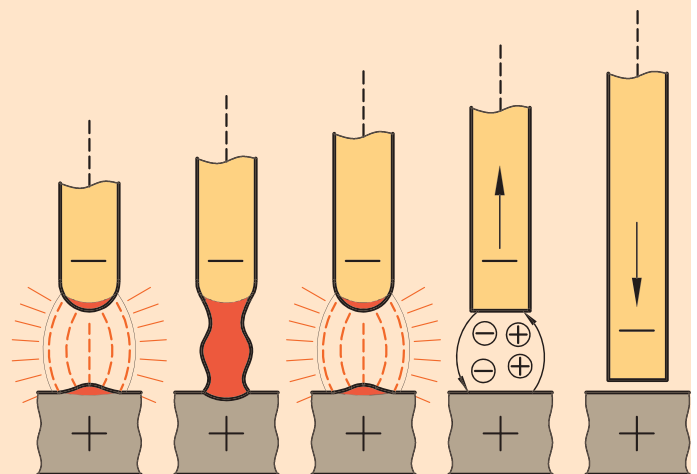
۱. روش‌های ایجاد قوس الکتریکی را نام ببرید.
۲. تشکیل قوس الکتریکی معمولاً در دستگاه‌های AC به صورت و در دستگاه‌های DC به صورت صورت می‌گیرد.
۳. در حالت مدار باز، ولتاژ قوس الکتریکی، و شدت جریان است.
۴. دلایل چسبیدن الکتروود به قطعه‌کار در هنگام تشکیل قوس چیست؟
۵. محدوده ولتاژ و شدت جریان در زمان تشکیل قوس چیست؟
۶. اصول ایمنی لازم در هنگام وقوع اتصال کوتاه را بیان کنید.
۷. دمای قوس الکتریکی چند درجه است؟
۸. مراحل راه‌اندازی وسایل و تجهیزات جوشکاری قوس الکتریکی را بیان کنید.
۹. علامت مشخصه جوشکاری قوسی با الکتروود روکش‌دار در استاندارد AWS چیست؟
۱۰. در هنگام وقوع اتصال کوتاه ماکزیمم (حداکثر) و مینیمم (حداقل) خواهد شد.

فصل پنجم

گرده‌سازی مرکب و ایجاد خط جوش در حالت تخت

◀ هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:
- شرایط مختلف جوشکاری را شرح دهد.
- ابعاد و اندازه‌های جوش را شرح دهد.
- عوامل مؤثر بر جوشکاری را نام ببرد.
- گرده‌جوش و خط جوش‌های ساده را ایجاد کند.
- اصول ایمنی و حفاظتی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را رعایت کند.



وضعیت‌های جوشکاری

- جوشکاری برحسب نیاز و شرایط کاری در حالت‌های مختلفی صورت می‌گیرد که عبارت‌اند از:

- جوشکاری در حالت تخت (سطحی) 1G و 1F (شکل ۵-۱)

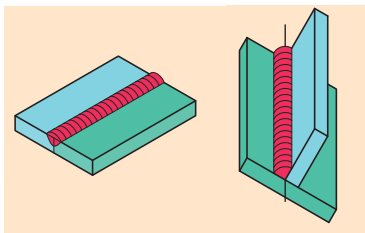
- جوشکاری در حالت افقی 2G و 2F (شکل ۵-۲)

- جوشکاری در حالت سرازیر (عمودی از بالا به پایین) 3G-down (شکل ۵-۳)

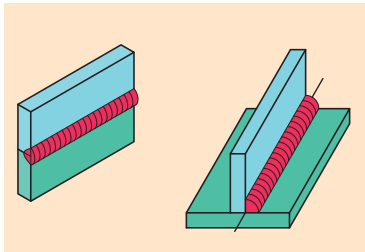
- جوشکاری در حالت سربالا (عمودی از پایین به بالا) 3G-up و 3F-up (شکل ۵-۳)

- جوشکاری سقفی 4G و 4F (شکل ۵-۴)

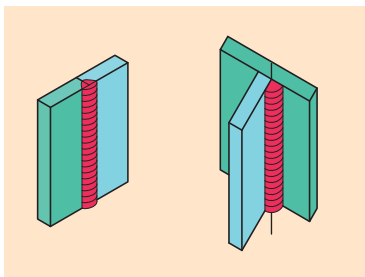
- تسلط در اجرای گرده‌جوش و خط‌جوش در وضعیت تخت، لازمه انجام جوشکاری در سایر حالت‌هاست.



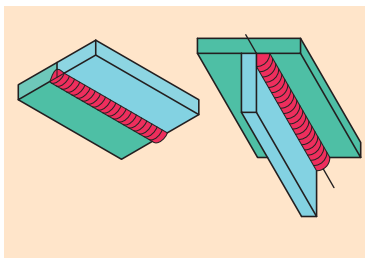
شکل ۵-۱



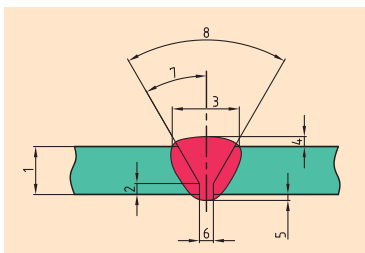
شکل ۵-۲



شکل ۵-۳



شکل ۵-۴



شکل ۵-۵

۵-۱ جوشکاری سطحی (تخت)

برای تشکیل گرده‌جوش‌های مرکب، پس از برقراری قوس الکتریکی و حفظ آن، بایستی حوضچه مذاب به وجود آمده را در جهت مورد نظر هدایت کنیم تا خط‌جوش کامل شود. در حالت تخت، جهت حرکت الکتروود در راستای خط‌جوش بوده و الکتروود با سطح قطعه کار زاویه‌ای ۷۵-۸۰ درجه دارد. (شکل ۵-۵)

۵-۲ ابعاد و اندازه‌های جوش

فرم و اندازه گرده‌جوش، با توجه به مقدار استحکام لازم در اتصالات جوشکاری تعیین می‌گردد. در شکل مقابل مشخصات یک گرده‌جوش آورده شده است. اندازه‌های یک جوش در حالت شیاری (Groove) بر اساس ضخامت قطعه کار (گلوبی) تعیین می‌گردد و در صورت یکی نبودن ضخامت قطعات، اندازه‌ها بر مبنای ضخامت قطعه کوچک‌تر تعیین می‌شود (شکل ۵-۵) و (شکل ۵-۶).

- | | |
|-------------------|-----------------|
| ۱. ضخامت قطعه کار | ۵. نفوذ جوش |
| ۲. پاشنه جوش | ۶. فاصله ریشه |
| ۳. پهنای گرده جوش | ۷. زاویه نیم‌پخ |
| ۴. برجستگی تقویتی | ۸. زاویه پخ |

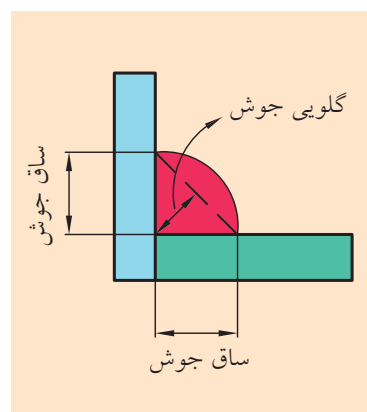
برجستگی تقویتی معمولاً در حدود ۲-۳ میلی متر است که مقادیر کم تر آن باعث کاهش استحکام جوش، و مقادیر بیشتر باعث افزایش هزینه جوش و همچنین تمرکز تنش در کناره های جوش می شود.

در صورتی که جوش به صورت ماهیچه ای (Fillet) انجام شود، اندازه ها بر اساس ساق جوش تعیین می شوند (شکل ۵-۶).

۵-۳ عوامل مؤثر در جوشکاری

مهم ترین عوامل در کیفیت و اندازه گرده جوش عبارت اند از:

۱. سرعت جوشکاری
۲. نوع جریان
۳. آمپر
۴. زاویه الکتروود
۵. طول قوس



شکل ۵-۶



سرعت بالا سرعت کم سرعت مناسب
شکل ۵-۷

۵-۳-۱ سرعت جوشکاری

سرعت جوشکاری را مقدار ذوب الکتروود تعیین می کند و باید به گونه ای انتخاب شود که خط جوشی زیبا ایجاد گردد (شکل ۵-۷). جدول ۵-۱ تأثیر سرعت زیاد و کم پیشروی الکتروود در جوشکاری را نشان می دهد.

جدول ۵-۱

سرعت کم	سرعت بالا
- تشکیل حوضچه مذاب بزرگ	- تولید گرده باریک و نازک
- عدم کنترل مناسب بر حوضچه مذاب	- احتمال سوختگی کناره جوش (under cut)
- سرریز شدن حوضچه مذاب (over lap)	- گرده جوش با برجستگی کم

۲-۳-۵ نوع جریان جوشکاری

برحسب نوع جریان به کار گرفته شده در جوشکاری، کیفیت، عمق نفوذ و ظاهر گرده جوش متفاوت خواهد بود. با ثابت در نظر گرفتن سایر عوامل می توان تفاوت های جوشکاری با جریان مستقیم و متناوب را در جدول ۲-۵ مقایسه کرد.

جدول ۲-۵

جوشکاری با جریان DC	جوشکاری با جریان AC
- تشکیل قوس آرام تر	- بدون انحراف قوس (وزش قوس)
- امکان تغییر قطب	- عمق نفوذ متوسط
- امکان جوشکاری با الکترودهای مختلف	- احتمال پاشش جرقه بیشتر
- احتمال وزش قوس وجود دارد	

۳-۳-۵ میزان آمپر و ولتاژ

مقدار آمپر مورد نیاز برای جوشکاری بر اساس ضخامت قطعه کار، قطر مغزی الکتروود و وضعیت جوشکاری تعیین می گردد. جداول ۳-۵ و ۳-۴ (شکل ۵-۸) و (شکل ۵-۹) تأثیر آمپرهای بالا و پایین را بر کیفیت و ظاهر جوش نشان می دهد.

جدول ۳-۵

شدت جریان پایین	شدت جریان بالا
- ناپایداری قوس	- ذوب کردن قطعه کار
- سرعت جوشکاری کم تر	- ترشح و پاشش ذرات مذاب و جرقه
- ایجاد گرده جوش های بالای سطح کار	- سوختن موضع جوش
- نفوذ کم	- بریدگی کناره جوش
	- تشکیل گرده جوش بی قاعده

جدول ۴-۵

ولتاژ پایین	ولتاژ بالا
- تشکیل گرده جوش بی قاعده	- ترشح و پاشش زیاد مذاب
- گرده جوش بدون نفوذ کافی	- جذب بیشتر هیدروژن به جوش و در نتیجه ایجاد حفره و مک در جوش
- افزایش احتمال حبس سرباره در جوش	



(الف) (ب)

الف) خط جوش با آمپر بالاتر
ب) خط جوش با آمپر پایین تر
شکل ۵-۸

۴-۳-۵ زاویه الکتروود

زاویه الکتروود در جوشکاری سطحی (تخت)، عمود بر سطح قطعه کار و در جهت حرکت با خط قائم، زاویه 10° - 20° می باشد. تغییر زاویه بر ظاهر و کیفیت جوش تأثیر می گذارد. در جدول ۵-۵ اثر این تغییر مقایسه شده است.

جدول ۵-۵

زاویه زیاد (نسبت به افق)	زاویه کم (نسبت به افق)
<ul style="list-style-type: none"> - نفوذ زیادتر - تمرکز فشار قوس به کار و در نتیجه سوختن کناره جوش (under cut) - تجمع سرباره در کناره جوش 	<ul style="list-style-type: none"> - گرده جوش با موج های غیر هم شکل و ناصاف - نفوذ کم تر - جرقه بیش از حد

۵-۳-۵ طول قوس

تأثیرات طول قوس بلند و کوتاه در جدول ۵-۶ با هم مقایسه شده است:

جدول ۵-۶

طول قوس کوتاه	طول قوس بلند
<ul style="list-style-type: none"> - سوار شدن گرده جوش ها روی هم - موج های غیر یکسان و غیر هم شکل - احتمال خفه شدن قوس - احتمال چسبیدن الکتروود به قطعه کار 	<ul style="list-style-type: none"> - ترشح و پاشش مذاب - ظاهر جوش بدمنظر می شود - افزایش پهنای جوش - نفوذ کم و گرده تقریباً تخت



شکل ۵-۹

پاشش ذرات مذاب بر روی کار

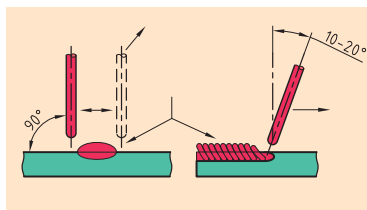


سرعت بالا سرعت کم طول قوس کم طول قوس زیاد خط جوش نرمال آمپر پایین آمپر بالا

شکل ۵-۱۰ تأثیر پارامترهای مختلف بر روی ظاهر و کیفیت خط جوش

۵-۵ حرکات عرضی الکتروود

در صورت نیاز به گرده جوش پهن، بانوسان الکتروود به سمت راست و چپ پیشروی کنید (شکل ۵-۱۱) تا خط جوش پهن تری ایجاد شود. در این حالت خط جوش بافته به وجود می آید شکل (۵-۱۲) که پهنای جوش معمولاً از سه برابر قطر الکتروود بیشتر نیست.

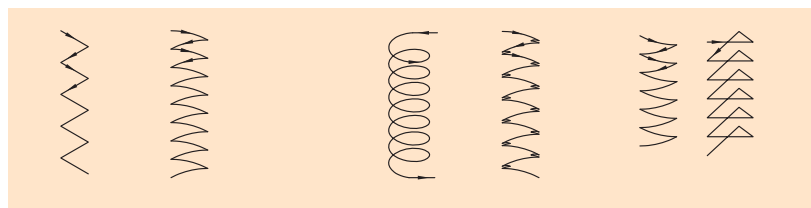


شکل ۵-۱۱ حرکت نوسانی به چپ و راست

(شکل ۵-۱۳) چند الگوی رایج برای نوسان الکتروود را نشان می دهد.



شکل ۵-۱۲ خط جوش بافته



شکل ۵-۱۳ گونه های مختلف نوسان الکتروود



۱. قطعه کار با ابعاد $150 \times 100 \text{ mm}$ و ضخامت 5 mm را آماده سازید و سطح آن را از آلودگی و زنگ زدگی پاک کنید (شکل ۵-۱۴).

۲. برای ایجاد خط جوش در خط مستقیم، به کمک سنبه نشان نقاطی را به فاصله 1 cm از هم و در امتداد یک خط راست ایجاد کنید (شکل ۵-۱۵).

تجهیزات ایمنی لازم را به کار گرفته و تهویه را روشن کنید.

۳. دستگاه جوش را روشن کنید و شدت جریان را بر روی $110A$ با قطب مستقیم تنظیم کنید (شکل ۵-۱۶).

۴. از الکتروود روتایلی E6013 استفاده کنید. دقت کنید که قطعه کار تماس الکتریکی کافی با میز داشته باشد. قوس را شروع کنید و زوایای الکتروود را در هنگام کار تحت کنترل داشته باشید.

۵. خط جوش های اول را بدون نوسان ایجاد کنید. در هنگام ایجاد خط جوش، سرعت حرکت و طول قوس را همزمان به طور یکنواخت نگه داشته و آن ها را به طور مرتب کنترل کنید.

۶. پس از هر خط جوش، گل جوش را پاک کرده و آن را با برس سیمی تمیز کنید. خط جوش ها را یکی در میان بر روی قطعه کار ایجاد کنید (شکل ۵-۱۷).



شکل ۵-۱۴



شکل ۵-۱۵



شکل ۵-۱۷



شکل ۵-۱۶



شکل ۵-۱۸

۷. بین خطوط را با همان شرایط جوشکاری کنید و همین مراحل را برای پشت قطعه کار نیز به ترتیب اجرا کنید تا مهارت خود را در ایجاد خط جوش بالا ببرید.
 ۸. قطعه کار دیگری با همین ابعاد تهیه کنید و مسیر خط جوش را با سنبه مشخص سازید. برای ایجاد خط جوش در این حالت به صورت نوسانی عمل کنید. توجه داشته باشید که در چنین شرایطی کنترل حوضچه مذاب مشکل تر است (شکل ۵-۱۸).

۹. سعی کنید پهنای جوش بیش از حد زیاد نباشد (حدوداً سه برابر مغزی الکتروود). برای جلوگیری از بریدگی کناره جوش، لحظه ای در گوشه ها مکث کنید (شکل ۵-۱۹).

۱۰. خطوط را یکی در میان جوشکاری کرده و سپس بین خطوط را جوشکاری کنید (شکل ۵-۲۰).

۱۱. جوشکاری را آنقدر تکرار کنید تا مهارت خود را در ایجاد خط جوش به صورت نوسانی و بدون نوسان بالا ببرید. در هر مرحله کار را به هنرآموز محترم خود نشان داده و اصلاحات لازم را انجام دهید.

۱۲. دستگاه را خاموش کنید و پس از تحویل وسایل به انبار، محل کار را نظافت کنید.



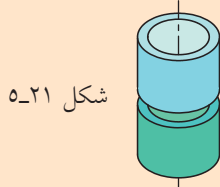
شکل ۵-۱۹



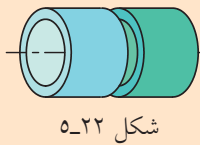
شکل ۵-۲۰

ارزشیابی پایانی

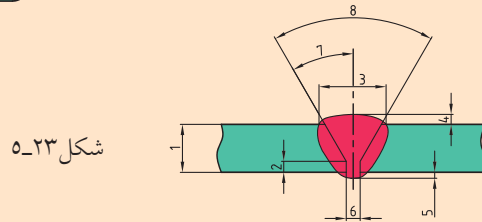
۱. علامت مشخصه جوش های شیاری و ماهیچه ای در استاندارد AWS چگونه است؟
۲. در استاندارد AWS، جوشکاری در حالت تخت با عدد ، در حالت افقی با عدد ، در حالت عمودی با عدد و در حالت سقفی با عدد مشخص می شوند.



۳. جوشکاری لوله در حالتی که محور آن عمودی باشد، چگونه مشخص می شود؟



۴. جوشکاری لوله در حالتی که محور آن افقی و لوله ثابت باشد، چگونه مشخص می شود؟



۵. مشخصات جوش را در شکل مقابل تعیین کنید.

۶. اگر ضخامت قطعات برای جوش یکسان نباشد، اندازه های جوش بر اساس قطعه محاسبه می شوند.
۷. عوامل مؤثر بر کیفیت و اندازه گرده جوش در جوشکاری قوس الکتریکی را بیان کنید.
۸. تأثیر زاویه الکتروود نسبت به سطح قطعه و مسیر جوش چگونه است؟
۹. منظور از سوختگی کناره جوش (under cut) و سررفتگی جوش (over lap) چیست؟
۱۰. در صورتی که طول قوس بیش از حد کم باشد، چه اتفاقی می افتد؟
۱۱. سرعت زیاد پیشروی الکتروود و حرکت بیش از اندازه دست، چه تأثیری بر جوش می گذارد؟
۱۲. چه عواملی بر روی ابعاد جوش در هنگام آماده سازی لبه قطعات تأثیر دارند؟
۱۳. برای جلوگیری از سوختن کناره جوش چه اقداماتی باید صورت گیرد؟
۱۴. روش های پیش گیری از سررفتگی جوش را نام ببرید.

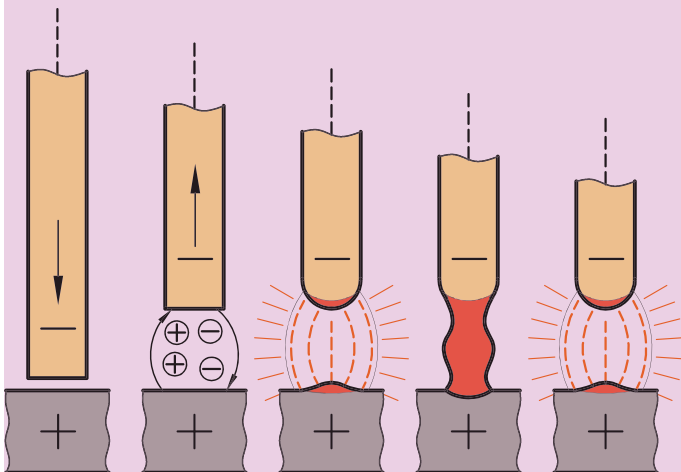
فصل ششم

شروع مجدد جوشکاری و قطع قوس

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- روش درست شروع مجدد قوس را به کار بندد.
- روش‌های قطع قوس را بیان کند.
- خط جوش را تا انتها با روش‌های صحیح انجام دهد.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به شروع قوس الکتریکی و جوشکاری را در حین انجام کار رعایت کند.



۶۱ آغاز مجدد جوشکاری

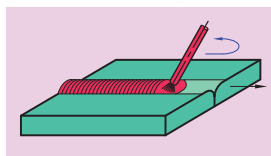
در بسیاری از مواقع در هنگام جوشکاری الکتروود تمام می‌شود و یا ممکن است به هر علتی قوس قطع شود. به همین دلیل باید روش درست آغاز مجدد جوشکاری را فراگرفت تا کار جوشکاری دوباره به خوبی آغاز گردد و گرده جوش مناسب با استحکام کافی به دست آید. برای شروع مجدد قوس باید نخست اطراف حوضچه مذاب را از گل جوش و سربراره توسط برس سیمی پاک کرد. محل شروع قوس را حدوداً ۶ mm قبل از لبه جلویی حفره جوش شروع کرده و با حرکت به سمت بالای حفره جوش (گرده جوش)، حرکت نوسانی الکتروود به سمت حفره مذاب را شروع می‌کنیم و خط جوش را در جهت جوشکاری، ادامه می‌دهیم (شکل ۶۱).

زمانی که قوس در جلوی حفره جوش ایجاد شد و الکتروود به سمت عقب حفره هدایت گردید، با ادامه جوشکاری نشانه‌های ایجاد قوس از بین می‌رود (شکل ۶۲).

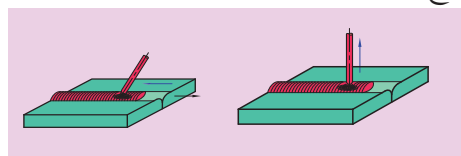
۶۴ پایان خط جوش و قطع قوس

پایان دادن به خط جوش از اهمیت بالایی برخوردار است. اگر جوشکار نتواند خط جوش را به صورت مناسبی تمام کند، یک گودی در انتهای خط جوش ایجاد می‌شود که محل تجمع آلودگی‌ها و سربراره خواهد بود و باعث ایجاد ترک یا سوراخ در گرده جوش می‌گردد (شکل ۶۳).

الکتروود ذوب شود و به انتها رسیده باشد، لازم است که قوس را با دقت قطع کرد. چنانچه در پایان، خط جوش الکتروود را به تدریج به روی حوضچه مذاب چرخ داده و به آهستگی از سطح کار دور می‌کنیم تا با این کار از ایجاد چاله در انتهای خط جوش جلوگیری کنیم. در روش دیگر برای پایان خط جوش، به اندازه ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر به آرامی بر روی گرده جوش برگشته و پس از یک لحظه مکث، قوس را قطع می‌کنیم. در این روش شروع مجدد قوس بهتر صورت می‌گیرد. (شکل ۶۴) در محل آغاز و پایان خط جوش ممکن است عیب‌هایی ایجاد شود که ضرورت شروع درست و به پایان رساندن مناسب قوس را به اثبات می‌رساند.

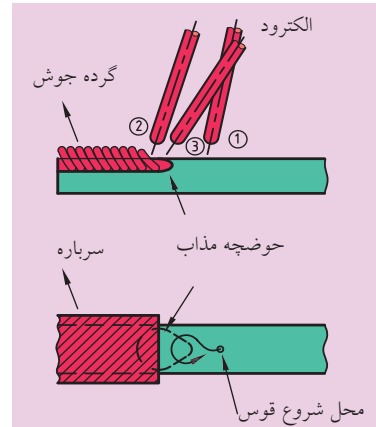


روش اول



شکل ۶۵

روش دوم



شکل ۶۱



(a) شروع مجدد ناقص



(b) شروع مجدد صحیح

شکل ۶۲



(a) قطع قوس صحیح

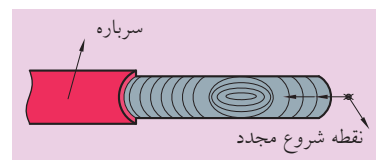


(b) قطع قوس صحیح



(c) قطع قوس ناقص

شکل ۶۳



شکل ۶۴



دستور کار

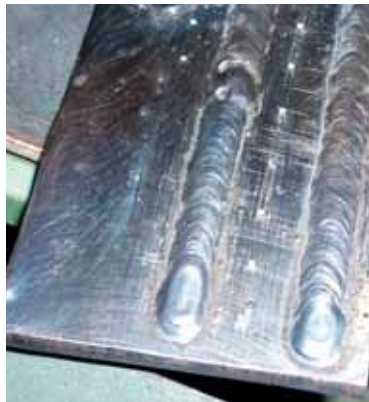
قطع قوس و شروع مجدد قوس در جوشکاری قوس الکتریکی



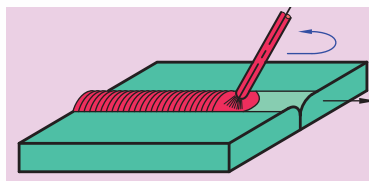
شکل ۶۶



شکل ۶۷



شکل ۶۱۰



شکل ۶۱۱

۱. یک قطعه فولادی به ضخامت ۵ تا ۱۰ میلی‌متر و با ابعاد ۱۵۰ × ۵۰ میلی‌متر آماده سازید و سطح آن را به کمک برس سیمی یا سنباده تمیز کنید (شکل ۶۶).
 ۲. برای مشخص بودن مسیر خط جوش، به کمک سنبه نشان یا سنگ صابون، خط مستقیمی ایجاد کنید (شکل ۶۷).

۳. با رعایت اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری، دستگاه را در حالت قطب مستقیم $[-]$ قرار دهید. برای ایجاد خط جوش از الکتروود E6013 استفاده کنید و آمپر را روی ۱۲۰ تنظیم کنید. (شکل‌های ۶۸ و ۶۹)



شکل ۶۸



شکل ۶۹

۴. خط جوشی به اندازه ۵ cm ایجاد کرده و برای قطع قوس آماده شوید. دقت شود که قطع قوس به درستی اجرا گردد تا در هنگام شروع مجدد قوس، مشکل و عیبی به وجود نیاید. قطع قوس را با هر دو روش انجام دهید (شکل ۶۱۰).
 ۵. در روش اول، در پایان خط جوش و در محل حوضچه مذاب، الکتروود را به صورت نیم‌دایره حرکت داده و با کمی مکث، الکتروود را از کار جدا سازید (شکل ۶۱۱).



نکته

بیشتر آزمون‌های جوشکاری در مقاطعی انجام می‌شود که جوشکار ناگزیر است در محلی جوشکاری را قطع کند و سپس آن را با روش صحیح از سر گیرد.

در صورتی که در محل قطع قوس، حفره ایجاد شده باشد، قطع قوس به صورت صحیح انجام نگرفته است. در این صورت خط جوش‌هایی ایجاد کرده و قطع قوس با این روش را تمرین کنید.

۶. برای قطع قوس در روش دوم، الکتروود را به اندازه ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر بر روی گرده جوش برگردانید. برگردان الکتروود باید به آرامی صورت گیرد تا حوضچه مذاب محفوظ بماند.

۷. قوس را برای یک لحظه نگه‌داشته و سپس قطع کنید.

در این روش انتهای گرده جوش شکل مناسبی دارد و به حفظ شکل گرده جوش در هنگام شروع مجدد قوس، کمک خواهد کرد (شکل ۶-۱۲).

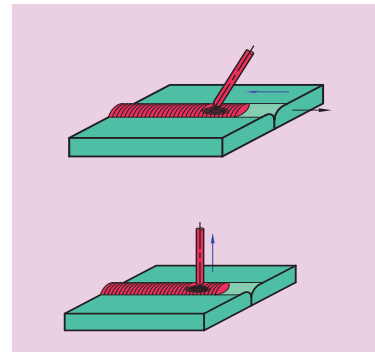
۸. برای شروع مجدد قوس الکتریکی، نخست محل شروع قوس را پاک کنید. برای این کار می‌توانید به کمک چکش شلاکه‌زن و برس سیمی، ۲۵ میلی‌متر از انتهای گرده جوش را از سرباره پاک کنید.

۹. حدود ۱۰ میلی‌متر جلوتر از گرده جوش، قوس را شروع کرده و به بالای حوضچه مذاب حرکت کنید. سپس دوباره مسیر خط جوش را ادامه دهید (شکل ۶-۱۴ و شکل ۶-۱۵).

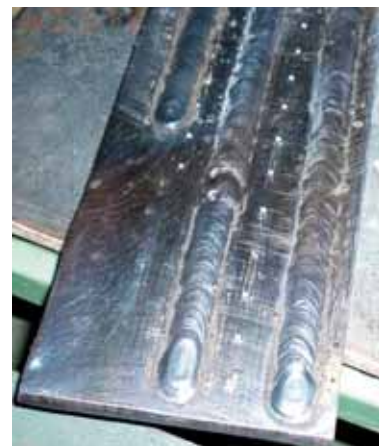
۱۰. در صورتی که الکتروود به انتها رسید، نکات لازم در مورد قطع قوس را به کار بندید.

۱۱. قطعه را به هنرآموز محترم خود نشان داده و اصلاحات لازم را انجام دهید (شکل ۶-۱۶).

۱۲. پس از خاموش کردن دستگاه، وسایل را به انبار تحویل دهید و محل کار را نظافت کنید.



شکل ۶-۱۲



شکل ۶-۱۳



شکل ۶-۱۴



شکل ۶-۱۶



شکل ۶-۱۵

ارزشیابی پایانی

۱. در چه شرایطی به شروع مجدد قوس جوشکاری نیاز است؟
۲. اقدامات لازم برای شروع مجدد قوس و ادامه خط جوش را بنویسید.
۳. معایبی که در اثر قطع قوس نامناسب به وجود می آید را شرح دهید.
۴. روش های درست قطع قوس و پایان خط جوش را بیان کنید.
۵. چگونه می توان روی گرده جوش موجود، دوباره قوس ایجاد کرد؟

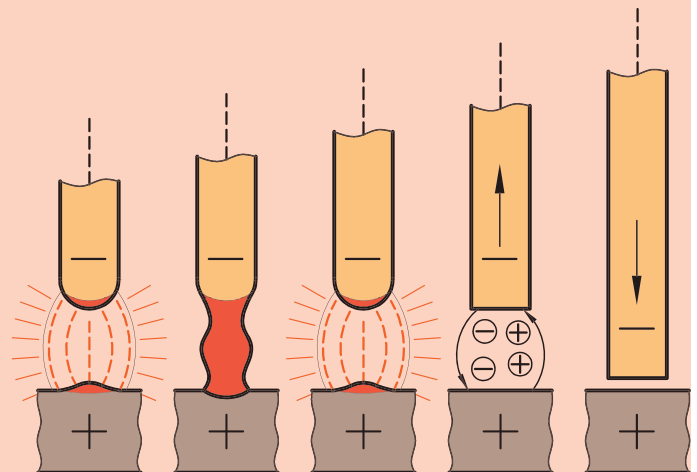
فصل هفتم

شناسایی الکترودها و کاربرد آنها

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- انواع الکترودها را شناخته و کدهای استاندارد آنها را مشخص کند.
- طبقه‌بندی الکترودها را از نظر جنس و روکش بنویسد.
- موارد کاربرد هر یک از انواع الکترودها را نام ببرد.
- روش‌های نگه‌داری الکترودها را شرح دهد.



مقدمه

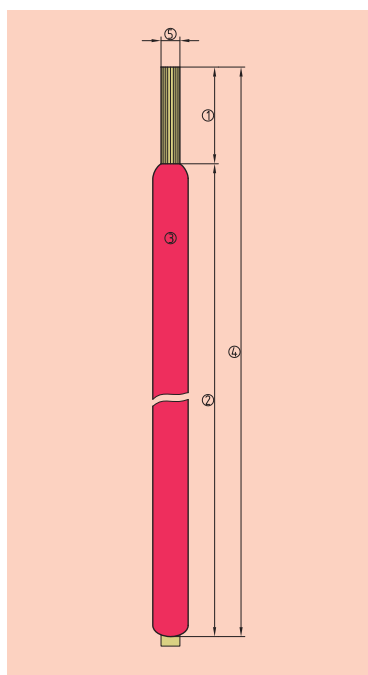
الکتروده به معنای حامل الکتریسیته بوده و در جوشکاری به میله‌ای فلزی یا غیر فلزی گفته می‌شود که در مدار جوشکاری قرار گرفته و جریان الکتریسیته را به محل قوس الکتریکی می‌رساند. الکتروده به عنوان ماده اولیه و اصلی جوشکاری قوس الکتریکی به صورت روکش دار یا بدون روکش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۷-۱ انواع الکترودها

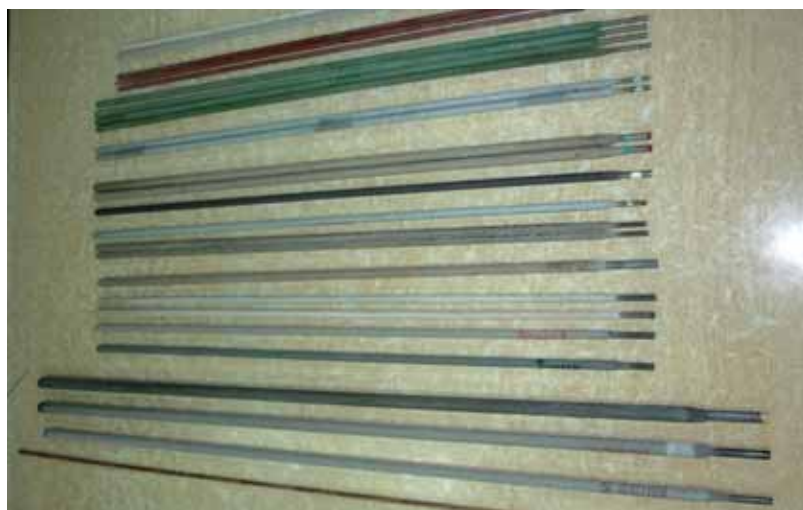
الکترودها در حالت کلی به دو دسته ذوبی و غیر ذوبی تقسیم می‌شوند. الکترودهای غیر ذوبی در پروسه‌هایی همچون جوشکاری آرگون (TIG) به کار می‌روند که الکتروده فقط وظیفه برقراری قوس را داشته و مفتول پرکننده به طور جداگانه به محل جوشکاری تغذیه می‌شود و حوضچه مذاب توسط گاز محافظ، محافظت می‌شود (شکل ۷-۱). الکترودهای ذوبی که کاربرد گسترده و عمومی تری دارند در پروسه‌هایی همچون جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروده روپوش دار (SMAW) به کار می‌روند. این نوع الکترودها شامل یک مغزی فلزی بوده که روی آن لایه‌ای با ترکیبات ویژه پوشانده است. در انتهای هر الکتروده یک بخش بدون روکش وجود دارد که برای گرفتن الکتروده توسط انبر جوشکاری در نظر گرفته شده است (شکل ۷-۲ و ۷-۳).



شکل ۷-۲



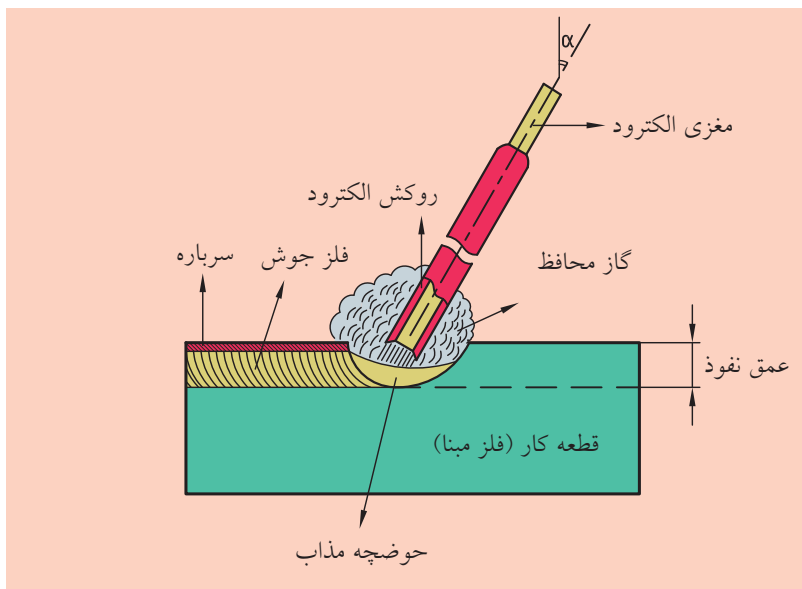
شکل ۷-۳



شکل ۷-۱

۷-۲ ساختمان الکترودهای ذوبی روپوش دار

۱. **مغزی الکتروود؛** میله‌ای فلزی است که در سرتاسر الکتروود ادامه دارد و در هنگام ذوب با لبه‌های قطعه کار حوضچه مذاب را تشکیل داده و اتصال را ایجاد می‌کنند. قسمت زیادی از فلز جوش توسط مغزی الکتروود تأمین می‌شود، بنابراین مواد موجود در مغزی الکتروودها باید به گونه‌ای انتخاب شوند که با ترکیبات موجود در فلز مبنا سازگار باشند (شکل ۷-۴).

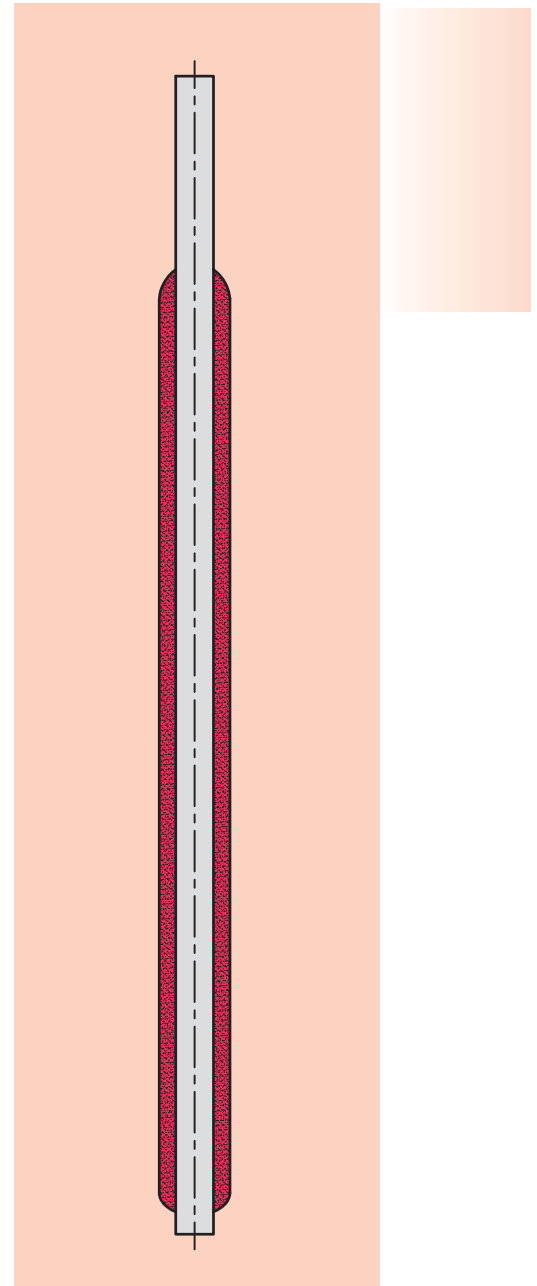


شکل ۷-۴

۲. **روکش الکتروودها؛** ترکیبی از مواد آلی و معدنی است که با اهداف خاص و با توجه به شرایط کاری ساخته می‌شود. این روکش سرتاسر مغزی را پوشانده (به جز قسمت انتهایی) و در هنگام ذوب میله الکتروود، ذوب شده و بر خواص جوش تأثیر بسزایی دارد (شکل ۷-۵).

مهم‌ترین وظایف روکش الکتروودها عبارت‌اند از:

- جلوگیری از اکسید شدن جوش از طریق ایجاد دود و گازهای محافظ در اطراف منطقه مذاب
- تشکیل سرباره بر روی جوش به منظور جلوگیری از سرد شدن سریع مذاب.
- در غیر این صورت مذاب به سرعت سرد شده و جوش شکننده می‌شود.



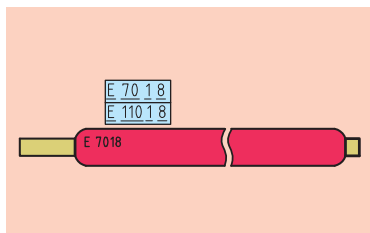
شکل ۷-۵



شکل ۷-۶



شکل ۷-۷



شکل ۷-۸

- افزودن ترکیبات مناسب به فلز مذاب جهت تقویت فلز جوش و افزایش نرخ رسوب جوش.

- عناصر موجود در روکش الکتروود بر روی فرم و ظاهر گرده جوش (از نظر برجستگی و فرورفتگی) تأثیر می‌گذارند (شکل ۷-۶ و ۷-۷).

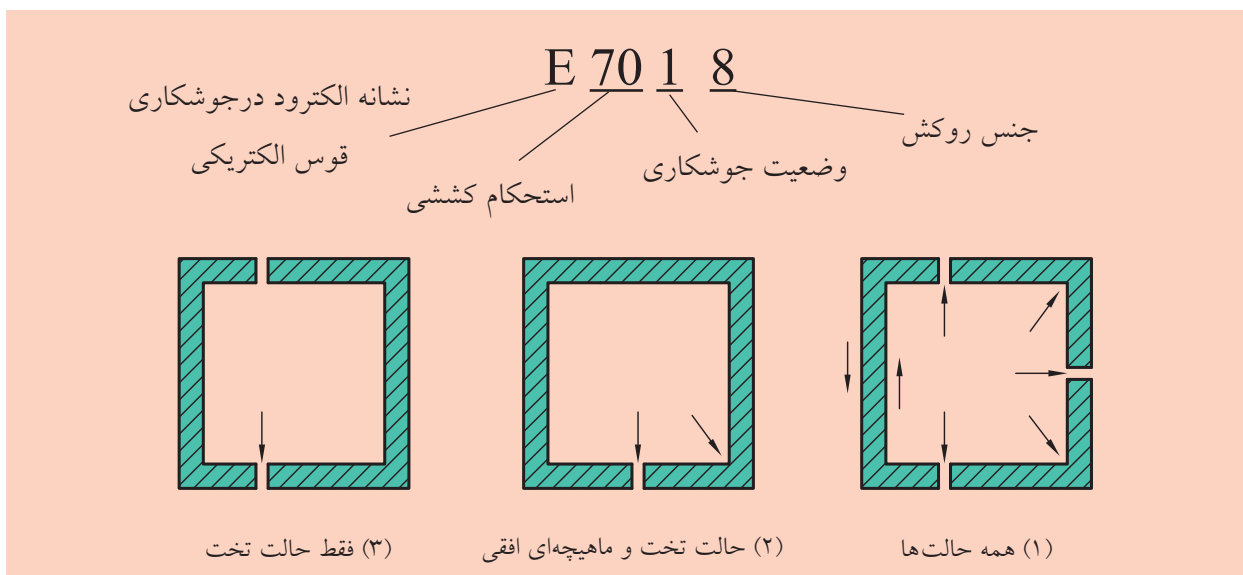
۳. کد استاندارد الکتروودها؛ الکتروودها در استانداردهای گوناگون و به روش‌های مختلفی مشخص می‌شوند.

در استاندارد جوش امریکا (AWS)، کدهای الکتروود به صورت حروف و اعداد تعریف می‌شوند. همچنین الکتروودها به صورت کدهای رنگی نیز مشخص می‌شوند.

در استاندارد الکتروودها (ASME) آن‌ها با یک حرف و چهار رقم (یا پنج رقم) مشخص می‌شوند (شکل ۷-۸).

- حرف اول «E» نشانه الکتروود در جوشکاری قوس الکتریکی است.
- دو عدد بعد در کدهای چهاررقمی (یا سه عدد در کدهای پنج رقمی) نشانه استحکام کششی فلز جوش بر حسب کیلوپوند بر اینچ مربع است.

- رقم دوم از سمت راست بیانگر وضعیت قابل جوشکاری با الکتروود است. عدد ۱ برای جوشکاری در تمام حالت‌ها، عدد ۲ برای جوشکاری در حالت سطحی و یا جوش ماهیچه‌ای در حالت افقی و عدد ۳ برای جوشکاری در حالت تخت به کار می‌رود (شکل ۷-۹).



شکل ۷-۹

- رقم اول از سمت راست بیانگر نوع روکش الکتروود و نوع جریان برق قابل استفاده برای آن است. این رقم می‌تواند بین ۰ تا ۸ باشد. جدول ۷-۱ ویژگی‌های الکتروودهای موجود را نشان می‌دهد.

جدول ۷-۱

نوع جریان	نوع روکش	رقم آخر
DCRP	سلولزی	۰
DCRP و AC	سلولزی	۱
DCRP و AC	روتایلی	۲
DCRP و DCSP و AC	روتایلی	۳
DCRP و DCSP و AC	روتایلی با پودر آهن ۳۰٪	۴
DCRP	قلیایی	۵
DCRP و AC	قلیایی	۶
DCRP و DCSP و AC	اسیدی با پودر آهن ۵۰٪	۷
DCRP و DCSP و AC	قلیایی با پودر آهن ۲۵٪	۸
DCRP و DCSP و AC	اکسیدی	۲۰

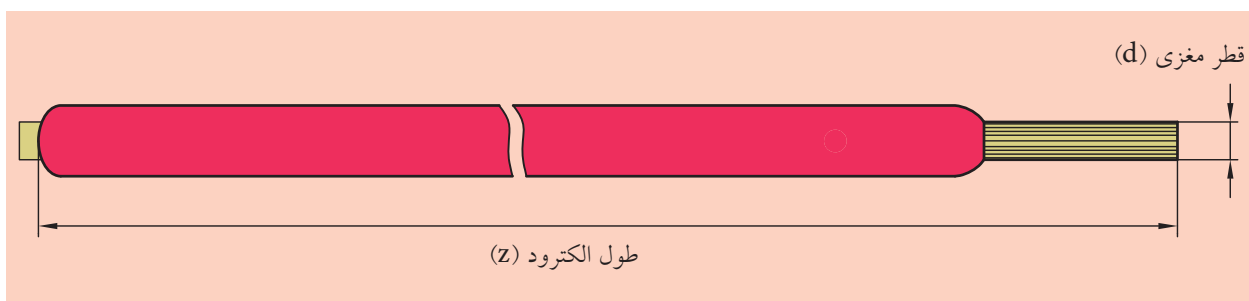


شکل ۷-۱۰

جدول ۷-۲

طول الکتروود (mm)	قطر الکتروود (mm)
150	2
200	2/5
250	3/25
300	4
350	5
400	6
450	8

۴. طول و قطر الکتروود؛ طول میله الکتروودها به صورت استاندارد و متناسب با قطر آن‌ها دسته‌بندی شده است. جدول ۷-۲، اندازه الکتروودها را بر اساس استاندارد AWS نمایش می‌دهد.



شکل ۷-۱۱

۷-۳ جنس روکش الکترودها

گروه‌بندی الکترودها بر اساس ترکیب شیمیایی و نسبت آن‌ها صورت می‌گیرد.

◀ الکترودهای سلولزی

جنس روکش این الکترودها از تیتانیم سفید و مقداری سلولز است. از این الکترودها در جوشکاری پاس ریشه استفاده می‌شود. حجم سرباره آن‌ها کم بوده و به راحتی از روی کار کنده می‌شود. به دلیل وجود هیدروژن در ترکیبات روکش، حرارت بالایی ایجاد شده و عمق نفوذ جوش افزایش می‌یابد.



شکل ۷-۱۲

◀ الکترودهای روتاییلی

ماده عمده تشکیل‌دهنده روکش این الکترودها اکسید تیتانیم (روتایل) است که باعث آرام‌تر شدن قوس می‌گردد. جوشکاری با این نوع الکترودها در هر حالتی و با هر جریانی امکان‌پذیر است و ظاهر جوش نیز مناسب‌تر خواهد بود. به همین دلیل بیشترین کاربرد را در بین انواع الکترودها دارد.

◀ الکترودهای قلیایی

این نوع الکترودها به علت کم بودن میزان هیدروژن، بهترین نوع الکترودها به‌شمار می‌رود و بسیار جاذب رطوبت است و باید قبل از به‌کارگیری، آن‌ها را در خشک‌کن قرار دهید. روکش این نوع الکترودها حاوی کربنات کلسیم، منیزیم و پودر آهن است و در مواردی که در مقابل ترک برداشتن حساس باشد، کاربرد بیشتری دارد.

◀ الکترودهای اکسیدی

در پوشش این نوع الکترودها مقادیر زیادی اکسید آهن و سیلیکات‌های طبیعی وجود دارد. عمق نفوذ آن کم بوده و حجم سرباره زیاد است، به همین دلیل در کارهای معمولی که به استحکام بالایی نیاز ندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. ظاهر جوش آن در گوشه‌های گوشه یک پایه مناسب است.



شکل ۷-۱۳

◀ الکترودهای اسیدی

مواد عمده تشکیل‌دهنده روکش این الکترودها شامل اکسیدها، سیلیکات‌ها و کربنات‌های منگنز و آهن است.

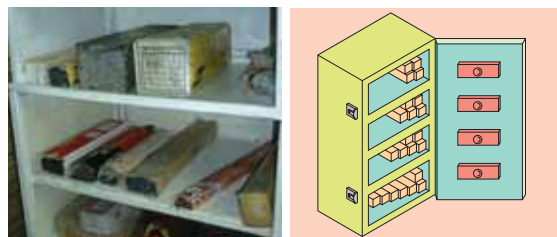
سرباره جوشکاری با این الکتروود پر حجم بوده و به راحتی از روی کار جدا می شود. منگنز ویسکوزیته سرباره را کاهش داده و در شکل ظاهری جوش مؤثر است. جدول ۷-۳ نمونه هایی از الکتروودها و موارد کاربرد آنها را نشان می دهد.

جدول ۷-۳

ویژگی ها و موارد کاربرد	نوع الکتروود	الکتروود (ASME)
جوشکاری پاس اول ریشه، با نفوذ ریشه ها	سلولزی	E6010 E6011
جوشکاری فولادهای ساختمانی و ورقها در تمام حالتها	روتاییلی	E6013
جوشکاری فولادهای پرکربن و روکش مقاوم	قلیایی	E7016
جوشکاری مخازن تحت فشار و فولاد پرکربن	قلیایی	E7018
گرده جوش های مناسب در جوشکاری های تخت و افقی درز گوشه و لب به لب	اکسیدی	E7020
حاوی ۵۰٪ پودر آهن با نرخ رسوب بالا- جهت جوشکاری درز لب به لب	اکسیدی	E6027

۷-۴ نگه داری از الکتروودها

الکتروودها معمولاً جاذب رطوبت هستند و در چنین شرایطی از خواص و کیفیت آنها کاسته می شود. به طور معمول الکتروودها را در بسته بندی های عایق یا بسته های فلزی و پلاستیکی به بازار عرضه می کنند. الکتروودهای روکش دار همچنین باید در مقابل ضربه و فشار و همچنین چرب شدن روکش، محافظت شوند (شکل ۷-۱۴).



شکل ۷-۱۴

◀ گرم کن های الکتروود

گرم کن ها (کوره) برای خشک کردن و آماده سازی الکتروودها پیش از جوشکاری مورد استفاده قرار می گیرند. گرم کن می تواند به صورت دستی و همراه هر جوشکاری باشد که حداکثر ظرفیت آنها یک بسته الکتروود است (شکل ۷-۱۵). در کارگاهها با حجم مصرف الکتروود بالا از گرم کن های بزرگ تر استفاده می شود (شکل ۷-۱۶).



شکل ۷-۱۵



شکل ۷-۱۶



شناسایی و خواندن الکترودها و ایجاد خط جوش با انواع الکترودها



شکل ۷-۱۷



شکل ۷-۱۸



شکل ۷-۱۹



شکل ۷-۲۰

۱. از انواع الکترودهای موجود در کارگاه یک نمونه را انتخاب کنید (شکل ۷-۱۷).
 ۲. نوع کدگذاری آنرا تعیین کنید. کدها ممکن است به صورت رنگی یا بر اساس استانداردهای مختلفی باشند. بیشتر الکترودها دارای کدهای AWS هستند (شکل ۷-۱۸).

۳. بر اساس کد استاندارد، نوع الکتروود و روکش آنرا تعیین کنید.

۴. روکش الکتروود را بررسی کنید تا بدون شکست یا خمیدگی باشد.

۵. برای تشخیص رطوبت در الکترودها می توان از طریق وزن کردن یا حرکت دادن چند الکتروود در کف دست و صدای ایجاد شده در آنها، عمل کرد (شکل ۷-۱۹).

۶. الکترودهای مرطوب را در گرم کن قرار داده و دمای آنرا بر اساس اطلاعات روی پاکت الکتروود تنظیم کنید. دمای خشک کردن از 150°C درجه تا 250°C متغیر است.

۷. پس از مدت زمان معین الکترودها را از گرم کن خارج کنید (شکل ۷-۲۰). کم یا زیاد بودن زمان خشک کردن باعث خراب شدن الکترودها می شود.

۸. اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری را رعایت کنید و سپس گرده جوش ها و خط جوش هایی را با هر یک از الکترودها ایجاد کنید (شکل ۷-۲۱).

۹. سرباره جوش ها را پاک کرده و کیفیت آنها را از نظر ظاهری با هم مقایسه کنید. نتیجه مقایسه را در یک گزارش یا جدول به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.

۱۰. در پایان دستگاه را خاموش کرده و پس از تحویل وسایل به انبار، محل را نظافت کنید.



شکل ۷-۲۱

ارزشیابی پایانی

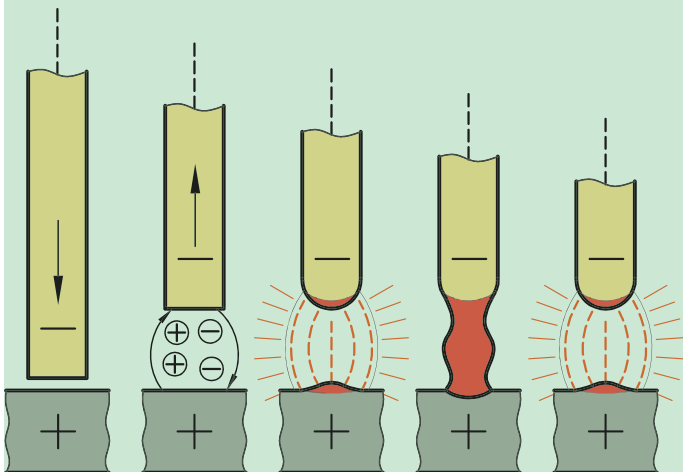
۱. وظیفه روکش الکترودها چیست؟
۲. مزایای جوشکاری با الکتروود سلولزی را بنویسید.
۳. موارد کاربرد الکترودهای قلیایی را بیان کنید.
۴. الکترودهای 7018-E، 6013-E، 6011-E را از نظر کاربرد و کیفیت خط جوش با استفاده از جدول مشخصات الکترودها مقایسه کنید.
۵. الکترودهای ذوبی و غیرذوبی را با هم مقایسه کنید.
۶. روش نمایش الکترودها بر اساس استاندارد AWS چگونه است؟
۷. الکترودها از نظر جنس روکش به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
۸. اصول نگهداری الکترودها را بیان کنید.

فصل هشتم

جوشکاری لب به لب در حالت سطحی

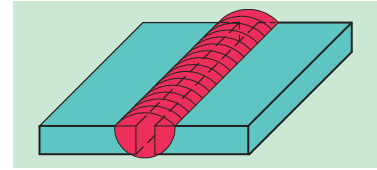
◀ هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:
- اصول جوشکاری لب به لب قطعات فولادی را بیان کند.
- دو قطعه کار را به صورت لب به لب جوشکاری کند.
- اصول ایمنی و حفاظتی مربوط به شروع جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار رعایت کند.



۸-۱ تعریف

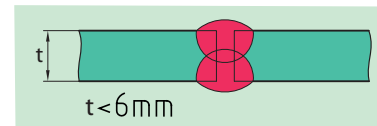
جوش لب‌به‌لب جوشی است که بین دو قطعه کار کنار هم، به صورت لب‌به‌لب (سربه‌سر) قرار گرفته‌اند، ایجاد می‌شود. جوشکاری لب‌به‌لب قطعات براساس ضخامت قطعه کار و با روش‌های گوناگونی اجرا می‌شود (شکل ۸-۱). در صورتی که ضخامت قطعات بیش از ۶ mm باشد، به پخ‌زنی لبه قطعات در محل اتصال نیاز است (شکل ۸-۲).



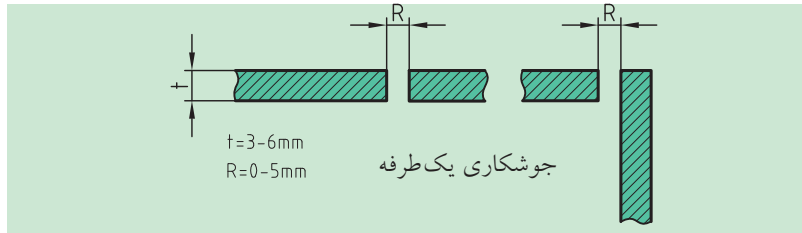
شکل ۸-۱

در صورتی که ضخامت قطعات کم‌تر از ۶ mm باشد، جوشکاری قطعات بدون پخ‌زنی صورت می‌گیرد (شکل ۸-۳). به منظور تشکیل گرده جوش با نفوذ کامل و استحکام کافی، فاصله‌ای بین لبه‌های قطعات در نظر گرفته می‌شود. مقدار فاصله در شرایطی که جوشکاری از یک طرف یا دو طرف صورت بگیرد، متفاوت خواهد بود. شکل زیر مقدار فاصله مجاز در جوشکاری لب‌به‌لب را نشان می‌دهد. (شکل ۸-۴ و ۸-۵)

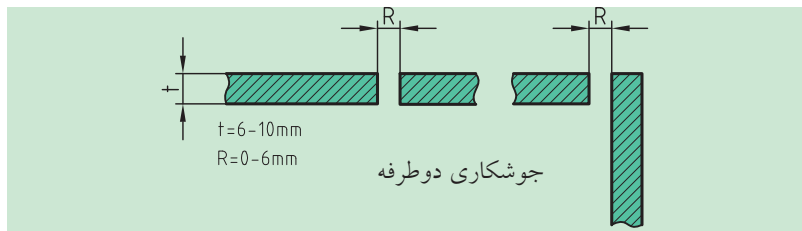
شکل ۸-۲



شکل ۸-۳



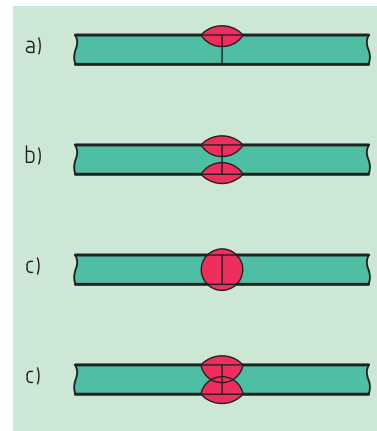
شکل ۸-۴



شکل ۸-۵

۲-۸ جوشکاری لب‌به‌لب با ریشه بسته

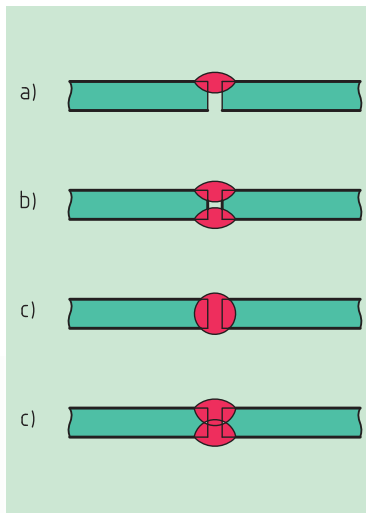
آماده‌سازی قطعات برای جوشکاری در این حالت بسیار آسان و ارزان خواهد بود و کافی است که قطعات را در کنار هم قرار دهید. در جوشکاری با ریشه بسته باید نفوذ به صورت کامل صورت گیرد. در جوشکاری یک‌طرفه، حداکثر نفوذ ۵ mm است، بنابراین برای قطعات ضخیم‌تر باید جوشکاری از هر دو طرف صورت گیرد (شکل ۸-۶).



شکل ۸-۶

۸-۳ جوشکاری لب به لب با ریشه باز

در این حالت برای حصول اطمینان از نفوذ کامل جوش، قطعات را از هم فاصله داده و بعد جوشکاری می‌کنند. این روش برای جوشکاری قطعات ضخیم‌تر استفاده می‌شود (شکل ۸-۷).



شکل ۸-۷

۸-۴ عوامل مؤثر در جوشکاری لب به لب

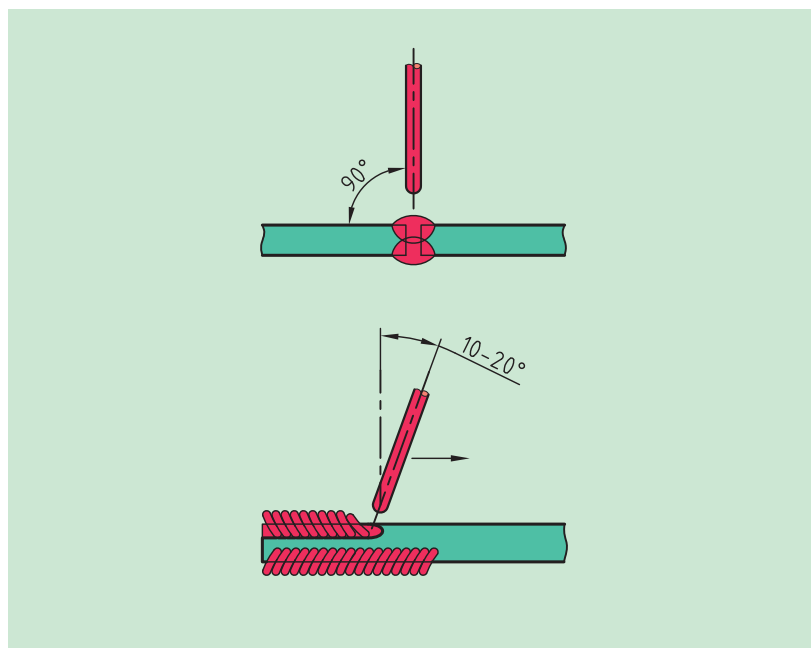
از آنجا که جوشکاری قطعات به صورت لب به لب ساده و بدون پخ صورت می‌گیرد، لذا میزان نفوذ جوش دارای اهمیت بالایی است. عمق نفوذ جوش به ضخامت قطعات، قطر مغزی الکتروود، فاصله بین دو قطعه (ریشه) و سرعت حرکت الکتروود (پیشروی) بستگی دارد.

در این روش یکنواختی پیشروی دست و ثابت بودن طول قوس از اهمیت بالایی برخوردار است. پیشروی کم باعث سوراخ شدن قطعه شده و طول قوس بیش از حد باعث پاشش جرقه و نفوذ سطحی و ظاهر نامناسب گرده جوش می‌شود. کاهش طول قوس نیز باعث تماس روکش الکتروود با حوضچه مذاب گشته و در نتیجه استحکام جوش کاهش می‌یابد (شکل ۸-۸).



نکته

عمق نفوذ جوش به ضخامت قطعات، قطر مغزی الکتروود، فاصله بین دو قطعه (ریشه) و سرعت حرکت الکتروود (پیشروی) بستگی دارد.

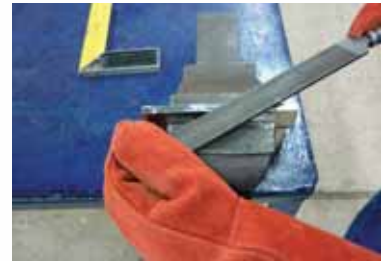


شکل ۸-۸



جوشکاری قطعات به صورت لب به لب در حالت تخت

۱. یک قطعه فولادی به ابعاد $50 \times 150 \text{ mm}$ و با ضخامت 6 mm را آماده سازید و لبه‌های آن‌ها را در محل اتصال، به‌طور کامل از آلودگی و زنگ‌زدگی پاک کنید. (شکل ۸-۹ و ۸-۱۰)



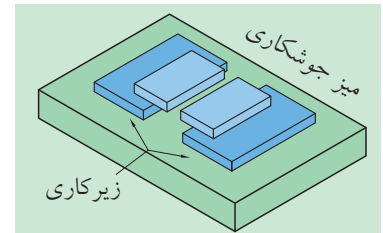
شکل ۸-۹

۲. برای اتصال لب‌به‌لب قطعات بهتر است از قطعات فولادی در زیر کار استفاده شود تا جوش آلوده نشده و رویه میز نیز آسیب نبیند. فاصله لبه‌های قطعات را 3 mm انتخاب کنید و دستگاه را در حالت قطب مستقیم قرار دهید (شکل ۸-۱۱).



شکل ۸-۱۰

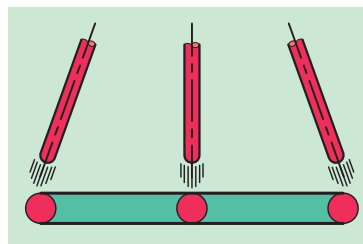
۴. دو قطعه را از هر طرف به هم خال‌جوش بزنید (شکل ۸-۱۲). در صورتی که طول قطعه بزرگ باشد، خال‌جوش‌ها از وسط شروع شده و به سمت لبه قطعه کار خال‌جوش بزنید. (شکل ۸-۱۳) "معمولاً فاصله بین هر دو خال‌جوش 150 mm در نظر گرفته می‌شود."



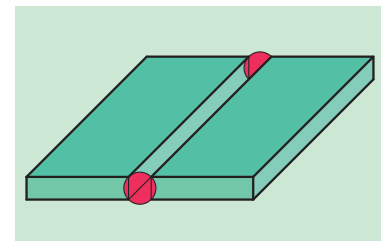
شکل ۸-۱۱



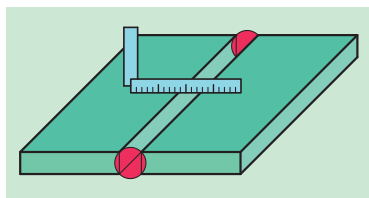
شکل ۸-۱۴



شکل ۸-۱۳



شکل ۸-۱۲



شکل ۸-۱۵

۵. بعد از خال جوش زدن و برداشتن شلاکه از روی خال جوش ها، سطح قطعات را توسط گونیا کنترل کرده تا قطعات همراستا شده و به صورت صحیح جوشکاری شوند (شکل ۸-۱۵).

۶. آمپر دستگاه را روی ۱۱۰ تنظیم کنید و از الکتروود E6013 استفاده کنید. در صورتی که الکتروود به کار بچسبد، شدت جریان را به مقدار ۱۰ آمپر افزایش دهید (شکل ۸-۱۶).



شکل ۸-۱۶

۷. خط جوش باید درست در مرکز درز ایجاد شود. پس از کامل شدن خط جوش و پایین آمدن دمای قطعه کار، آن را با انبر گرفته و در آب سرد قرار دهید. سپس با برس خط جوش را تمیز کنید (شکل ۸-۱۷).

۸. عمق نفوذ جوش را از پشت قطعه کار بررسی کنید. در صورتی که نفوذ کافی باشد باید نشانه‌های فرو چکیدن از حوضچه مذاب و یا تغییر رنگ شدید فلز، قابل رؤیت باشد (شکل ۸-۱۸).



شکل ۸-۱۷

۹. اگر عمق نفوذ کافی نبود دو قطعه دیگر را انتخاب کرده و شدت جریان را افزایش داده و یا در محل درز، مکث کافی داشته باشید.

۱۰. قطعه کار جوشکاری شده را به هنرآموز محترم خود نشان داده و اصلاحات لازم را انجام دهید.

۱۱. در صورتی که قطعه کار را از هر دو طرف جوشکاری می‌کنید، اطراف خط جوش را کاملاً پاک کنید. در این حالت می‌توانید آن را با آمپر بالاتری جوشکاری کنید.

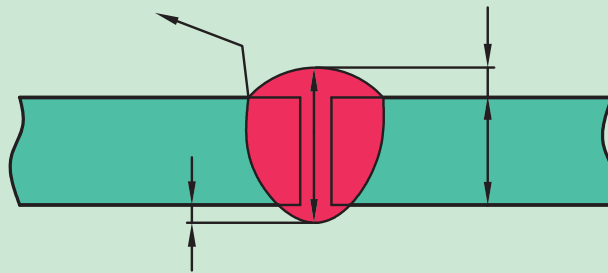


شکل ۸-۱۸

۱۲. دستگاه را خاموش کرده و پس از تحویل وسایل به انبار، محل کار را نظافت کنید.

ارزشیابی پایانی

۱. جوشکاری چه قطعاتی به صورت لب به لب و بدون پخ زنی انجام می شود؟
۲. جوشکاری لب به لب قطعات بدون پخ به چه صورتی امکان پذیر است؟
۳. عمق نفوذ جوش در جوشکاری لب به لب بدون پخ، به چه عواملی بستگی دارد؟
۴. اصطلاحات مورد استفاده برای توصیف بخش های مختلف یک جوش شیاری را نام ببرید.



شکل ۸-۱۹

۵. روش خال جوش زدن قطعات برای جوش لب به لب چگونه است؟

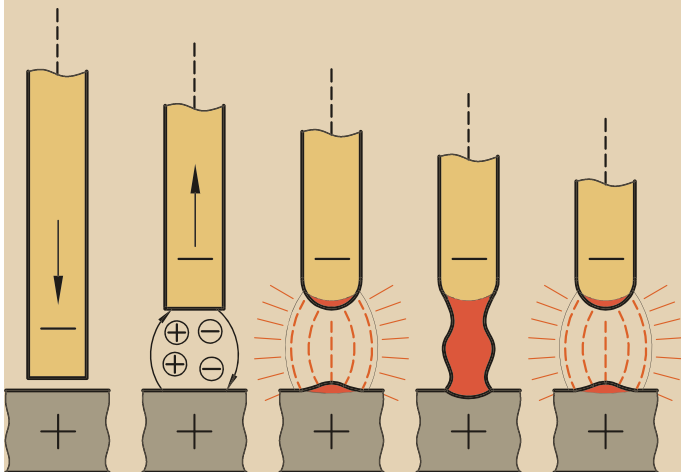
فصل نهم

جوشکاری درز جناغی یک طرفه در حالت سطحی

◀ هدف های رفتاری

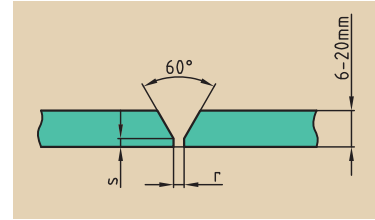
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می رود:

- لبه قطعات را به صورت جناغی آماده سازی کند.
- اصول جوشکاری را در پاس اول شرح دهد.
- دو قطعه را به صورت لب به لب و در سه پاس جوشکاری کند.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار رعایت کند.



مقدمه

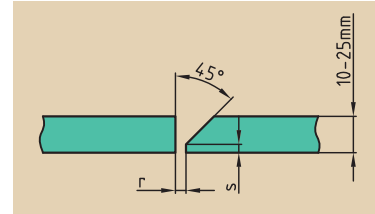
در صورت بالا بودن ضخامت قطعات، به منظور فراهم سازی شرایط ذوب کامل سطوح و ترکیب مذاب آن‌ها، لبه قطعات را پخ می‌زنند. پخ زدن لبه قطعات در فرم‌های مختلفی صورت می‌گیرد.



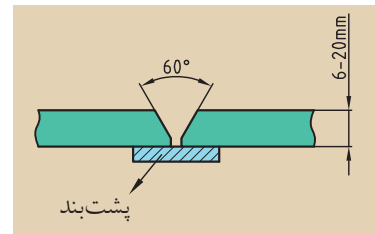
پاشنه جوش (S) فاصله ریشه (r)
شکل ۹-۱

۹-۱ درز جناغی (شکل ۷)

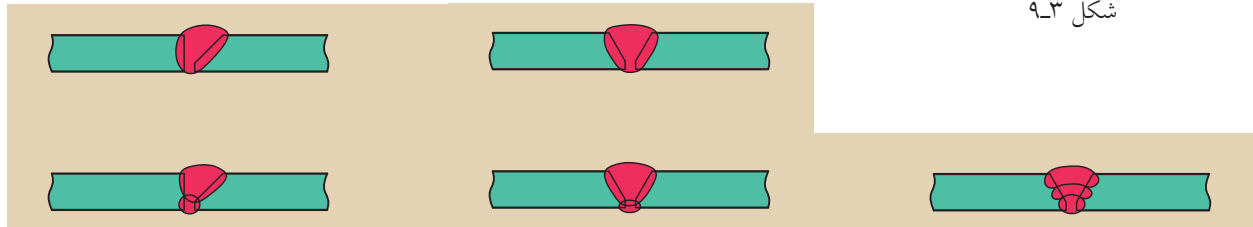
اجرای پخ در لبه اتصال باعث اطمینان از نفوذ کامل جوش گشته و جوش حاصل دارای کیفیت و استحکام کافی خواهد بود. (شکل های ۹-۱ و ۹-۲) درز جناغی (شکل ۷) ممکن است به صورت یک طرفه یا دوطرفه صورت گیرد. آماده سازی پخ نیازمند صرف هزینه و زمان بوده و برای پرکردن درز جوش نیز مقدار بیشتری الکتروود مصرف می‌شود. فاصله ریشه را معمولاً 0.76 mm انتخاب می‌کنیم و اندازه پاشنه جوش 0.3 mm در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که به فاصله ریشه بزرگتری نیاز باشد، از پشت بند استفاده می‌شود و در پایان جوشکاری پشت بند به کمک سنگ زنی برداشته می‌شود. (شکل ۹-۳)



شکل ۹-۲



شکل ۹-۳

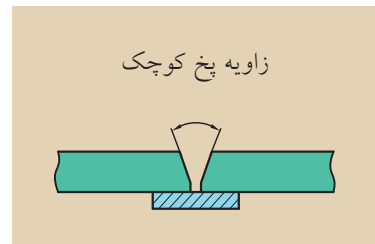


شکل ۹-۴

در صورت لزوم، جوشکاری در هر دو طرف انجام می‌شود. برای پرکردن درز جوش جناغی قطعات ضخیم، معمولاً جوشکاری در سه پاس انجام می‌شود. پاس اول به عنوان پاس ریشه بوده که نفوذ کامل را به وجود می‌آورد. پاس دوم به عنوان پاس گرم (پاس پرکن) و پاس سوم برای نمای خط جوش تمیز صورت می‌گیرد و به نام پاس نما شناخته می‌شود (شکل ۹-۴).

در صورتی که زاویه پخ، کوچک در نظر گرفته شود، امکان استفاده از الکترودهای با قطر بالا وجود ندارد، بنابراین تعداد پاس‌های جوشکاری و در نتیجه زمان جوشکاری افزایش می‌یابد.

به منظور استفاده از الکترودهای با قطر بیشتر می‌توان فاصله ریشه را بیشتر در نظر گرفت و در طرف دیگر درز جوش از پشت بند استفاده کرد (شکل ۹-۵).



شکل ۹-۵



جوشکاری لب به لب با درز جناغی در حالت سطحی (1G)

۱. دو قطعه کار به ضخامت ۸ یا ۱۰ میلی متر و با ابعاد ۵۰×۱۵۰ mm آماده کنید و سطح آن‌ها را به کمک برس سیمی، از آلودگی و زنگ زدگی پاک کنید (شکل ۹-۶).



شکل ۹-۶

۲. یکی از قطعات را محکم به گیره بسته و توسط دستگاه سنگ سنباده دستی، یک پخ ۳۰ درجه‌ای را بر روی لبه اتصال ایجاد کنید. در هنگام سنگ زنی توجه داشته باشید که حدود ۲ mm به عنوان پاشنه جوش سالم بماند (شکل ۹-۷).



شکل ۹-۷

۳. در هنگام سنگ زنی حتماً از عینک ایمنی و دستکش استفاده شود و محافظ دستگاه سنگ را طوری تنظیم کنید تا جرقه‌ها به کسی آسیب نرساند.

۴. لبه‌های قطعاتی را که سنگ می‌زنید، با گونیا کنترل کنید تا زاویه درست و پاشنه مناسب و موازی به وجود آید (شکل ۹-۸).

۵. قطعه دوم را نیز به همین ترتیب آماده‌سازی و پخ زنی کنید. در صورت وجود پلیسه در لبه قطعات، پلیسه را با سوهان بگیرید (شکل‌های ۹-۹ و ۹-۱۰).



شکل ۹-۸



شکل ۹-۹



شکل ۹-۱۰

۶. وسایل ایمنی لازم برای جوشکاری را به کار گیرید و دستگاه را روشن کرده و آمپر آن را روی ۱۱۰ تنظیم کنید. سپس اتصال دستگاه را در حالت قطب مستقیم قرار دهید (شکل ۹-۱۱).



شکل ۹-۱۱

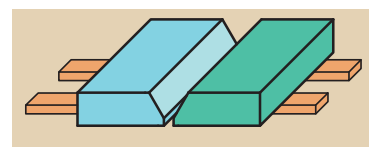
۷. دو لبه قطعه کار را به فاصله ۳ mm از یکدیگر قرار داده و آن‌ها را از پشت به هم خال جوش بزنید. انتهای خال جوش‌ها را برای از بین بردن گل جوش سنگ بزنید (شکل ۹-۱۲).



شکل ۹-۱۲

۸. برای جلوگیری از قرار گرفتن قطعه روی میز کار و احتمال چسبیدن قطعه کار به میز، از زیرکاری استفاده کنید (شکل ۹-۱۳).

۹. در تمامی مراحل جوشکاری، زاویه الکتروود نسبت به سطح قطعات 90° و در جهت پیشروی نسبت به خط قائم زاویه 20° - 10° است (شکل‌های ۹-۱۴ و ۹-۱۵).



شکل ۹-۱۳ جلوگیری از چسباندن قطعات به میز کار

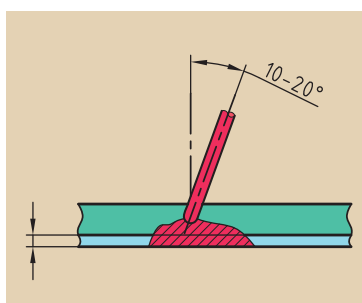
۱۰. پاس اول (پاس ریشه) را جوشکاری کنید. طول قوس را تا حد امکان کوتاه و ثابت نگه دارید. سعی کنید سطح جوش به صورت مسطح باشد. در صورت محدب بودن سطح جوش، باید آن را با سنگ زنی، تخت کنید (شکل‌های ۹-۱۶ و ۹-۱۷).



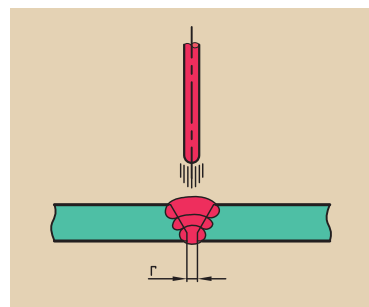
برای جوشکاری پس ریشه معمولاً از الکترودهای سلولزی استفاده می شود.



شکل ۹-۱۶



شکل ۹-۱۵



شکل ۹-۱۴



شکل ۹-۱۷

۱۱. برای اجرای پاس دوم جوشکاری نخست گل جوش پاس اول را کاملاً تمیز کنید و سپس به جوشکاری بپردازید. از الکتروود E6013 استفاده کنید. نوسان الکتروود از یک سطح پخ به سطح دیگر انجام شده و در کناره‌های جوش کمی توقف کنید تا از سوختگی کناره‌ها جلوگیری شود (شکل‌های ۹-۱۷ و ۹-۱۸).

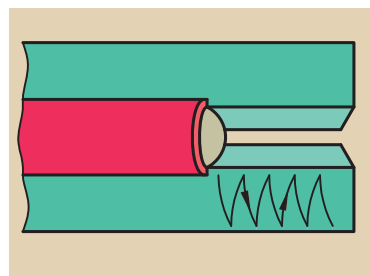
۱۲. پاس دوم نیز باید تخت باشد. سرباره‌ها را کاملاً پاک، و پاس سوم را شروع کنید. در این حالت دامنه نوسان افزایش می‌یابد. این پاس را می‌توان با الکتروودی با قطر ۴ mm جوشکاری کرد (شکل ۹-۲۰).



شکل ۹-۱۸

۱۳. سرباره‌ها را به‌طور کامل پاک کرده و جوش را بررسی کنید. گرده جوش باید کمی برجسته بوده و کناره‌ها عاری از سررفتگی یا بریدگی باشد. همچنین باید پشت درز جوش نیز کمی برجستگی وجود داشته باشد (شکل ۹-۲۱).

۱۴. قطعه کار را به هنرآموز محترم خود نشان داده و توصیه‌های لازم را برای اصلاح و بهبود کیفیت رعایت کنید.



شکل ۹-۱۹

۱۵. دستگاه را خاموش کرده و پس از جمع‌آوری تجهیزات، آن‌ها را به انبار تحویل دهید و محل کار را نظافت کنید.



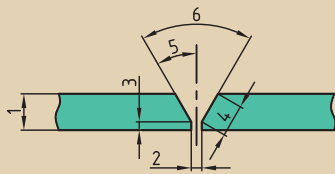
شکل ۹-۲۰



شکل ۹-۲۱

ارزشیابی پایانی

۱. در چه مواردی لبه قطعات در محل اتصال، پخ زده می‌شود؟
۲. اصطلاحات مورد استفاده در درزجناغی پخ V شکل را نام ببرید.



۳. درز جناغی دوطرفه برای چه ضخامت‌هایی به کار می‌رود؟
۴. حالت‌های مختلف اتصال قطعات به صورت لب به لب با پخ V شکل را با رسم شکل نشان دهید.
۵. تأثیر زاویه پخ بر جوش چیست؟
۶. مزیت درز لاله‌ای نسبت به درزجناغی چیست؟

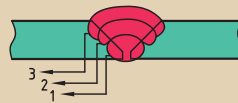


درز لاله‌ای

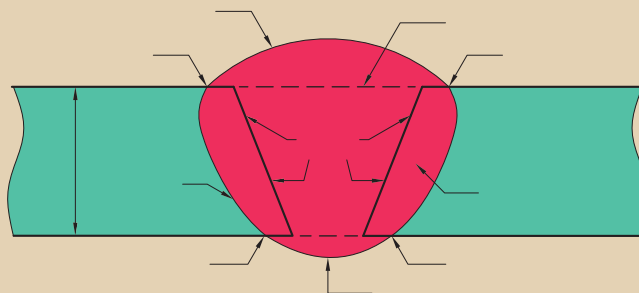


درز جناغی

۷. نام هر یک از پاس‌های جوشکاری درزجناغی شکل زیر را بنویسید.



۸. قسمت‌های مختلف جوش شیاری را بر روی شکل زیر نشان دهید.



فصل دهم

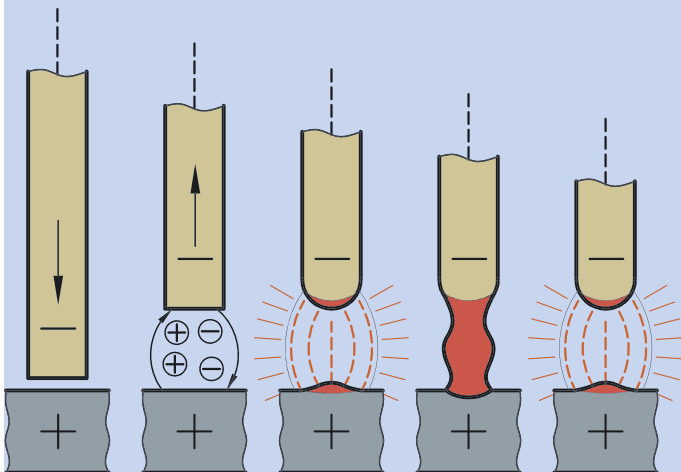
جوشکاری درزگلوئی (اتصال سپری)

در سه پاس در وضعیت تخت

◀ هدف‌های رفتاری

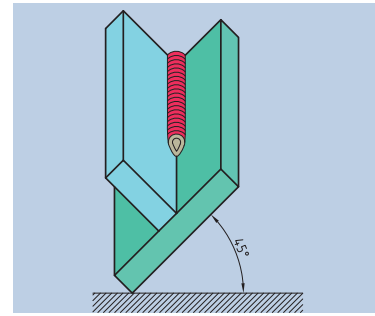
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- جوشکاری سپری را شرح دهد.
- نحوه خال‌جوش‌زنی برای اتصال سپری، را انجام دهد.
- دو قطعه را به صورت سپری در حالت تخت جوشکاری کند.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حالت جوشکاری سپری رعایت کند.



مقدمه

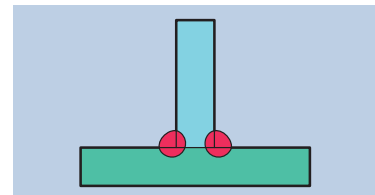
یکی از انواع اتصال پر کاربرد در صنعت، جوشکاری قطعات به صورت T شکل (سپری) است. در این نوع جوشکاری، اتصال براساس ضخامت قطعات، به صورت پخ دار یا بدون پخ اجرا می گردد شکل (۱۰-۱).



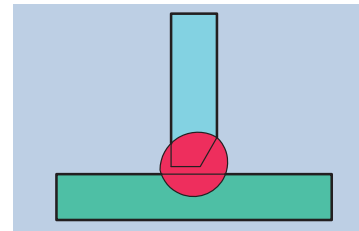
شکل ۱۰-۱

۱۰-۱ پخ زنی قطعات در اتصال سپری

ورق های معمولی تا ضخامت ۱۲ mm را می توان بدون پخ جوشکاری کرد. جهت افزایش استحکام، جوش را در دو طرف ورق انجام می دهند (شکل ۱۰-۲). ورق های با ضخامت ۹-۱۵ میلی متر را می توان با پخ یک طرفه انجام داد. در این صورت برای پر کردن محل اتصال ممکن است از یک یا دو پاس جوشکاری استفاده شود (شکل ۱۰-۳). برای جوشکاری ورق هایی با ضخامت بالای ۲۵ میلی متر از انواع پخ ها و به صورت دوطرفه استفاده می شود (شکل ۱۰-۴). در صورتی که اتصال سپری به صورت درست اجرا شود، مطمئن ترین و قابل اعتمادترین نوع جوش خواهد بود.

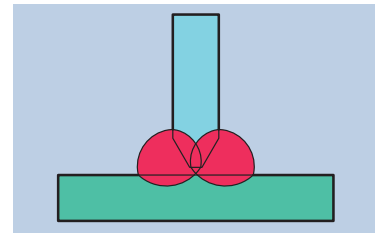


شکل ۱۰-۲



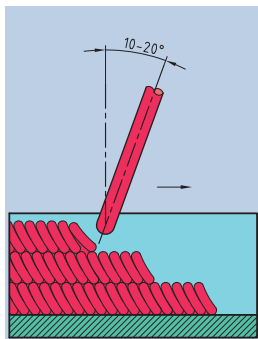
شکل ۱۰-۳

در اجرای پاس اول جوشکاری، زاویه الکتروود نسبت به سطح قطعات ۴۵ درجه و در جهت حرکت الکتروود زاویه ۲۰-۱۰ نسبت به قائم را باید داشته باشد (شکل های ۱۰-۵ و ۱۰-۶).

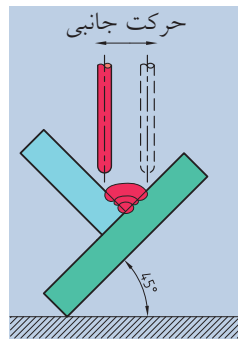


شکل ۱۰-۴

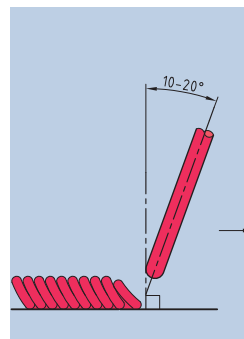
برای انجام پاس های دوم و سوم، الکتروود حرکت جانبی (نوسانی) انجام داده و در گوشه ها اندکی مکث لازم است تا از سوختگی کناره جوش جلوگیری شود. دامنه حرکت جانبی الکتروود به اندازه گرده جوش ایجاد شده در پاس قبل است (شکل های ۱۰-۷ و ۱۰-۸).



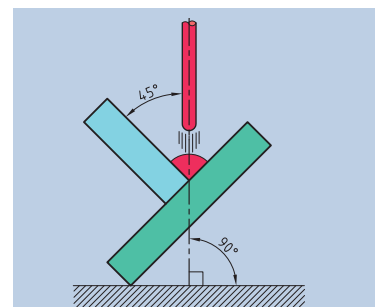
شکل ۱۰-۸



شکل ۱۰-۷



شکل ۱۰-۶



شکل ۱۰-۵



شکل ۱۰-۹

۱. دو قطعه به ضخامت ۶۸ میلی متر و ابعاد ۵۰×۱۵۰ mm تهیه کرده و سطوح آنها را به کمک برس سیمی پاک کنید (شکل ۱۰-۹).

۲. در صورت وجود پلیسه در لبه قطعات، پلیسه را به کمک سوهان از بین ببرید. همچنین سطح و لبه اتصال را مسطح و آماده سازید (شکل های ۱۰-۱۰ و ۱۰-۱۱).



شکل ۱۰-۱۱



شکل ۱۰-۱۰



شکل ۱۰-۱۲

۳. دستگاه جوش را روشن کنید. مقدار آمپر را بر روی ۱۱۰A-۱۰۰ تنظیم کنید و اتصال را به صورت قطب مستقیم $\square = -$ برقرار سازید (شکل ۱۰-۱۲).



شکل ۱۰-۱۳

۴. یکی از قطعات را بر سطح قطعه دیگر (عمود بر آن) قرار دهید و آنها را در هر دو انتها، توسط خال جوش به یکدیگر متصل کنید (شکل ۱۰-۱۳).



ضمن رعایت اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی، تجهیزات لازم را به کار بندید.

در صورتی که طول قطعات بلند باشند، خال جوش ها را از پشت و به فاصله ۱۵۰ mm از یکدیگر ایجاد کنید.

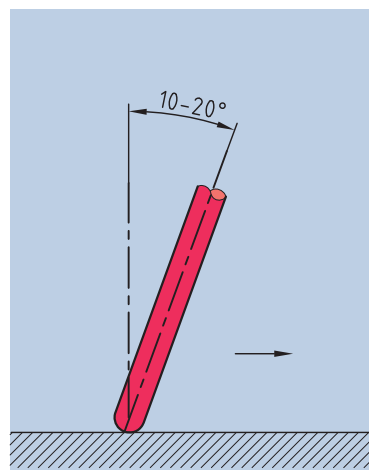
۵. برای اجرای پاس اول (پاس ریشه) بهتر است از الکتروود سلولزی با قطر مناسب استفاده کنید (E6010 یا E6011). قطعه کار را به کمک یک تکیه گاه در وضعیتی قرار دهید که خط جوش به صورت تخت انجام شود (شکل ۱۰-۱۴). زاویه الکتروود نسبت به سطوح قطعه ۴۵ درجه و نسبت به جهت حرکت ۲۰°-۱۰° درجه خواهد بود (شکل ۱۰-۱۵).

۶. در پایان پاس اول، سرباره را به طور کامل از سطح گرده جوش پاک سازی کنید (شکل ۱۰-۱۶) و قطعه کار را برای انجام پاس دوم (پاس تقویتی) آماده سازی (شکل های ۱۰-۱۷ و ۱۰-۱۸).

۷. پاس دوم را به کمک الکتروود E6013 انجام دهید. در هنگام پیشروی الکتروود حرکت عرضی (جانبی) نیز صورت می گیرد که مقدار دامنه این حرکت به اندازه پهنای گرده جوش اول خواهد بود. در هنگام حرکت عرضی، الکتروود را از وسط گرده جوش اول به سرعت و به طور یکنواخت حرکت دهید و در گوشه ها کمی مکث کنید. حرکت سریع به منظور جلوگیری از ذوب بیشتر فلز جوش در مرکز و انباشته شدن آن صورت می گیرد (شکل ۱۰-۱۸).



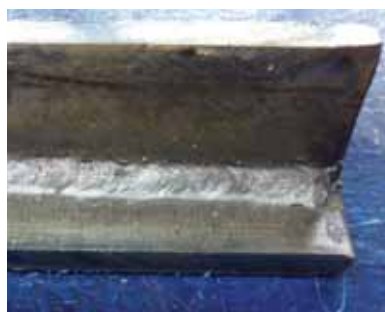
شکل ۱۰-۱۴



شکل ۱۰-۱۵



شکل ۱۰-۱۸



شکل ۱۰-۱۷



شکل ۱۰-۱۶



یک مطلب در مورد اهمیت
گزارش نویسی بیاید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۸. در هنگام اجرای هر یک از پاس‌ها، زمان لازم برای سرد شدن قطعه را در نظر بگیرید. در صورتی که سطح گرده‌جوش دارای برجستگی‌های ناخواسته باشد، باید به کمک سنگ سنباده آن‌ها را از بین برد.

۹. پاس سوم (پاس نما) را پس از پاک کردن سرباره پاس دوم شروع کنید. توجه داشته باشید که در این حالت دامنه حرکت عرضی بزرگتر خواهد بود. ممکن است در هنگام جوشکاری، الکتروود به پایان برسد. در این صورت باید به روش توضیح داده شده خط جوش را قطع و دوباره شروع کنید (شکل ۱۹-۱۰).



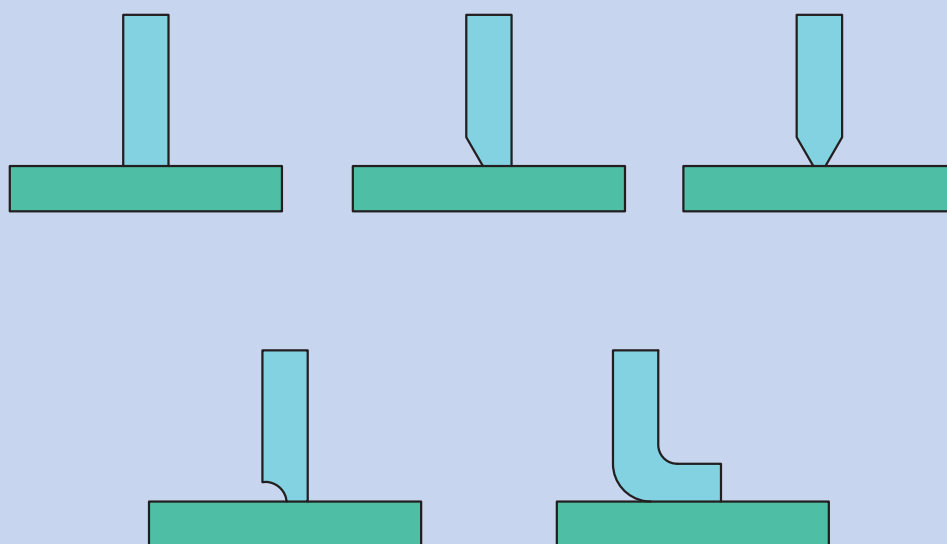
شکل ۱۹-۱۰

۱۰. سرباره را با چکش پاک کنید و سطح گرده‌جوش را به کمک برس سیمی تمیز کنید. قطعه کار را به هنرآموز محترم خود نشان دهید و اصلاحات لازم را انجام دهید.

۱۱. دستگاه را خاموش کرده، پس از جمع‌آوری وسایل و تحویل آن‌ها به انبار، محل کار را نظافت کنید.

ارزشیابی پایانی

۱. انواع آماده‌سازی جوش برای اتصال سپری (T شکل) کدام‌اند؟



۲. اصول جوشکاری سپری در حالت تخت در یک پاس را بیان کنید.

۳. برای جلوگیری از سوختگی کناره جوش چه اقداماتی باید صورت گیرد؟

۴. در اتصال سپری، از پخ یک‌طرفه برای ضخامت‌های و از پخ دو طرفه برای ضخامت‌های استفاده می‌شود.

۵. روش درست اجرای پاس‌های دوم و سوم در اتصالات سپری در حالت تخت (سطحی) را شرح دهید.

۶. جوشکاری سپری در حالت تخت در استاندارد AWS با چه علامتی مشخص می‌شود؟

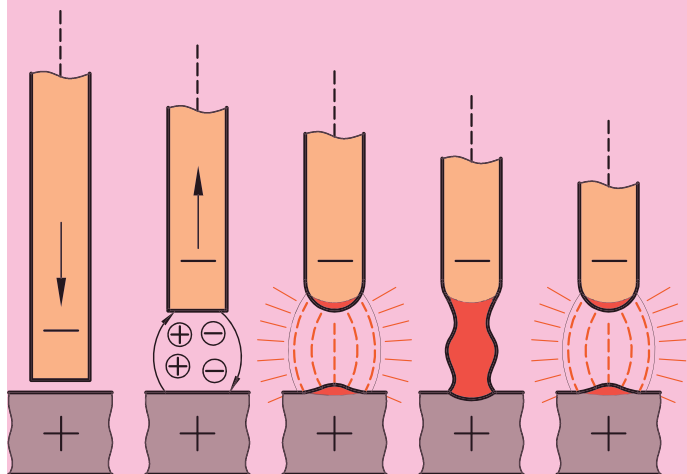
فصل یازدهم

جوشکاری نبشی خارجی در حالت تخت (1F)

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- قطعات را برای انجام جوشکاری حالت نبشی خارجی آماده کند.
- قطعات را در زاویه لازم جهت جوشکاری نبشی خارجی به یکدیگر خال‌جوش بزند.
- روش تعیین تعداد پاس‌های لازم جهت پرکردن گوشه را شرح دهد.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار، رعایت کند.



مقدمه

جوشکاری نبشی خارجی قطعات، معمولاً براساس ضخامت قطعات اتصال صورت می‌گیرد. تعداد پاس‌های جوشکاری برای پرکردن گوشه می‌تواند شامل دو، سه، پنج و یا بیشتر باشد (شکل ۱۱-۱).

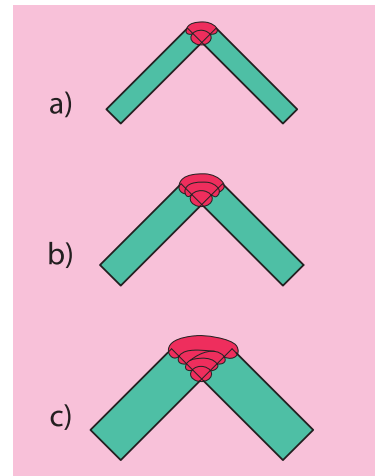
۱-۱ اصول جوشکاری نبشی خارجی

برای هر ضخامتی، پاس اول به‌عنوان پاس ریشه بوده و خط جوش بدون نوسان اجرا می‌شود. سایر پاس‌ها نیز به‌صورت نوسانی انجام می‌گیرند.

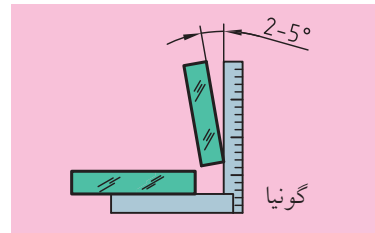
به‌علت جوشکاری کردن قطعه در یک سوی قطعه، بعد از سرد شدن، انقباضات جوش باعث تغییر زاویه می‌گردد. برای کنترل انقباض حاصل از حرارت به‌طور معمول زاویه اولیه در دو قطعه نسبت به یکدیگر، مطابق (شکل ۱۱-۲) ۲ تا ۵ درجه کمتر در نظر گرفته می‌شود و سپس قطعه را به هم جوش می‌دهند. همچنین برای نفوذ کامل جوش در ریشه، فاصله دو قطعه در حدود ۲mm انتخاب می‌شود. در صورتی که طول قطعه زیاد باشد، بهتر است خال جوش‌ها با فاصله ۲۰cm از یکدیگر و در سمت داخل ایجاد شوند (شکل ۱۱-۳).

زاویه الکتروود نسبت به دو قطعه، متقارن و به‌صورت عمود است. زاویه الکتروود نسبت به مسیر حرکت ۷۰ - ۸۰ درجه در نظر گرفته می‌شود (شکل ۱۱-۴).

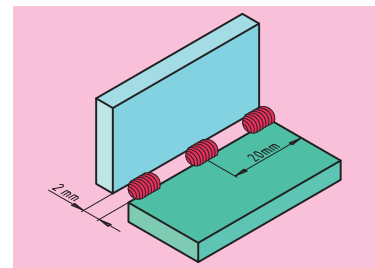
شرایط جوشکاری درز نبشی به‌صورت جوشکاری درز جناغی (پنج ۷ شکل) است (شکل ۱۱-۵).



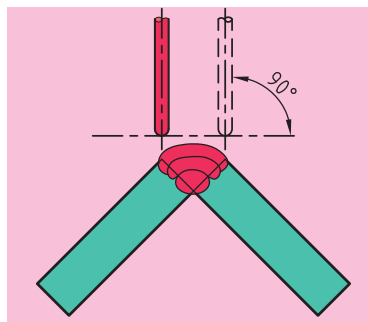
شکل ۱۱-۱



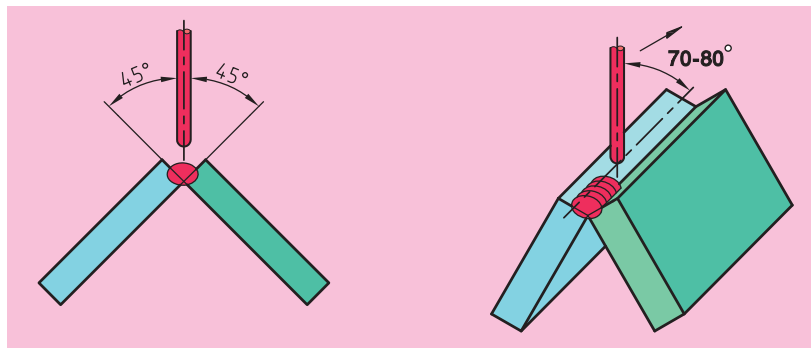
شکل ۱۱-۲



شکل ۱۱-۳



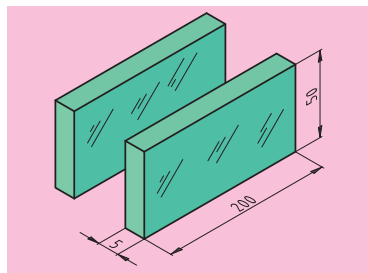
شکل ۱۱-۵



شکل ۱۱-۴



جوشکاری نبشی خارجی در حالت تخت در سه پاس (1F)



شکل ۱۱-۶

۱. دو قطعه با ابعاد 200×50 mm با ضخامت ۵ mm تهیه کنید (شکل ۱۱-۶). سطح قطعات را به کمک برس سیمی یا سنگ سنباده فیبری، از آلودگی و زنگ زدگی پاک کنید. (قبلاً از سالم بودن دستگاه سنگ و کابل آن اطمینان یابید) (شکل ۱۱-۷).
۲. پلیسه‌های لبه قطعات را سوهان بزنید و لبه‌های کار را با گونیا کنترل کنید. شکل‌های (۱۱-۸ و ۱۱-۹).



شکل ۱۱-۷



شکل ۱۱-۸



شکل ۱۱-۹

۳. پس از روشن کردن دستگاه و تنظیم آمپر، شدت جریان را از جدول زیر انتخاب کنید. دستگاه را در حالت قطب معکوس (DCRP) قرار دهید (شکل ۱۱-۱۰).
- تجهیزات ایمنی را به کار گرفته و تهویه کابین را روشن کنید.

جدول ۱۱-۱

قطر مغزی الکتروود (mm)	شدت جریان (A) (الکتروود روتایلی)
1.75	30-50
2	45-60
2.5	50-80
3.25	75-115
4	115-160
5	130-220
6	180-250
7	200-300



شکل ۱۱-۱۰

۴. قطعات را در وضعیت مناسب نسبت به هم قرار دهید. مقدار زاویه جهت انقباضات جوشکاری را ۵-۲ درجه و فاصله لبه قطعات از یکدیگر را ۱/۵ mm در نظر بگیرید. سپس دو قطعه را از داخل به یکدیگر خال جوش بزنید.

۵. لبه و سطح خال جوشها را از طرفی که باید جوشکاری شوند، به کمک سنباده دستی از گل جوش پاک کنید. قطعه کار را گونیا کنید و چنانچه نیاز است آن را اصلاح کنید. (شکل های ۱۱-۱۱ و ۱۱-۱۲).



شکل ۱۱-۱۱

۶. قطعه کار را برای جوشکاری نبشی خارجی در حالت تخت بر روی میز قرار دهید. (شکل ۱۱-۱۳) جوشکاری باید در سه پاس انجام شود. پاس اول را بدون حرکت نوسانی و با الکتروود روتایلی با قطر ۳/۲۵ انجام دهید، به طوری که خط جوش تا آخر درز ادامه یابد. (شکل ۱۱-۱۴) در پاس اول از شدت جریان کم تر و طول قوس کوتاه تر استفاده کنید. توجه داشته باشید که نفوذ به صورت کامل صورت گیرد.



شکل ۱۱-۱۲

۷. گل جوش را به کمک برس سیمی پاک کرده و قطعه کار را برای پاس های دوم و سوم آماده سازید (شکل ۱۱-۱۵). خط جوش را با نوسان جزئی و با کنترل زوایای الکتروود انجام دهید. در این روش می توان شدت جریان بالاتری را هم انتخاب کرد. الکتروود را در هنگام نوسان از لبه کار بیرون نبرید و جهت جلوگیری از بریدگی کناره، اندکی در گوشه ها مکث کنید



شکل ۱۱-۱۳

۸. در هر پاس سرعت پیشروی باید کنترل شده باشد تا کیفیت مطلوب به دست آید. پس از اجرای هر پاس، قطعه را به هنرآموز محترم خود نشان داده و عیبها را شناسایی کنید (شکل ۱۱-۱۶).



شکل ۱۱-۱۴

۹. دستگاه را خاموش کنید و پس از جمع آوری ابزار و تحویل آنها به انبار، محل کار را نظافت کنید.



شکل ۱۱-۱۶



شکل ۱۱-۱۵

ارزشیابی پایانی

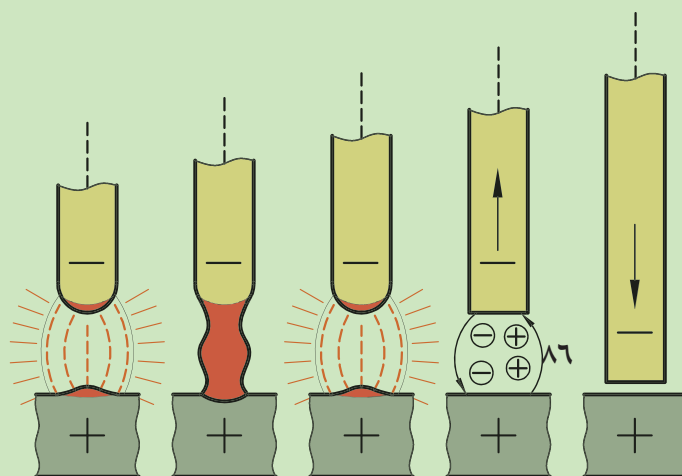
۱. روش تنظیم قطعات برای جوشکاری گوشه خارجی را شرح دهید.
۲. برای کنترل انقباضات ناشی از جوشکاری گوشه خارجی چه اقدامی باید انجام داد؟
۳. زوایای حرکتی در جوشکاری گوشه خارجی چگونه است؟
۴. علامت مشخصه جوشکاری نبشی خارجی در حالت تخت در استاندارد AWS کدام است؟

فصل دوازدهم

جوشکاری نبشی داخلی در حالت تخت (1F)

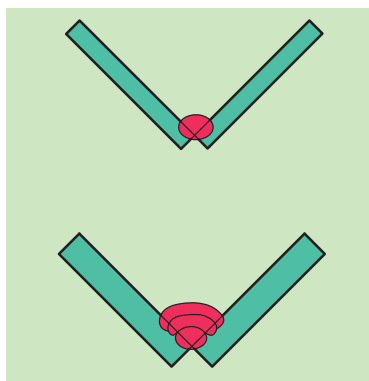
◀ هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:
- قطعات را برای انجام جوشکاری نبشی داخلی آماده سازد.
- قطعات را با زاویه مطلوب جهت جوشکاری، خال جوش بزند.
- روش تعیین تعداد پاس‌های جوشکاری در جوشکاری نبشی داخلی را شرح دهد.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار رعایت کند.



مقدمه

جوشکاری نبشی داخلی نیز مشابه جوشکاری نبشی خارجی صورت می‌گیرد. این نوع جوشکاری در یک الی سه پاس انجام می‌شود. قطعات تا ضخامت ۵ mm در یک پاس و قطعات ضخیم‌تر در سه پاس جوشکاری می‌شوند (شکل ۱۲-۱).

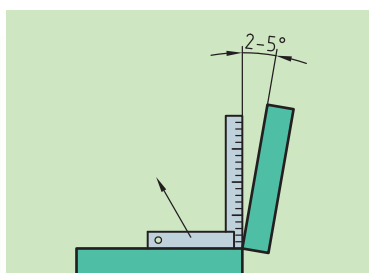


شکل ۱۲-۱

جوشکاری نبشی داخلی در سه پاس دقیقاً به صورت جوشکاری سپری در حالت تخت در سه پاس انجام می‌گیرد. تفاوت این نوع جوشکاری با جوشکاری نبشی خارجی به صورت تخت، در انتخاب زاویه برای کنترل انقباض بعد از جوش است.

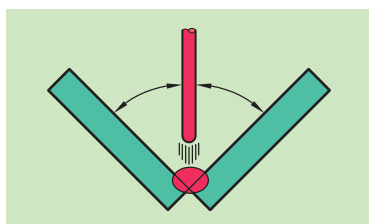
۱۲-۱ اصول جوشکاری نبشی داخلی

میزان زاویه برای جبران انقباض پس از جوش، ۲ تا ۵ درجه در نظر گرفته می‌شود (شکل ۱۲-۲).



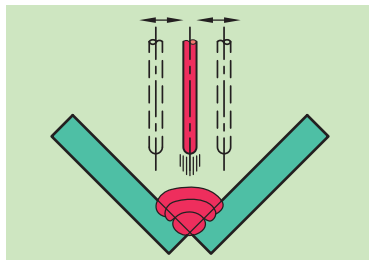
شکل ۱۲-۲

زاویه الکتروود باید در مسیر حرکت ۷۰-۷۵ درجه باشد و دو سطح قطعات به صورت متقارن نسبت به الکتروود قرار گیرد (شکل ۱۲-۳).



شکل ۱۲-۳

در اجرای پاس دوم و سوم، الکتروود مقداری نوسان جانبی نیز خواهد داشت. سطح گرده جوش در حالت ایده‌آل بایستی به صورت تخت باشد (شکل ۱۲-۴).

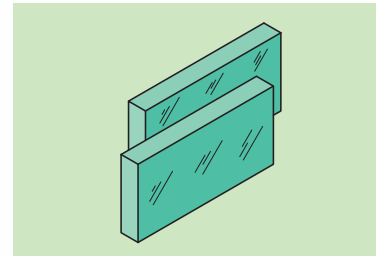


شکل ۱۲-۴

کاربرد جوش درز نبشی نسبت به اتصال‌های لب به لب، و لب روی هم و یا جوشکاری سپری کم‌تر است. این نوع جوش به علت آماده شدن سریع قطعات و عدم نیاز به پخ‌زنی، برای تمرین جوشکاری بسیار مناسب است.



۱. دو قطعه با ابعاد 150×50 mm و با ضخامت ۵ mm انتخاب کنید و سطح آنرا برای جوشکاری آماده سازید (شکل ۱۲-۵).



شکل ۱۲-۵

۲. لبه‌های قطعات را به کمک سوهان یا سنگ، تخت کرده و با گونیا کنترل کنید (شکل‌های ۱۲-۶ و ۱۲-۷).



شکل ۱۲-۶

۳. دستگاه را روشن کنید و پس از تنظیم آمپر بر روی (A) ۱۱۰-۱۰۰، اتصال را در حالت قطب مستقیم قرار دهید (شکل ۱۲-۸).



شکل ۱۲-۷

۴. دو قطعه را در قسمت بیرونی به هم خال جوش بزنید. نخست برای نفوذ کامل جوش، فاصله دو قطعه را به کمک یک سیم جوشکاری گاز تنظیم کنید و سپس آنرا خال جوش بزنید (شکل‌های ۱۲-۹ و ۱۲-۱۰).



شکل ۱۲-۱۰



شکل ۱۲-۹



شکل ۱۲-۸

۵. در هنگام خال جوش زدن، میزان زاویه لازم برای کنترل و جبران انقباضات بعد از جوشکاری را به مقدار ۵ درجه در نظر بگیرید.



شکل ۱۱-۱۲

۶. قطعه را در وضعیت مناسب بر روی میز کار قرار دهید و خط جوش اول را با الکتروود E6013 با قطر 3.25 انجام دهید. میزان نفوذ جوش را کنترل کنید (شکل ۱۱-۱۲).



سوختن لبه‌های کار نشانه این است که باید آمپر را کم‌تر کنید.

۷. برای پاس دوم ابتدا سرباره را از روی پاس اول به کمک برس سیمی و چکش، کاملاً پاک کنید (شکل ۱۲-۱۲).



شکل ۱۲-۱۲

۸. پاس دوم را با نوسان الکتروود و اندکی مکث در کناره‌ها اجرا کنید. سپس سرباره را پاک کرده و به اجرای پاس سوم پردازید (شکل ۱۲-۱۳).

۹. قطعه کار را برای بررسی و کنترل به هنرآموز محترم خود نشان داده و اصلاحات لازم را انجام دهید.

۱۰. دستگاه را خاموش کنید و پس از جمع‌آوری و تحویل تجهیزات به انبار، محل کار را نظافت کنید.



شکل ۱۳-۱۲



شکل ۱۴-۱۲



شکل ۱۵-۱۲

ارزشیابی پایانی

۱. گوشه داخلی در حالت تخت به کدام یک از روش‌های زیر شباهت بیشتری دارد؟

الف) لب به لب بدون پنخ

ب) لب به لب با پنخ جناغی

ج) سپری در حالت تخت

د) لب روی هم

۲. تفاوت‌های جوشکاری نبشی داخلی و خارجی را بیان کنید.

۳. برای اجرای پاس ریشه، کدام نوع الکتروود مناسب است؟

۴. علامت مشخصه جوشکاری نبشی داخلی در حالت تخت کدام است؟

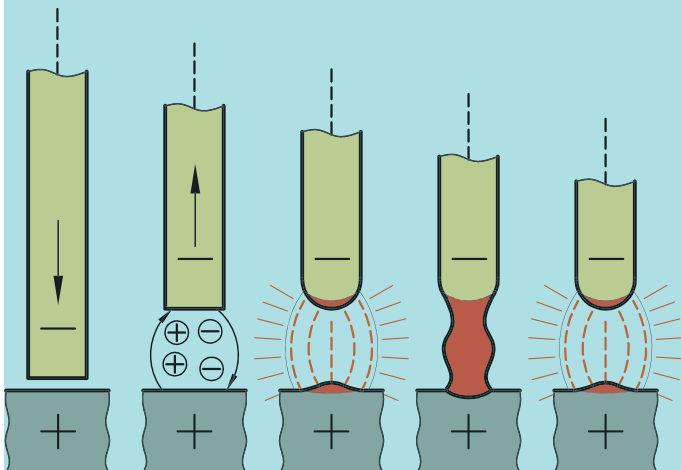
فصل سیزدهم

جوشکاری سپری قطعات در حالت افقی در یک پاس (2F)

◀ هدف‌های رفتاری

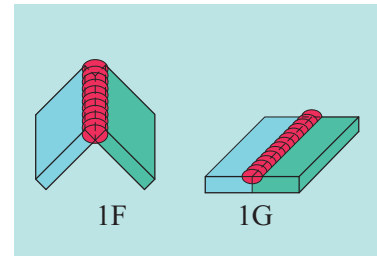
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- اصول نام‌گذاری وضعیت‌های جوشکاری را بر اساس استاندارد AWS، شرح دهد.
- قطعات را برای انجام جوشکاری سپری در حالت افقی به یکدیگر خال‌جوش بزند.
- زوایای لازم برای الکتروود در هنگام جوشکاری را بیان کند.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار رعایت کند.



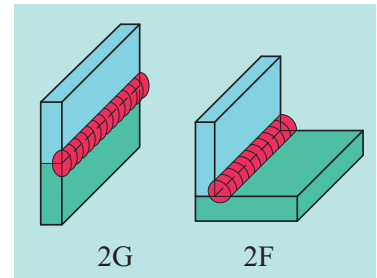
مقدمه

اتصالاتی که تاکنون معرفی شده‌اند، در حالت تخت به اجرا در می‌آیند. اتصالاتی نیز وجود دارند که می‌توان آن‌ها را به صورت درز جوش (شیاری) یا به صورت ماهیچه‌ای (فیلت) اجرا کرد.

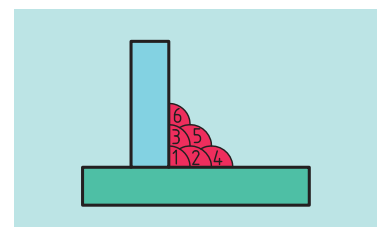


۱۳-۱ تعیین حالت‌ها و وضعیت‌های جوشکاری در استاندارد AWS

در استاندارد AWS، جوش‌های شیاری با حرف G و جوش‌های ماهیچه‌ای با حرف F مشخص می‌شوند. همچنین وضعیت‌های جوشکاری با اعداد ۱، ۲، ۳ و ۴ مشخص می‌شوند. عدد ۱ جوشکاری در حالت تخت را نشان می‌دهد. عدد ۲ بیان‌گر جوشکاری در حالت افقی، عدد ۳ جوشکاری در حالت عمودی سر بالا و یا سرازیر و عدد ۴ جوشکاری در حالت سقفی (بالای سر) را نشان می‌دهد. در شکل زیر نمونه‌هایی از اتصالات را مشاهده می‌کنید (شکل ۱۳-۱).



شکل ۱۳-۱



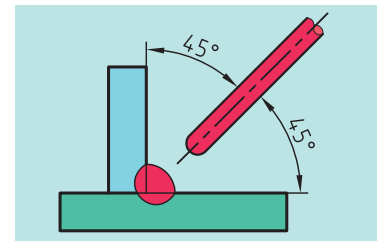
شکل ۱۳-۲

وضعیت جوشکاری در AWS	علامت
جوشکاری در وضعیت تخت	۱
جوشکاری در وضعیت افقی	۲
جوشکاری در وضعیت عمودی	۳
جوشکاری در وضعیت سقفی	۴

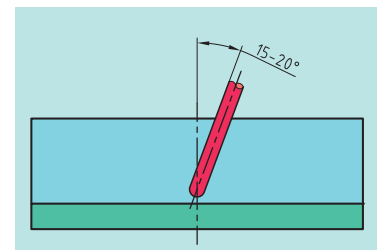
۱۳-۲ اصول جوشکاری سپری در حالت افقی

اتصالات سپری در حالت افقی از موارد پرکاربرد در صنعت است که در یک یا چند پاس قابل اجراست (شکل ۱۳-۲). تعداد پاس‌های جوشکاری براساس اندازه نهایی جوش تعیین می‌شود. زاویه الکتروود در هنگام ایجاد پاس اول، نسبت به سطح قطعات به صورت متقارن شکل می‌گیرد (شکل ۱۳-۳).

در مسیر حرکت به صورت ۲۰-۱۵ درجه قرار می‌گیرد (شکل ۱۳-۴) در صورتی که سرباره در جلوی جوش ایجاد شود، زاویه الکتروود در جهت پیشروی را بیش‌تر انتخاب می‌کنند تا سرباره کنترل شود.



شکل ۱۳-۳



شکل ۱۳-۴



جوشکاری اتصال سپری در حالت افقی در یک پاس (2F)

۱. دو قطعه به ابعاد 150×50 mm و با ضخامت ۵ mm آماده و سطح آن‌ها را به کمک برس سیمی و یا سنگ سنباده از آلودگی و زنگ زدگی پاک کنید (شکل ۱۳-۵).



شکل ۱۳-۵

۲. لبه‌های قطعات را به کمک سوهان، آماده‌سازی کنید و آن‌ها را با گونیا کنترل کنید (شکل‌های ۱۳-۶ و ۱۳-۷).



شکل ۱۳-۶

۳. پس از روشن کردن دستگاه، آن‌ها را برای جوشکاری در حالت قطب مستقیم تنظیم کنید. آمپر را بر روی ۱۲۰-۱۰۰ آمپر قرار دهید. با رعایت اصول ایمنی، تجهیزات ایمنی لازم برای جوشکاری قوس الکتریکی را به کار گیرید (شکل ۱۳-۸).



شکل ۱۳-۷

۴. قطعات را برای خال جوش زدن آماده کنید. یکی از قطعات را روی میز کار بگذارید و قطعه دیگر را به صورت عمود بر روی آن قرار دهید (شکل ۱۳-۹). در هنگام خال جوش زدن، برای کنترل و جبران انقباضات بعد از جوشکاری در یک طرف، قطعه بالا را با زاویه $2/5$ درجه در طرف مقابل خط جوش، ثابت نگه دارید و سپس خال جوش بزنید. بعد از خال جوش، قطعات را به کمک چکش با هم جفت کنید (شکل‌های ۱۳-۱۰ و ۱۳-۱۱).

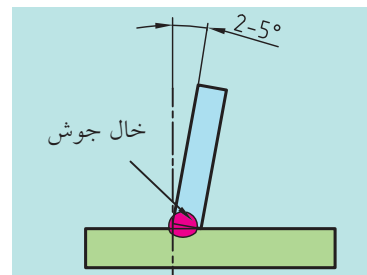


شکل ۱۳-۸



شکل ۱۳-۹

۵. جوشکاری را به صورت خطی آغاز کنید. دقت کنید که پیشروی کاملاً یکنواخت و با طول قوس ثابت انجام شود. شما می‌توانید نوک الکتروود را در تمام طول خط جوش در درون حوضچه مذاب نگهدارید (شکل ۱۳-۱۲).



شکل ۱۳-۱۰

۶. در صورتی که بریدگی کناره وجود داشته باشد، زاویه بندی الکتروود به صورت درست انجام نگرفته است. حال قطعه کار را برای جوشکاری در طرف دیگر آماده کنید.



شکل ۱۳-۱۱

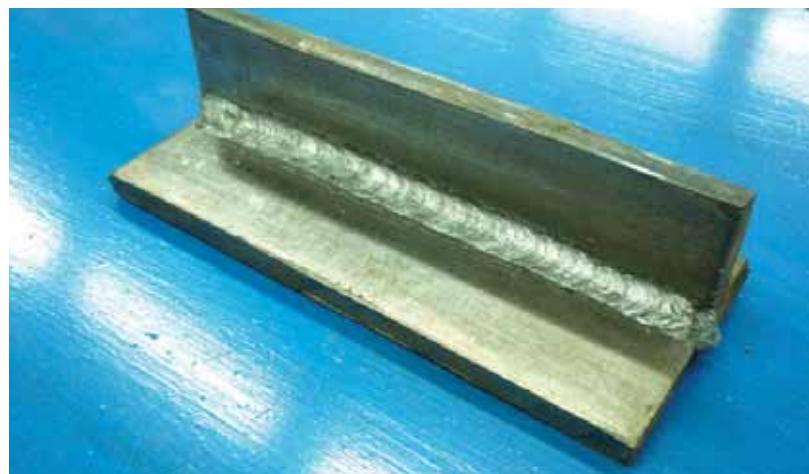
۷. در هنگام اجرای خط جوش، قوس الکتریکی باید به هر دو قطعه متمایل باشد. زاویه تمایل نسبت به قطعه کار قائم بیشتر است. در روش دیگر و برای نفوذ بهتر پاس اول، حرکت الکتروود را به صورت رفت و برگشتی نیز می‌توان انجام داد. این عمل باعث پیش گرم شدن قطعات می‌گردد.

۸. قطعه کار را جهت بررسی و کنترل به هنرآموز محترم خود نشان دهید و اصلاحات لازم را انجام دهید (شکل‌های ۱۳-۱۳ و ۱۳-۱۴).



شکل ۱۳-۱۲

۹. دستگاه را خاموش کنید و پس از جمع‌آوری تجهیزات و تحویل آن‌ها به انبار، به نظافت محل کار پردازید.



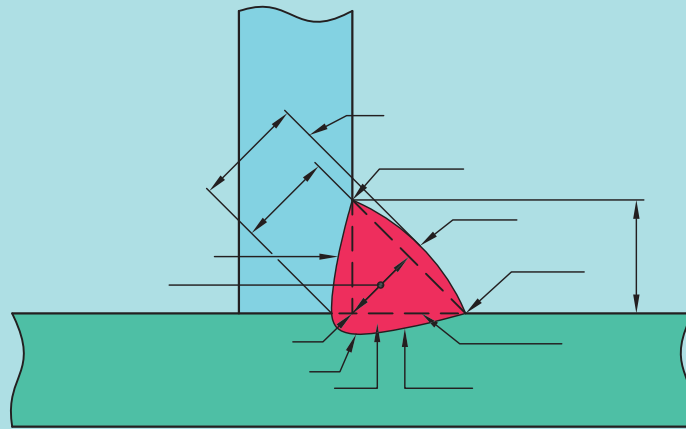
شکل ۱۳-۱۴



شکل ۱۳-۱۳

ارزشیابی پایانی

۱. علامت اختصاری جوش شیاری، حرف و جوش سپری، حرف است.
۲. حالت‌ها و وضعیت‌های مختلف جوشکاری و شماره مربوط به هر یک را بیان کنید.
۳. اصول جوشکاری سپری در حالت افقی در یک پاس را شرح دهید.
۴. دلیل تشکیل سرباره در جلوی مسیر جوش چیست؟
۵. جوش ماهیچه‌ای و شیاری در حالت افقی چگونه مشخص می‌شوند؟
۶. اصطلاحات مورد استفاده برای توصیف بخش‌های مختلف یک جوش سپری را در شکل زیر بنویسید.



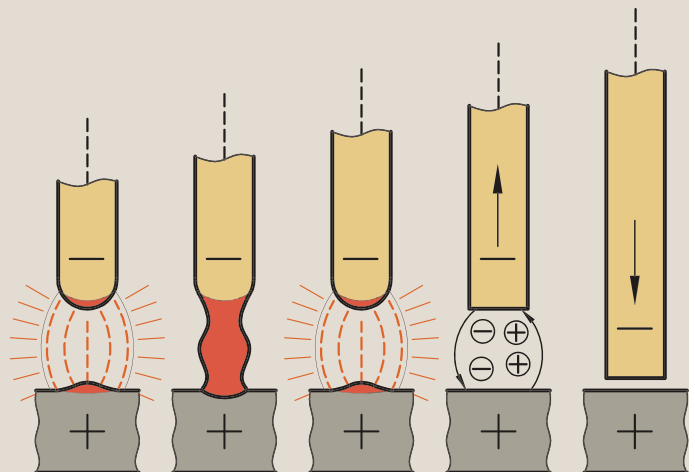
فصل چهاردهم

اتصال قطعات به صورت سپری در دو پاس با گرده سازی

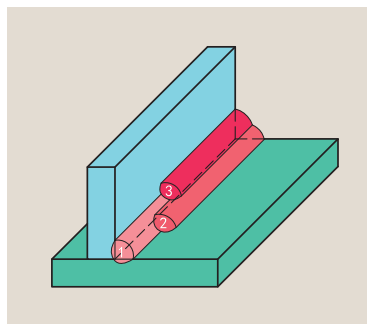
خطی در حالت افقی (2F)

◀ هدف های رفتاری

- پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می رود:
- هدف از اجرای پاس های جوشکاری در اتصالات سپری را شرح دهد.
- اصول و روش اجرای پاس دوم در اتصال سپری را شرح دهد.
- قطعات را به صورت سپری در دو پاس جوشکاری کند.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار رعایت کند.



مقدمه



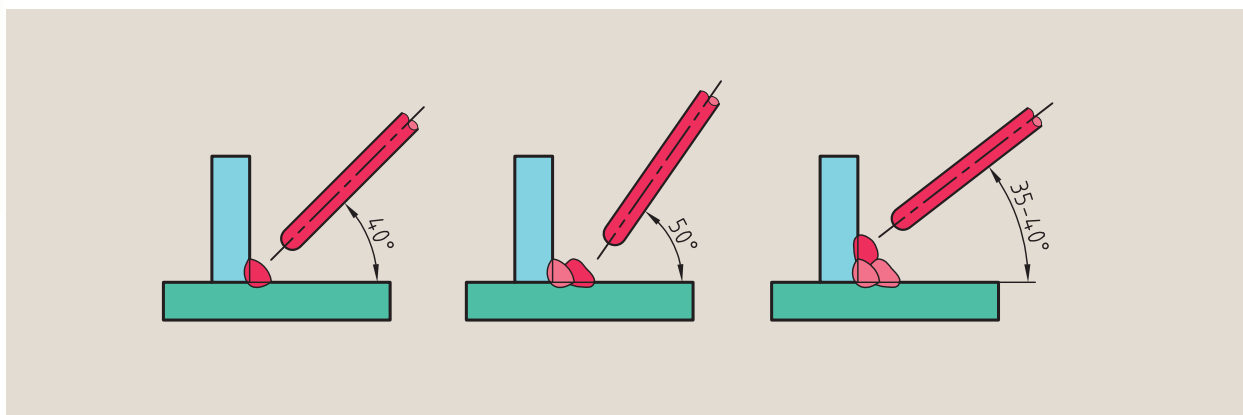
شکل ۱۴-۱

اتصال سپری در حالت افقی در دو پاس، توسط سه خط جوش ایجاد می‌شود. پاس اول شامل یک خط است که به‌عنوان پاس ریشه به‌کار می‌رود و مطابق با اصول بیان‌شده در فصل پیش، اجرا می‌شود (شکل ۱۴-۱).

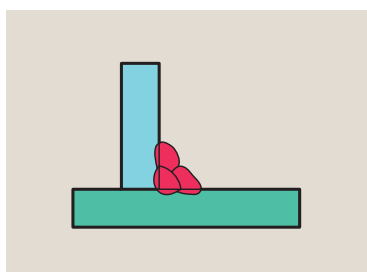
۱-۱۴ اصول جوشکاری سپری در دو پاس

پاس دوم که به‌عنوان پاس تقویتی به‌کار می‌رود، دو خط جوش را شامل می‌شود.

در هنگام اجرای پاس‌های دوم، سوم و یا چهارم به‌صورت گرده‌سازی خطی، زاویه الکتروود متغیر خواهد بود. شدت جریان در این حالت، معمولاً کم‌تر از مقداری است که اتصال سپری با یک پاس صورت می‌گیرد. زاویه الکتروود نسبت به قطعه کار در شکل ۱۴-۲ نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۲



شکل ۱۴-۳

خط‌جوش‌ها به‌صورت ساده و بدون نوسان انجام می‌شوند و طول قوس تا حد امکان باید کوتاه نگاه‌داشته شود. پیش از اجرای هر خط‌جوش بایستی سرباره را کاملاً پاک کنیم. فرم‌های نهایی گرده‌جوش نیز باید به گونه‌ای باشد که سطح گرده‌ها تقریباً به‌صورت مسطح و با هم‌پوشانی مناسب خط‌جوش‌ها همراه باشد. در هم‌پوشانی خط‌جوش‌ها، معمولاً هر گرده‌جوش گرده‌جوش قبلی را پوشش می‌دهد (شکل ۱۴-۳).



دستور کار

(۱۸۰ دقیقه)

جوشکاری اتصال سپری در حالت افقی در دو پاس (2F)

۱. دو قطعه به ابعاد $۱۵۰ \times ۵۰ \text{ mm}$ و با ضخامت ۵ mm تهیه کنید و سطح آن‌ها را با برس سیمی یا سنگ سنباده دستی، از آلودگی و زنگ‌زدگی تمیز کنید (شکل‌های ۱۴-۴ و ۱۴-۵).



شکل ۱۴-۴

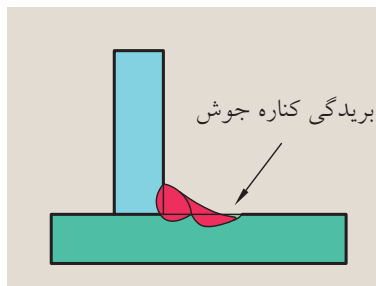
۲. پلیسه‌های لبه‌ها را با سوهان از بین ببرید و لبه قطعات را به کمک سوهان به صورت مسطح درآوردید و سپس با گونیا آن را کنترل کنید (شکل‌های ۱۴-۶ و ۱۴-۷).



شکل ۱۴-۵

۳. دستگاه را روشن و تنظیم کنید و دستگاه تهویه را روشن کنید. سپس پاس اول را دقیقاً مشابه دستورالعمل توانایی فصل پیش انجام دهید (دستورالعمل شماره ۴ تا ۷).

۴. برای انجام پاس دوم، ابتدا بایستی به اجرای خط جوش زیرین پردازید و سپس سطح گرده جوش را کاملاً از سرباره تمیز کنید. زاویه الکتروود را کمی بیش از ۴۵ درجه انتخاب کنید و خط جوش را اجرا کنید. برای هم‌پوشانی گرده‌ها می‌توان الکتروود را مقداری نوسان داد (شکل ۱۴-۸).



شکل ۱۴-۸



شکل ۱۴-۷



شکل ۱۴-۶



تحقیق

۱. درباره عیوب جوشکاری و دلایل به وجود آمدن آنها تحقیق کنید.

.....
.....
.....
.....

۲. روش‌های جدید تست جوش را بنویسید.

.....
.....
.....
.....

دقت داشته باشید که سوختگی کناره ایجاد نشود. برای جلوگیری از سوختگی کناره، آمپر را در حد مجاز کم کنید و در گوشه‌ها اندکی مکث داشته باشید شکل (۱۴-۸).

۵. سطح جوش را به کمک برس سیمی از سرباره تمیز کنید. برای اجرای خط سوم، زاویه الکتروود را اندکی کمتر از ۴۵ درجه انتخاب کنید (شکل ۱۴-۹ و ۱۴-۱۰).

۶. قوس را برقرار، و خط جوش را ایجاد کنید. برای جلوگیری از سوختگی کناره می‌توان اندکی در گوشه‌ها مکث داشت. هم‌پوشانی گرده‌ها باید به گونه‌ای باشد که لبه خط جوش‌ها موازی با هم باشند شکل (۱۴-۱۱).

۷. سرباره را با برس سیمی تمیز کرده و قطعه را جهت بررسی و تأیید به هنرآموز محترم خود نشان دهید.

۸. دستگاه را خاموش کنید و پس از جمع‌آوری و تحویل ابزار و وسایل به انبار، محل کار را نظافت کنید.



شکل ۱۴-۱۱



شکل ۱۴-۱۰



شکل ۱۴-۹

ارزشیابی پایانی

۱. نام‌های دیگر جوشکاری سپری کدام‌اند؟
۲. جوش سپری در حالت افقی در استاندارد AWS چگونه مشخص می‌شود؟
۳. زاویه الکتروود نسبت به قطعه کار و مسیر خط جوش‌ها در اتصال سپری چگونه است؟
۴. روش اجرای خط جوش برای اتصال سپری در حالت افقی را شرح دهید.
۵. منظور از پاس ریشه چیست؟
۶. مک و آخال در جوشکاری چیست؟
۷. دلایل ایجاد مک در جوشکاری را ذکر کنید.

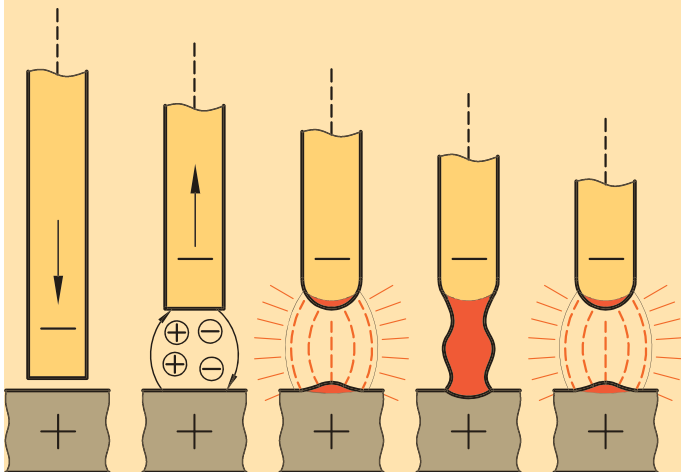
فصل پانزدهم

جوشکاری اتصال سپری در حالت افقی در سه پاس (2F)

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- دلیل اتصال سپری با سه پاس را در جوشکاری شرح دهد.
- نحوه جوشکاری اتصال سپری در حالت افقی در سه پاس را شرح دهد.
- اتصال سپری در حالت افقی در سه پاس را جوشکاری کند.
- اصول حفاظتی و ایمنی را در حین انجام کار جوشکاری رعایت کند.

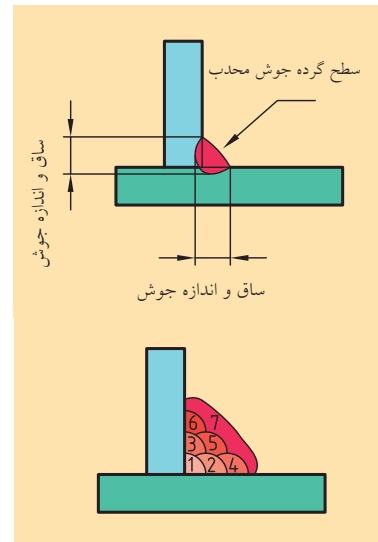


مقدمه

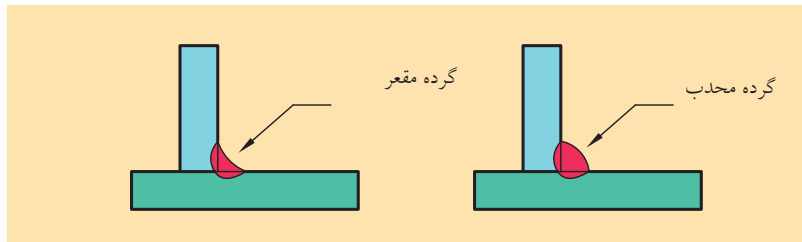
به منظور اتصال قطعات ضخیم به صورت سپری در حالتی که به اندازه جوش بزرگتری نیاز باشد، عمل جوشکاری در چند پاس انجام می‌گیرد و اندازه جوش در حالت سپری بر اساس ساق جوش تعیین می‌شود.

۱۵-۱ جوشکاری سپری در سه پاس در حالت افقی

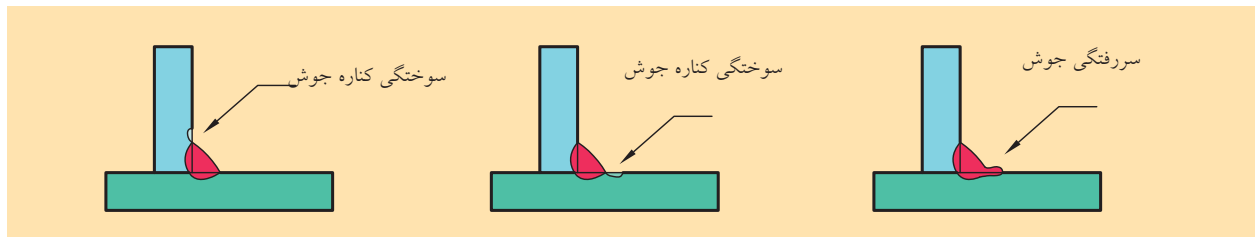
حالت ایده‌آل برای جوش‌های ماهیچه‌ای زمانی است که سطح گرده جوش مسطح باشد. در هنگام اجرای خط جوش باید توجه داشت که عیوبی همچون سوختگی کناره جوش، یا سررفتگی جوش اتفاق نیفتد (شکل‌های ۱۵-۲ و ۱۵-۳).



شکل ۱۵-۱

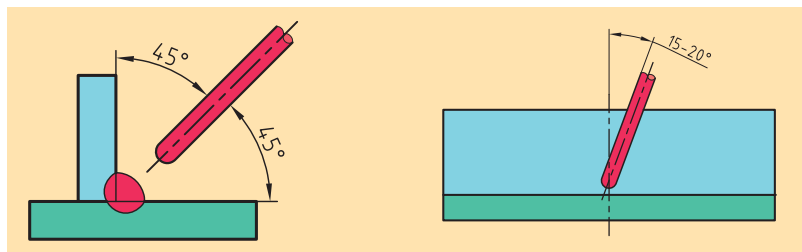


شکل ۱۵-۲



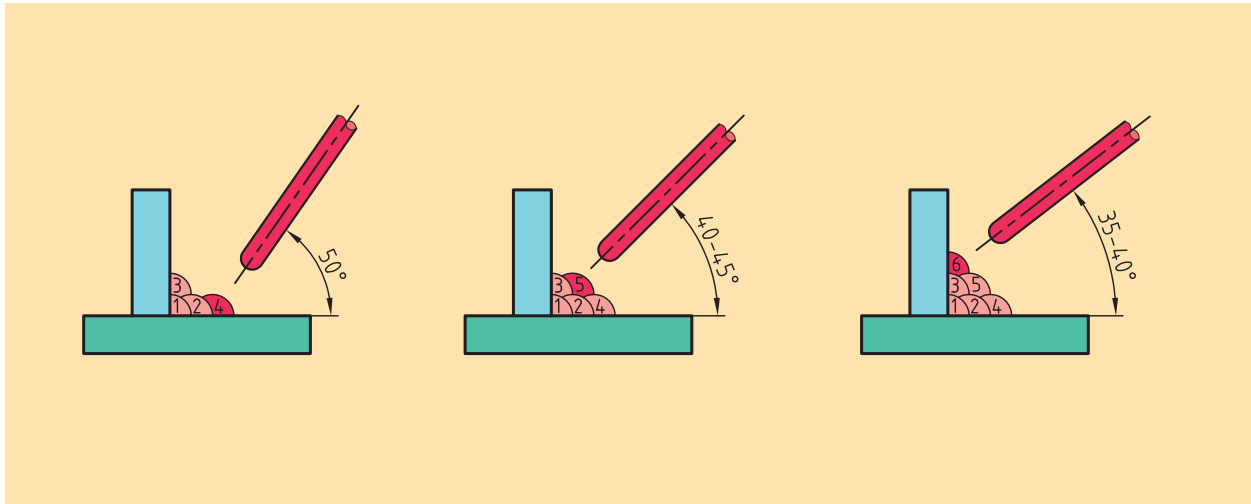
شکل ۱۵-۳

در جوشکاری سپری با سه پاس که در آن گرده‌ها به صورت خطی ایجاد می‌شوند، پاس اول به عنوان پاس ریشه کاربرد دارد و بر اساس اصول بیان شده در فصل سیزدهم ایجاد می‌شود (شکل ۱۵-۴).



شکل ۱۵-۴

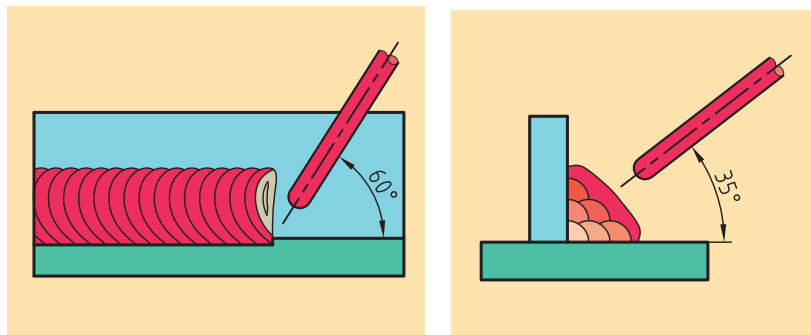
پاس‌های دوم و سوم و نیز به‌عنوان پاس تقویتی به‌کار می‌روند. پاس دوم شامل دو خط‌جوش است که با هم‌پوشانی گرده‌ها اجرا می‌کنیم. زاویه الکتروود در هنگام اجرای پاس سوم که سه خط‌جوش را شامل می‌شود در شکل (۱۵-۵) آمده است.



شکل ۱۵-۵

پاس آخر (پاس چهارم) به‌عنوان پاس نما است که این پاس به‌صورت یک خط با نوسان الکتروود، تمام گرده‌جوش‌ها را پوشش می‌دهد و سطح نهایی جوش را ایجاد می‌کند (شکل‌های ۱۵-۵ و ۱۵-۶).

برای اجرای پاس پوششی، معمولاً زاویه الکتروود را نسبت به سطح افقی حدود ۳۵ درجه و در مسیر حرکت ۷۰-۶۰ درجه انتخاب می‌کنیم. طول قوس نیز تا حد ممکن کوتاه نگاه‌داشته می‌شود. برای کنترل بهتر حجم مذاب بر روی سطح گرده‌ها، بهتر است از الکتروود با قطر کمتر استفاده شود.

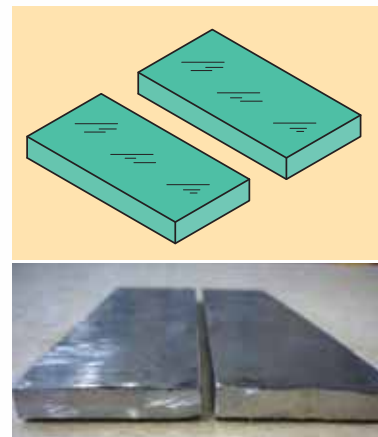


شکل ۱۵-۶



جوشکاری سپری در حالت افقی در سه پاس (2F)

۱. دو قطعه به ابعاد 200×50 mm و با ضخامت ۵ mm آماده سازید و سطح آنها را با برس سیمی یا سنگ فرز دستی، از آلودگی تمیز کنید (شکل ۱۵-۷).



شکل ۱۵-۷

۲. قطعات را برای اتصال سپری آماده کنید. لبه قطعه کار را با سوهان کاملاً تخت کرده و با گونیا کنترل کنید. تجهیزات ایمنی لازم جهت جوشکاری قوس الکتریکی را به کار گیرید (شکل ۱۵-۸).

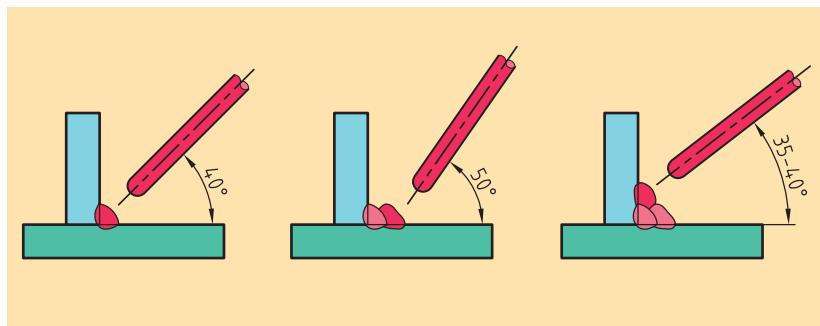


۳. دستگاه جوش و تهویه را روشن کرده و پاس‌های اول و دوم را مطابق با دستورالعمل فصل سیزدهم و چهاردهم اجرا کنید (۱۵-۹ و ۱۵-۱۰).



شکل ۱۵-۸

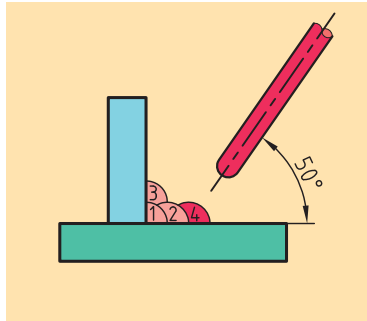
۴. برای اجرای پاس تقویتی سوم که مشتمل بر سه خط جوش است، نخست سرباره پاس دوم را کاملاً تمیز کنید و خط جوش اول را روی ورق افقی اجرا کنید. خط جوش باید هم‌پوشانی لازم را بین ورق و گرده جوش قبلی داشته باشد.



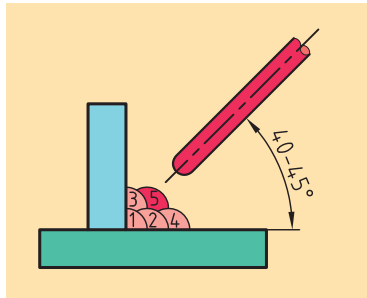
شکل ۱۵-۱۰



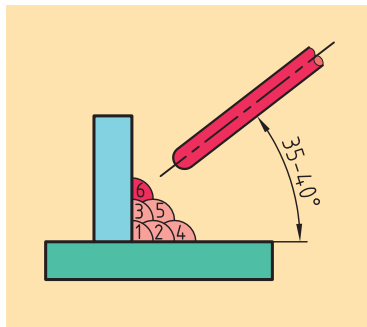
شکل ۱۵-۹



شکل ۱۵-۱۱



شکل ۱۵-۱۲



شکل ۱۵-۱۳



شکل ۱۵-۱۴



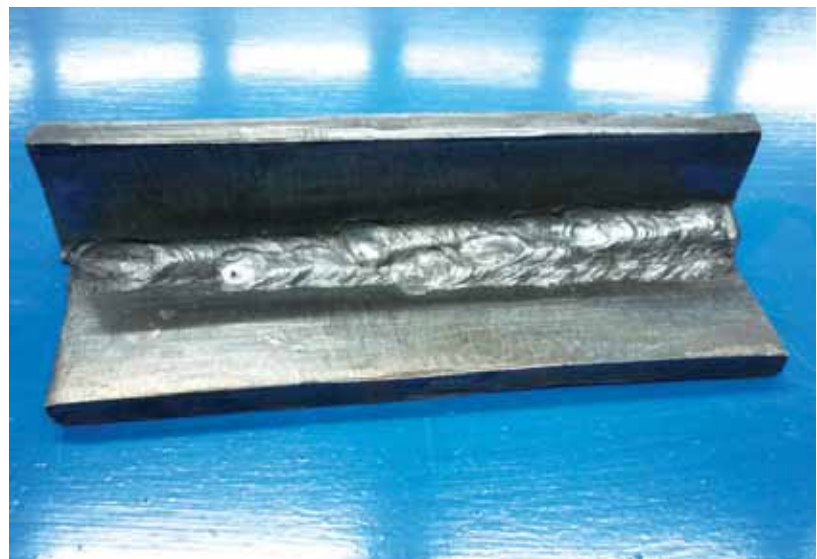
شکل ۱۵-۱۶

۵. خط دوم از پاس سوم تحت زاویه ۴۵-۴۰ درجه انجام می‌شود. این خط باید نصف خط قبلی را پوشش داده باشد (۱۲-۱۵).

۶. خط سوم از پاس سوم تحت زاویه ۳۵ درجه اجرا می‌شود و به گونه‌ای است که ورق قائم و خط جوش دوم را پوشش می‌دهد. در اجرای این خط جوش باید توجه کنید که بریدگی یا سوختگی کناره جوش در ورق قائم ایجاد نشود. پیش از اجرای هر خط جوش، سرباره‌ها بایستی به‌طور کامل تمیز شوند شکل های (۱۳-۱۵) و (۱۵-۱۵).

۷. پس از اجرای هر خط جوش، قطعه کار را به هنرآموز محترم خود نشان داده و اصلاحات لازم را انجام دهید.

۸. در پایان کار دستگاه را خاموش کرده و پس از جمع‌آوری تجهیزات و تحویل آن‌ها به انبار، محل کار را نظافت کنید.



شکل ۱۵-۱۵

ارزشیابی پایانی

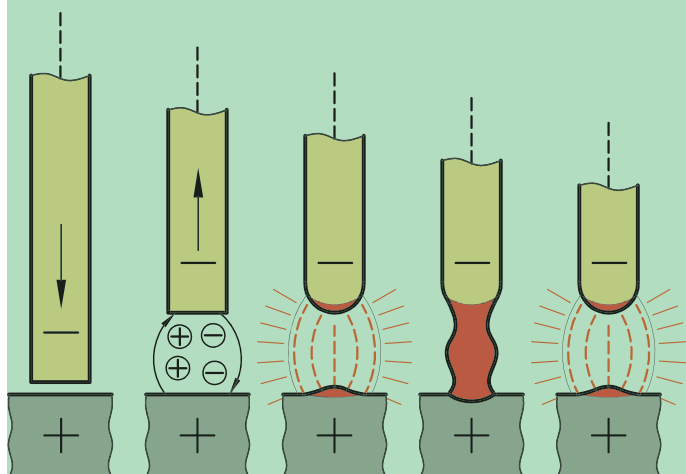
۱. در اتصالات سپری، محاسبات و اندازه‌های جوش بر چه اساسی تعیین می‌شوند؟
۲. مثال‌هایی از کاربرد اتصالات سپری در صنعت را بنویسید.
۳. عیوب احتمالی در هنگام تشکیل پاس‌های جوش سپری را نام ببرید.
۴. منظور از پاس ریشه، پاس تقویتی و پاس نما در جوشکاری چیست؟

فصل شانزدهم

جوشکاری لب روی هم در یک پاس در حالت افقی (2F)

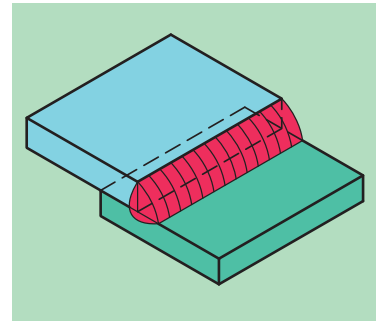
◀ هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:
- مزایای کاربرد جوشکاری لب روی هم را شرح دهد.
- اصول جوشکاری لب روی هم را بیان کند.
- قطعات را برای انجام جوشکاری لب روی هم آماده کند و خال‌جوش بزند.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار رعایت کند.



مقدمه

اتصال لب روی هم در حالت سطحی و غیر سطحی، از موارد پرکاربرد جوشکاری در صنایع گوناگون به شمار می‌رود (شکل ۱۶۱). این اتصال به تناسب ضخامت قطعات اتصال در یک یا چند پاس انجام می‌شود. از آنجا که این نوع اتصال به آماده‌سازی قبلی نیازی ندارد، بسیار مقرون به صرفه است. از جمله موارد کاربرد اتصال لب روی هم می‌توان به سازه‌ها و اسکلت‌های فلزی ساختمانی، ساخت درب و پنجره‌ها، صنعت کشتی‌سازی، مخزن‌سازی و غیره اشاره کرد (شکل ۱۶۲).



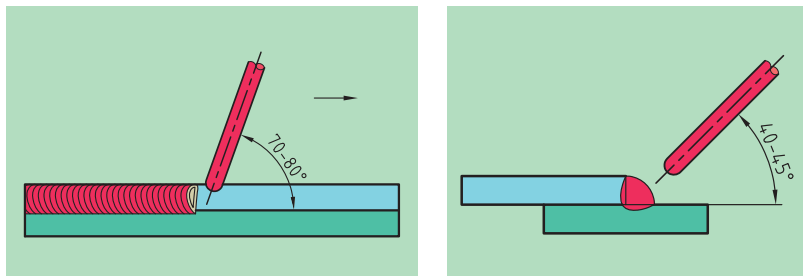
شکل ۱۶۱

۱۶-۱ اصول جوشکاری لب روی هم

جوشکاری لب روی هم معمولاً با آمپر کم‌تری انجام می‌شود و طول قوس را نیز کوتاه انتخاب می‌کنیم. زوایای الکتروود در هنگام اجرای خط‌جوش در شکل‌های ۱۶۳ نشان داده شده است.



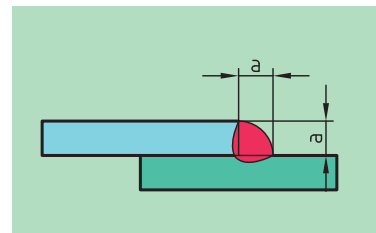
شکل ۱۶۲



شکل ۱۶۳

گرده‌جوش باید به صورت متقارن به هر دو ورق جوش بخورد. با ثابت نگه‌داشتن سرعت پیشروی و تغذیه یکنواخت الکتروود، سطح گرده‌جوش مناسبی ایجاد می‌کنیم. لبه بالای قطعه کار باید شروع به ذوب شدن کند تا باعث سوختگی نگردد. سطح گرده‌جوش نیز اندکی محدب است (شکل ۱۶۴).

به منظور پرکردن کامل گوشه و همچنین عقب‌راندن سرباره، بهتر است یک حرکت آرام رفت و برگشت در مسیر پیشروی الکتروود انجام دهیم، زیرا این عمل موجب پیش‌گرم شدن درز خواهد شد. باید توجه داشت که عمق ذوب در ریشه درز اتصال باشد و دو قطعه با هم ذوب شوند.

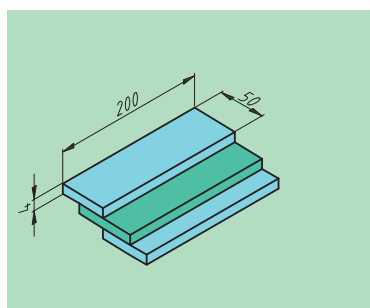


شکل ۱۶۴



توانایی اتصال لب روی هم در یک پالس در حالت افقی (2F)

۱. سه قطعه به ابعاد 200×50 mm و با ضخامت ۳-۴ میلی متر آماده سازید و سطح آن‌ها را از آلودگی و زنگ زدگی تمیز کنید. (شکل ۱۶۵).



۲. با روشن کردن دستگاه تهویه، دستگاه جوش را برای جوشکاری با شدت جریان $100-110$ A تنظیم و راه اندازی کنید (شکل ۱۶۶ و ۱۶۷).



شکل ۱۶۵

۳. دو قطعه را از انتها توسط خال جوش به یکدیگر متصل کنید. توجه داشته باشید که در این حالت لبه‌های قطعات کاملاً بر روی هم باشد و درز جوش فاصله نداشته باشد (شکل ۱۶۸). در غیر این صورت سطح قطعات را با چکش صاف کنید.



شکل ۱۶۶



شکل ۱۶۷



شکل ۱۶۸

موارد زیر را کنترل کنید و بعد از آن خط جوش را شروع کنید.

- کنترل زاویه الکتروود

- کنترل طول قوس و نرخ تغذیه الکتروود

- کنترل سرعت پیشروی با حرکت رفت و برگشت برای پیش گرم کردن

جهت استقرار صحیح قطعه کار بر روی میز جوشکاری، از زیرکاری استفاده کنید.

۵. در صورتی که در هنگام اجرای خط جوش به قطع قوس یا شروع دوباره

جوشکاری نیاز باشد، مطابق دستورالعمل لازم، اقدام کنید.

۶. هر دو طرف قطعات را جوشکاری کنید. در هر مرحله خط جوش را جهت

دریافت راهنمایی های لازم، به هنرآموز محترم خود ارائه کنید.

۷. برای افزایش مهارت، قطعات دیگر را نیز به صورت لب روی هم به قطعات

قبلی متصل کنید (شکل های ۱۶۹ و ۱۶۱۰)

۸. در پایان دستگاه را خاموش کرده و پس از تحویل وسایل جمع آوری شده به

انبار، محل کار را نظافت کنید.



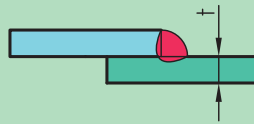
شکل ۱۶۱۰



شکل ۱۶۹

ارزشیابی پایانی

۱. مزایا و موارد استفاده جوشکاری لب روی هم را بنویسید.
۲. شرایط و تنظیمات مورد نیاز در هنگام جوشکاری لب روی هم چگونه است؟
۳. جوشکاری اتصال لب روی هم در حالت افقی چگونه مشخص می شود؟
۴. ورق ها تا ضخامت را می توان در یک پاس به صورت لب روی هم جوشکاری کرد.

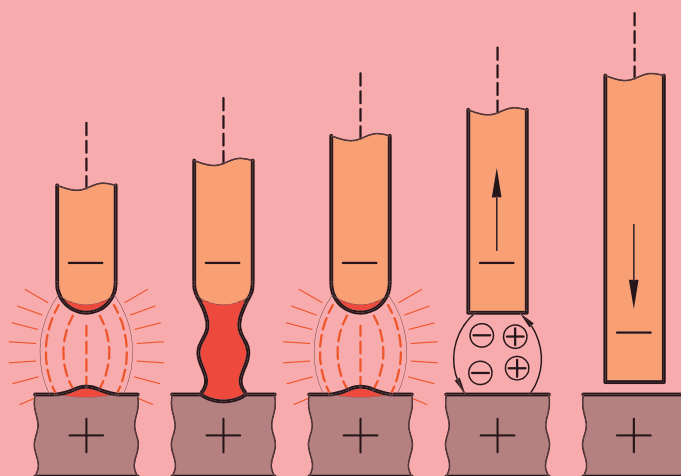


فصل هفدهم

جوشکاری لب روی هم در دو پاس (2F)

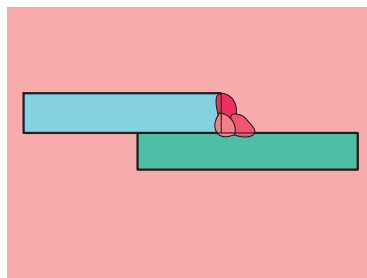
◀ هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:
- موارد کاربرد جوشکاری لب روی هم در دو پاس را بیان کند.
- اصول جوشکاری لب روی هم در دو پاس را شرح دهد.
- قطعات را برای جوشکاری لب روی هم آماده و آن‌ها را در دو پاس جوشکاری کند.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار به کار گیرد.

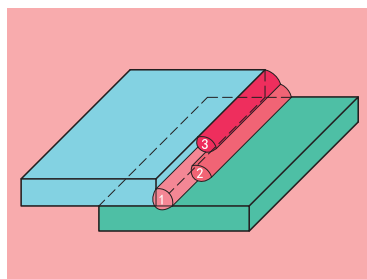


مقدمه

در صورتی که ضخامت قطعات بیش از ۵ mm باشد، درز اتصال لب روی هم درچند پاس پر می‌شود. خط‌جوش‌ها به‌روش اتصال سپری در حالت افقی انجام می‌شوند. خط‌جوش اول به‌عنوان پاس نفوذی و مطابق دستورالعمل فصل شانزدهم اجرا می‌شود (شکل‌های ۱۷-۱ و ۱۷-۲).



شکل ۱۷-۱

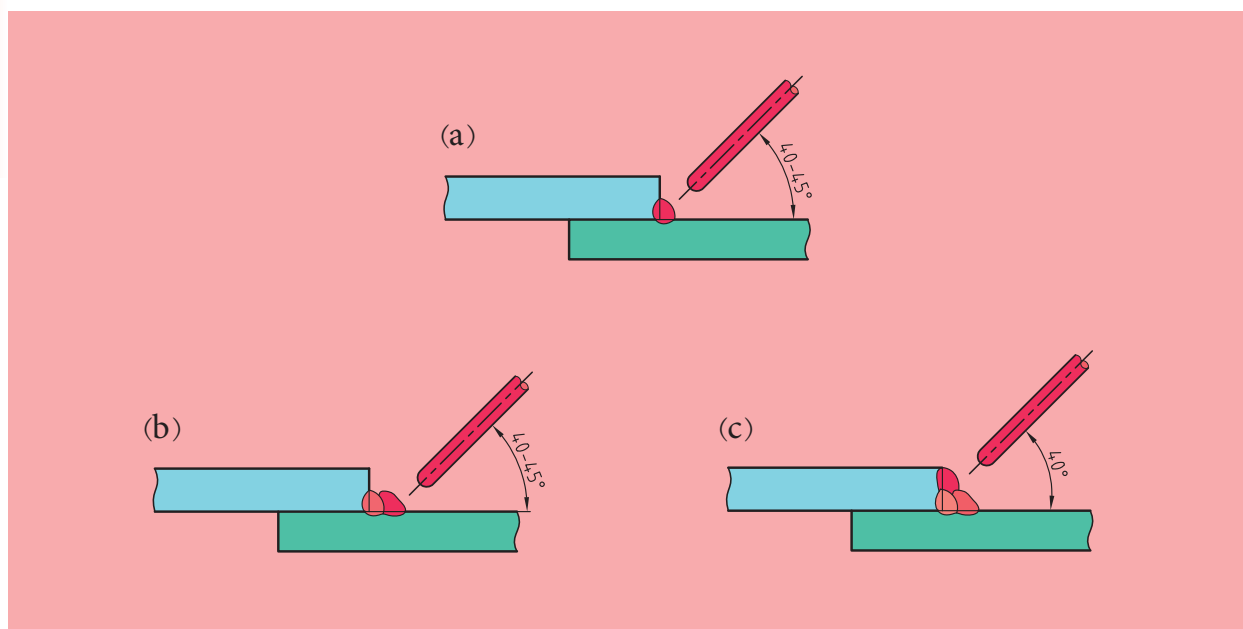


شکل ۱۷-۲

۱۷-۱ اصول جوشکاری لب روی هم در دو پاس

پاس دوم شامل دو پاس است. خط‌جوش دوم و سوم به‌عنوان پاس تقویتی بوده و زوایای آن‌ها مطابق شکل ۱۷-۳ خواهد بود. زاویه الکتروود در جهت پیشروی نسبت به مسیر حرکت، ۸۰ - ۷۰ درجه است.

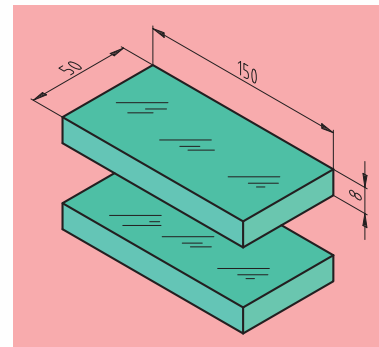
خط سوم باید به‌گونه‌ای اجرا شود که هم‌پوشانی لازم با خط دوم را دارا باشد و در ضمن لبه قطعه بالایی را نسوزاند.



شکل ۱۷-۳



۱. دو قطعه به ابعاد $۱۵۰ \times ۵۰ \text{ mm}$ و با ضخامت ۸ mm آماده سازید و سطح آنها را از آلودگی و زنگ زدگی تمیز کنید (شکل ۱۷-۴).
۲. قطعات را آماده سازی و با گونیا کنترل کنید (شکل ۱۷-۵).



شکل ۱۷-۴

۳. دو قطعه را روی میز جوشکاری قرار داده و برای خال جوش زدن تنظیم کنید (شکل ۱۷-۶).



شکل ۱۷-۵

۴. دستگاه تهویه و دستگاه جوشکاری را روشن کنید و آنرا بر روی قطب مستقیم تنظیم کنید. تنظیمات شدت جریان را نیز بر روی $۱۲۰ - ۱۰۰$ آمپر قرار دهید (شکل های ۱۷-۷ و ۱۷-۸).



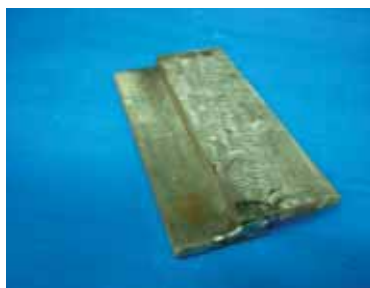
شکل ۱۷-۸



شکل ۱۷-۷



شکل ۱۷-۶



شکل ۱۷-۹

۵. قطعات را مطابق شکل ۱۷-۹ لب روی هم خال جوش بزنید. لبه قطعات باید کاملاً روی هم قرار گیرند و درز آن‌ها فاصله نداشته باشد.

۷. زاویه الکتروود نسبت به لبه قطعات، طول قوس، سرعت پیشروی و نرخ تغذیه را در هنگام اجرای پاس اول کنترل کنید. تمرکز قوس باید روی خط درز جوش باشد تا نفوذ کافی حاصل شود. الکتروود را در هنگام پیشروی در امتداد درز، به صورت رفت و برگشتی نوسان دهید. این کار باعث پیش گرم شدن قطعات شده و از ورود سرباره به خط جوش جلوگیری می‌کند. همچنین گوشه‌ها به صورت کامل پر می‌شود.

۸. سرباره پاس اول را به کمک برس سیمی کاملاً تمیز کنید و قطعه را برای پاس‌های بعدی آماده سازید (شکل ۱۷-۱۰).



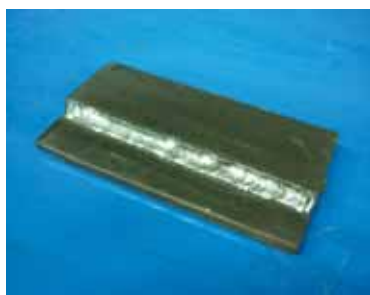
شکل ۱۷-۱۰

۹. پاس دوم را با کنترل زاویه الکتروود و کوتاه نگه داشتن طول قوس اجرا کنید. بعد از اجرای هر خط جوش، قطعه کار را به هنرآموز محترم خود برای ارزشیابی نشان دهید. قطعه را از طرف دیگر نیز در دو پاس جوشکاری کنید (شکل ۱۷-۱۲).

۱۰. دستگاه را خاموش کنید و پس از تحویل وسایل به انبار، محل کار را نظافت کنید.



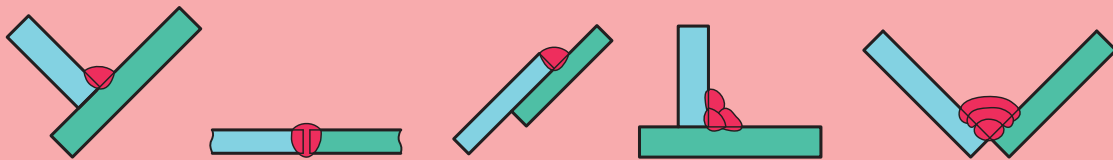
شکل ۱۷-۱۲



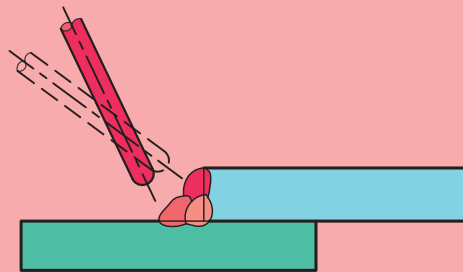
شکل ۱۷-۱۱

ارزشیابی پایانی

۱. در اتصالات لب روی هم، ورق با ضخامت بیشتر از را در دو یا چند پاس جوشکاری می‌کنند.
۲. علامت اختصاری جوشکاری لب روی هم در استاندارد AWS چیست؟
۳. علامت اختصاری و نام هر یک از اتصالات زیر را بنویسید.



۴. روش اجرای پاس تقویتی در جوشکاری لب روی هم در حالت افقی چگونه است؟



بخش دوم
جوشکاری گاز

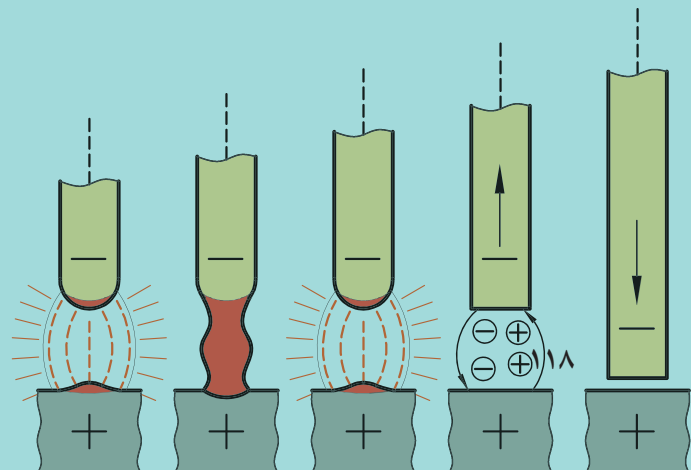
فصل هجدهم

نصب و راه‌اندازی تجهیزات جوش گاز

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- اصول انتخاب گاز مناسب برای جوشکاری گاز را بیان کند.
- روش‌های تهیه گاز استیلن را شرح دهد.
- ویژگی‌های کپسول‌های اکسیژن و استیلن را نام ببرد.
- روش‌های تهیه گاز اکسیژن را شرح دهد.
- انواع دستگاه‌های مولد استیلن را نام برده و کارایی هر یک را شرح دهد.
- اصول حفاظتی و ایمنی در به‌کار بردن کاربیدها را در حین کار رعایت کند.



مقدمه

استفاده از گازها برای جوشکاری در صنایع مختلف ساخت و تولید به طور گسترده‌ای کاربرد دارد. از جمله این صنایع می‌توان به جوشکاری و برشکاری اشاره کرد. در این حالت گاز می‌تواند به عنوان عامل تولید حرارت یا محافظ جوش به کار رود. در جوشکاری گازی، از حرارت ناشی از سوختن برای ذوب لبه قطعات اتصال یا ذوب مفتول، استفاده می‌کنیم.



شکل ۱۸۱

جدول ۱۸۱

دمای سوختن با اکسیژن خالص	ارزش حرارتی kJ/m^3	نوع گاز
3200°C - 3100°C	۵۶۹۰۰	استیلن (C_2H_2)
2530°C	۹۲۹۹۰	پروپان (C_3H_8)
1900°C	۱۲۲۸۰۰	بوتان
2540°C	۱۸۰۰۰	گاز طبیعی

۱۸-۱ گازهای قابل اشتعال

تأمین انرژی لازم برای جوشکاری با شعله گاز، از ترکیب مناسب گاز سوختنی با اکسیژن حاصل می‌شود. سوختن گاز یک واکنش شیمیایی است که انرژی شیمیایی گاز را به انرژی حرارتی تبدیل می‌کند. مهم‌ترین گازهای قابل احتراق در جدول (۱۸-۱) مشخص شده است.

انرژی حرارتی هر یک از گازهای فوق متفاوت بوده که هرچه ارزش حرارتی بالاتر باشد، برای جوشکاری مناسب‌تر است. ارزش حرارتی عبارت است از مقدار حرارت حاصل از احتراق کامل سوخت، که واحد آن kJ/m^3 و یا kJ/kg است.



در انتخاب یک گاز برای جوشکاری، موارد زیر را باید مورد بررسی و توجه قرار دهیم.

- ارزش حرارتی بالا
- قابلیت اشتعال بالا
- جلوگیری از اکسیدشدن فلز جوش
- قابلیت دسترسی آسان و ارزان

سنگ کاربید را همواره در ظروف سر بسته و بدون منفذ و در مکان خشک نگهداری کنید.

۱۸-۲ گاز استیلن

گاز استیلن به علت داشتن شرایط بالا به طور نسبی، برای جوشکاری گاز مورد استفاده قرار می گیرد. گاز استیلن گازی بدون رنگ، بدون طعم و بدبو است. بوی بد گاز استیلن به علت وجود ناخالصی هایی همچون سولفور است. برای ذخیره کردن گاز استیلن، آن را با مایع استون حل و به صورت فشرده در کیسول ذخیره سازی می کنند (شکل ۱۸-۲). حرارت ناشی از سوختن این گاز در حدود ۳۲۰۰ درجه سانتی گراد است.



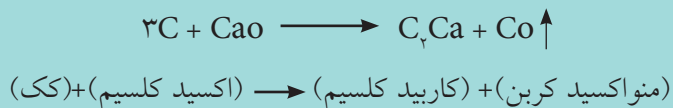
شکل ۱۸-۲

۱۸-۳ تهیه گاز استیلن

گاز استیلن بر اثر واکنش شیمیایی آب با کاربید کلسیم (CaH_2) تولید می شود. سنگ کاربید نسبت به آب و رطوبت واکنش نشان می دهد و تولید گاز استیلن می کند و آهک مرده (Ca(OH)_2) بر جای می گذارد. سنگ کاربید از ترکیب دو ماده کک و آهک زنده (اکسید کلسیم) در کوره الکتریکی و در دمای 3000°C طبق واکنش زیر تهیه می شود. در شکل ۱۸-۳ دستگاه تهیه گاز استیلن را مشاهده می کنید.



شکل ۱۸-۳



از آنجا که سنگ کاربید تجاری با ناخالصی هایی همراه است، لذا ضریب بهره آن نسبت به گاز استیلن خالص کم تر بوده و چیزی در حدود ۷۰٪ است.



شکل ۱۸-۴



شکل ۱۸-۵

تولید گاز استیلن از سنگ کاربید و آب، یک واکنش شیمیایی گرمازا است که انفعالات شیمیایی آن عبارت است از:



در مولد استیلن برای هر کیلو سنگ کاربید حدود ۱۰ لیتر آب لازم است. این مقدار آب علاوه بر تولید گاز استیلن، برای خنک کردن سیستم نیز به کار می‌رود.

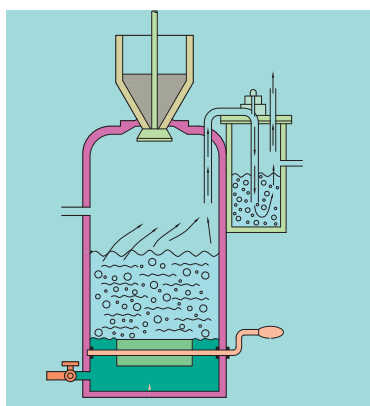
۱۸-۴ مولد یا ژنراتور استیلن

مولد استیلن دستگاهی است برای ذخیره‌سازی گاز تولیدشده از واکنش آب با سنگ کاربید. (شکل ۱۸-۴) مولدها بر اساس نوع رساندن آب به سنگ کاربید به سه دسته سقوطی، ریزشی و تماسی دسته‌بندی می‌شوند. گاز استیلن در فشار بیش از ۲ bar قابلیت انفجار دارد، بنابراین یک مولد استیلن باید حتماً دارای سوپاپ اطمینان باشد تا فشار اضافه را به موقع از مخزن مولد تخلیه کند (شکل ۱۸-۵).

جدول ۱۸-۲

دسته‌بندی مولدهای استیلن

فشار تولیدی			گنجایش و ظرفیت کاربرد			نوع ساختار مولد		
فشار ضعیف؛ (0/04bar)	فشار متوسط؛ (0/12bar)	فشار قوی؛ (1/5bar)	کوچک (M)؛ (1-2kg)	متوسط (I)؛ (3-20kg)	بزرگ (S)؛ (4000kg)	سقوطی	ریزشی	تماسی



شکل ۱۸-۶

۱۸-۴-۱ مولدهای سقوطی (ثابت)

در این نوع مولدها از کاربرد ریزدانه استفاده می‌شود. کاربرد از طریق یک دریچه در آب سقوط کرده و گاز استیلن تولید می‌شود. رسوبات نیز از راه مجرای در پایین خارج می‌شود (شکل ۱۸-۶).

این نوع مولد به علت جذب حرارت واکنش توسط آب، دارای ایمنی بالایی است.

۲-۴-۱۸ مولدهای ریزشی

در این نوع مولدها سنگ کاربید درون یک محفظه کشویی قرار گرفته و روی آن آب ریخته می‌شود. بدین ترتیب گاز استیلن تولید شده، مطابق شکل ۱۸۷ در بالای مخزن آب ذخیره‌سازی می‌شود. پس از اتمام واکنش و آزاد شدن کامل گاز استیلن، هیدرات کلسیم (آهک مرده) در ظرف کشویی بر جای می‌ماند که می‌توان آن را با سنگ کاربید تعویض کرد. مولد ریزشی شامل مانومتر، جهت نمایش فشار گاز استیلن، سوپاپ اطمینان، فلکه آب، کشویی کاربید و درپوش‌های بدنه مولد است.

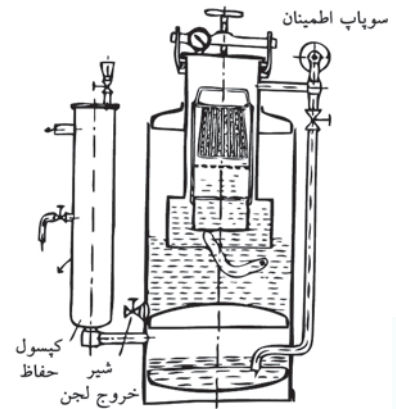


شکل ۱۸۷

۳-۴-۱۸ مولدهای تماسی (متغیر)

در مولدهای تماسی، کاربید به‌طور مستقیم با سطح بالایی آب مخزن تماس یافته و گاز استیلن تولید می‌کند. در صورتی که فشار گاز تولیدشده بیش از حد باشد، گاز به‌سطح آب فشار آورده و آن را به‌قسمت جدا شده می‌فرستد و تماس سبک کاربید با سطح آب قطع می‌شود. اگر فشار گاز استیلن کم شود، آب موجود در جدا شده به قسمت مرکزی مخزن منتقل شده و با سبک کاربید تماس پیدا می‌کند (شکل ۱۸۸).

در هنگام راه‌اندازی این نوع مولد باید توجه داشت که سطح آب دقیقاً زیر کاربید باشد. رسوب هیدرات کلسیم در ته سبک کاربید در آب حل شده و در انتهای مخزن جمع‌آوری می‌شود و از راه دریچه به همراه آب تخلیه خواهد شد. تمامی مولدها دارای یک کپسول یا استوانه حفاظتی هستند که برای جلوگیری از برگشت اکسیژن به درون مخزن و لوله‌های استیلن در نظر گرفته شده است. برگشت اکسیژن به درون شیلنگ‌ها را پس‌زدن شعله می‌گویند (شکل ۱۸۹).



شکل ۱۸۸



شکل ۱۸۹

۵-۱۸ کپسول استیلن

کپسول‌های استیلن از ورق فولادی با ضخامت ۵-۴ میلی‌متر ساخته می‌شود، زیرا باید فشار ۶۰ bar را تحمل کند. کپسول‌های استیلن دارای قطر بزرگ و ارتفاع کم‌تری نسبت به کپسول‌های اکسیژن هستند. این کپسول‌ها را می‌توان تا فشار ۱۶-۱۵ bar از گاز استیلن پر کرد.



شکل ۱۸-۱۰

برای ذخیره‌سازی استیلن در کپسول‌ها، از حلال استون ($\text{Co CH}_2 \text{CH}_3$) استفاده می‌شود. یک لیتر استون قابلیت حل کردن ۲۰ لیتر استیلن را دارد. در حالی که یک لیتر آب تنها ۱/۰۳ لیتر گاز استیلن را در خود حل می‌کند (شکل ۱۸-۱۰). در هنگام ساخت کپسول نخست آن را از ماده متخلخل مخصوصی پر کرده و تا ۳۰۰ درجه حرارت می‌دهند. سپس مایع استون را درون آن قرار داده و گاز استیلن را در آن ذخیره می‌کنند. کپسول‌های گاز استیلن معمولاً به رنگ زرد یا ارغوانی بوده و توسط مهره چپ‌گرد به رگولاتور متصل می‌شوند (شکل ۱۸-۱۱ و ۱۸-۱۲).

۱۸-۶ کپسول اکسیژن

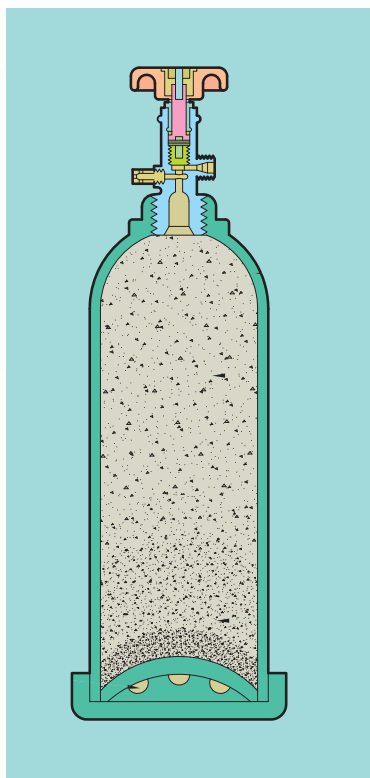
کپسول‌های اکسیژن بدون درز و با ضخامت ۸/۷۵ mm ساخته می‌شوند و توان تحمل فشار ۱۵۰ bar را دارند. قطر آن‌ها ۲۰۴ mm (۸ inch) بوده و معمولاً به رنگ آبی هستند. کپسول اکسیژن نسبت به کپسول استیلن، دارای قطر کم‌تر و ارتفاع بیشتری است. حجم این کپسول‌ها معمولاً ۴۰ لیتر و گنجایش آن‌ها ۶ متر مکعب گاز بوده و در ارتفاع ۱۸۰ cm ساخته می‌شوند (شکل ۱۸-۱۴).

ویژگی‌های اکسیژن

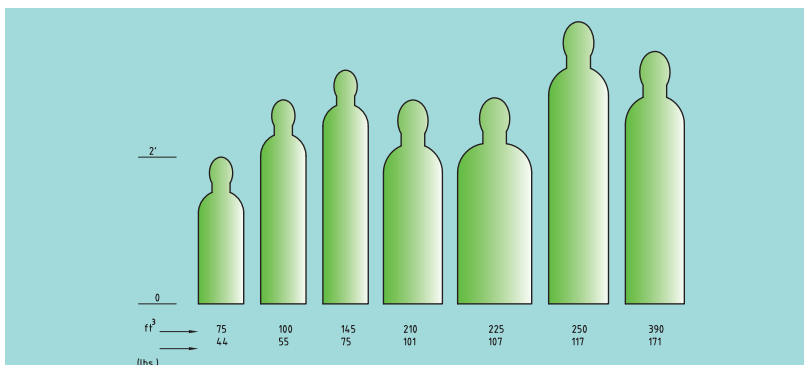
اکسیژن گازی است بی‌رنگ و بی‌بو و بدون مزه و فراوان‌ترین عنصر موجود در طبیعت است. اکسیژن در دمای 183°C - به صورت مایع در می‌آید. گاز اکسیژن به‌تنهایی قابلیت اشتعال ندارد، ولی برای هر احتراق و اشتعالی لازم است.

تهیه اکسیژن

از آن‌جا که ۱/۸ وزن آب و ۱/۵ حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد، لذا تهیه اکسیژن نیز از این دو منبع صورت می‌گیرد. (۱) تجزیه الکتریکی آب (الکترولیز آب). (۲) جداسازی از هوا (با خلوص ۹۸٪).



شکل ۱۸-۱۱

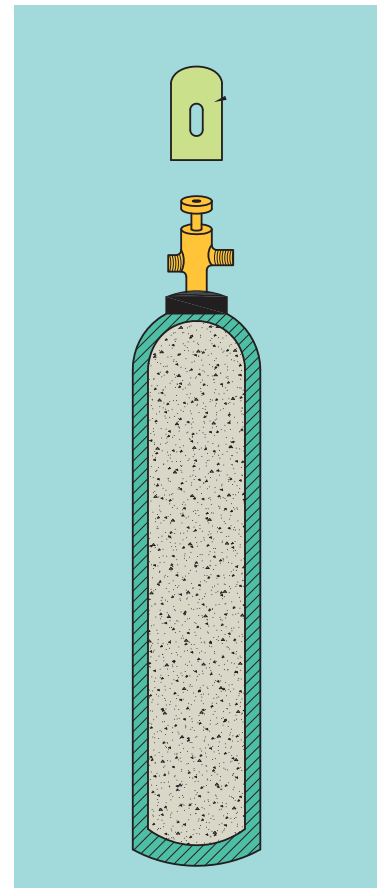


شکل ۱۸-۱۲

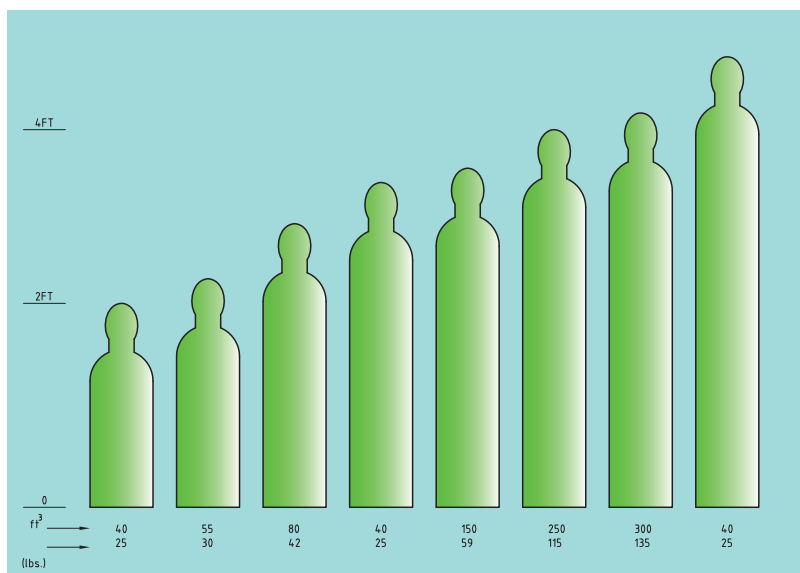
تهیه اکسیژن به روش الکترولیز آب، باعث ورود گاز هیدروژن و سایر ناخالصی‌ها نیز شده که خود موجب خوردگی در جداره کپسول و مسدودشدن مجاری اکسیژن در تجهیزات جوشکاری می‌شود. حضور گاز هیدروژن در حین جوشکاری باعث ایجاد حفره (مک) در جوش می‌گردد. این روش از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است، اما در مقیاس صنعتی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

◀ مراحل تهیه اکسیژن از هوا عبارت‌اند از:

۱. تصفیه هوا از ناخالصی‌هایی همچون بخار آب، گرد و غبار و غیره توسط فیلترهای ویژه
 ۲. متراکم کردن هوا تا فشار ۲۰۰ bar و سپس سردکردن آن تا 175°C
 ۳. کاهش فشار تا ۴/۳ bar و مایع شدن هوا (در این حالت ازت از هوای مایع خارج می‌شود)
 ۴. سردکردن مجدد هوای مایع تا 183°C و به دست آوردن اکسیژن خالص (۹۸٪)
 ۵. ذخیره‌سازی اکسیژن مایع در کپسول‌ها با فشار ۱۵۰ bar
- ذخیره‌سازی اکسیژن در کپسول‌ها در حالت مایع نسبت به حالت گازی شکل از لحاظ اقتصادی در حمل و نقل و نگهداری با صرفه‌تر است. به طوری که هر لیتر اکسیژن مایع می‌تواند به ۸۵۰ لیتر اکسیژن گازی شکل تبدیل شود (شکل ۱۸-۱۳).



شکل ۱۸-۱۳



شکل ۱۸-۱۴



(۶۰ دقیقه)

دستور کار ۱

راه اندازی و نصب کپسول های اکسیژن و استیلن



شکل ۱۸-۱۵

شکل ۱۸-۱۴

۱. برای راه اندازی کابین جوشکاری گاز، در صورتی که در هر کابین از کپسول های مستقلی استفاده می شود بایستی آن ها را در نزدیکی محل کابین با رعایت فاصله ایمنی قرار دهید. فاصله کپسول ها از کابین جوشکاری حداقل ۲/۵ متر انتخاب می شود (شکل ۱۸-۱۴).

۲. به منظور جابه جا کردن کپسول ها به محل کار باید از وسیله چرخ دار مخصوص حمل کپسول استفاده کنید. گاری بایستی قابلیت نگهداری و بستن کپسول ها را داشته باشد (شکل ۱۸-۱۵).



شکل ۱۸-۱۶



شکل ۱۸-۱۷

از آلوده شدن تمامی قسمت های مختلف کپسول اکسیژن با موادی مانند گریس، روغن و سایر چربی ها جداً خودداری شود.



۳. در انتخاب کپسول اکسیژن از پر بودن آن اطمینان یابید. رگولاتور مخصوص کپسول اکسیژن را آماده سازید و سپس کلاهک کپسول را از روی کپسول باز کنید (شکل ۱۸-۱۶).

۴. قسمت نازل کپسول را بررسی کرده تا از نظر نشیمنگاه و پیچ رگولاتور سالم باشد. در صورت خراب بودن پیچ، مهره رگولاتور را از بین خواهد برد و در نتیجه نشتی گاز به همراه خواهد داشت (شکل ۱۸-۱۷).



شکل ۱۸-۱۸

۵. برای جلوگیری از ورود گردوغبار از دهانه کپسول به درون رگولاتور و مسدود شدن احتمالی مسیر گاز، شیر فلکه کپسول را یک بار باز و بسته کنید و سپس دهانه آن را با پارچه نرم، تمیز کنید (شکل ۱۸-۱۸).

۶. مهره رگولاتور را به کمک آچار مناسب بر روی کپسول محکم کنید. (شکل ۱۸-۱۹) رگولاتور گاز استیلن را نیز به همین ترتیب روی کپسول استیلن نصب کنید. در صورتی که اتصال رگولاتور استیلن به کپسول توسط گیره قلبی صورت می‌گیرد، باید پیچ گیره را تا حد امکان بر روی گیره محکم کنید (شکل ۱۸-۲۰).



شکل ۱۸-۱۹

۷. شیلنگ‌های مخصوص استیلن و اکسیژن را با توجه به رنگ آن‌ها و نیز قطر داخلی شیلنگ‌ها، بر روی رگولاتورهای مربوطه متصل و با بست در جای خود محکم کنید (شکل ۱۸-۲۱ و ۱۸-۲۲).



شکل ۱۸-۲۰



شکل ۱۸-۲۲



شکل ۱۸-۲۱



شکل ۱۸-۲۳

۸. در قسمت مشعل نیز هرکدام از شیلنگ‌های اکسیژن و استیلن را به شیر سوزنی مخصوص آن متصل کنید و آن‌را با بست محکم سازید (شکل ۱۸-۲۳ و ۱۸-۲۴).



شکل ۱۸-۲۴

۹. پیش از باز کردن شیر فلکه کپسول، شیر اطمینان رگولاتور را کاملاً باز کنید تا پس از باز کردن شیر فلکه هیچ گازی وارد فشارسنج‌ها نشود (شکل ۱۸-۲۵).



شکل ۱۸-۲۵



شکل ۱۸-۲۶



شکل ۱۸-۲۷



در صورتی که از شیلنگ‌های تازه و نو برای بار اول استفاده می‌کنید، قبل از بستن شیلنگ‌ها به مشعل، شیرفلکه گاز کپسول را باز کنید تا مواد نگه‌دارنده درون شیلنگ‌ها (پودر تالک) از درون آن‌ها خارج شود.

۱۰. برای حصول اطمینان از اتصالات شیلنگ‌ها و رگولاتور، شیر کپسول اکسیژن و استیلن و سایر محل‌های اتصال را با کف صابون برای نشت‌یابی آزمایش کنید (شکل ۱۸-۲۶).



آزمایش نشتی را هر چند وقت یکبار در مورد تجهیزات جوشکاری گاز انجام دهید و عیوب را برطرف سازید.

۱۱. در صورتی که برای جوشکاری گاز از کابین‌هایی با لوله‌کشی گاز و سیستم پست مرکزی استفاده می‌کنید، کپسول‌های اکسیژن و همچنین کپسول‌های گاز استیلن را باید توسط کلکتور (جمع‌کننده) به یکدیگر متصل کنید و سپس گازها را توسط لوله به محل کابین‌ها برسانید (شکل ۱۸-۲۷).



کپسول‌های پر را در کنار هم و کپسول‌های خالی را در کنار هم نگهداری کرده و همچنین در محل نگهداری کپسول‌ها از سیستم تهویه مناسب بهره بگیرید.



۱. مولد استیلن را در نزدیکی محل کار (جوشکاری) قرار دهید و شیلنگ‌های آنرا پس از بررسی از نظر سالم بودن، توسط بست بر روی دستگاه نصب کنید. (شکل ۱۸-۲۸)



شکل ۱۸-۲۸

۲. درپوش‌های بالایی مخزن و همچنین درپوش کشویی پایین را بررسی کرده و از سالم بودن واشرهای آب‌بندی آنها اطمینان یابید. در صورت خرابی واشرها، آنها را تعویض کنید. همچنین از سالم بودن شیر آب مطمئن شوید (شکل ۱۸-۲۹).

۳. اصول حفاظتی و ایمنی را رعایت کنید و تجهیزات ایمنی فردی مناسب را به کار بگیرید.

۴. مخزن مولد را از آب پر کنید و درپوش آنرا محکم ببندید (شکل ۱۸-۳۰).



شکل ۱۸-۳۰



شکل ۱۸-۲۹



شکل ۱۸۳۱

۵. مخزن جانبی (کپسول حفاظتی) که برای جلوگیری از برگشت شعله است را از نظر سالم بودن بررسی کنید (شکل ۱۸۳۱).

۶. از سالم بودن شیر اطمینان مولد، مطمئن شوید (شکل ۱۸۳۲).



شکل ۱۸۳۲

۷. درپوش ذخیره سنگ کاربید را باز کرده و کشویی آن را خارج کنید (شکل ۱۸۳۳). چند تکه سنگ کاربید (حدود نیم کیلو) در آن قرار دهید و سپس کشویی را در جای خود قرار دهید و درپوش آن را محکم ببندید (شکل ۱۸۳۴) و (شکل ۱۸۳۵).

۸. شیر آب را به اندازه یک دور باز کنید تا مقداری آب روی سنگ کاربید ریخته شود و تولید گاز کند (شکل ۱۸۳۶).



شکل ۱۸۳۳

۹. فشار مقدار گاز تولید شده نباید بیش از ۲ bar باشد. در صورتی که فشار گاز در اثر مصرف کم شود، دوباره مقداری آب به سنگ کاربید بیفزایید تا فشار مناسب را ایجاد کند (شکل ۱۸۳۷).



شکل ۱۸۳۴



شکل ۱۸۳۵

۱۰. این کار را آنقدر ادامه دهید تا تمام سنگ کاربید به خاکستر تبدیل شود.

۱۱. در صورت نیاز، خاکستر سنگ کاربید را خارج ساخته و دور بریزید و پس از شست‌وشوی کشویی، مجدداً مولد را بارگیری کرده و گاز استیلن تولید کنید.



نکته

- هرگز درپوش کشویی مولد را درحالی‌که درون مخزن مولد فشار گاز وجود دارد، باز نکنید.

- برای نگهداری بهتر از سنگ کاربید در مقابل رطوبت هوا، کاربید را در نفت نگهداری کنید.

۱۲. در پایان کار پس از جمع‌آوری تجهیزات و تحویل آن‌ها به انبار، محیط را نظافت کنید.



شکل ۱۸۳۷



شکل ۱۸۳۶

ارزشیابی پایانی

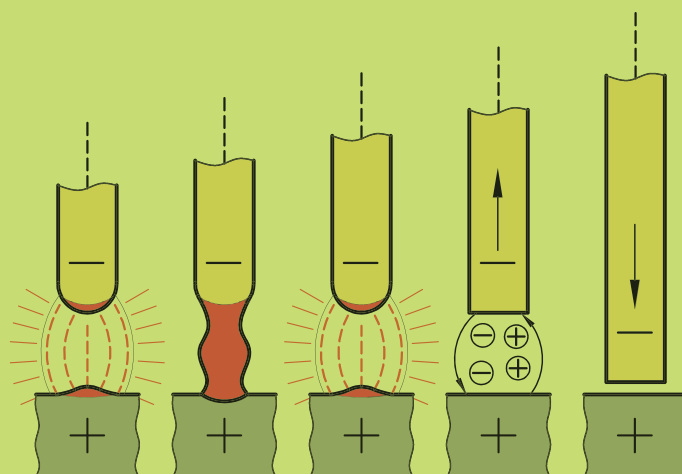
۱. ارزش حرارتی گاز را تعریف کنید.
۲. چند نمونه از گازهای قابل اشتعال را نام برده و آن‌ها را از نظر ارزش حرارتی با استفاده از جدول مقایسه کنید.
۳. ویژگی‌های گاز مناسب جهت جوشکاری را بیان کنید.
۴. ویژگی‌های گاز اکسیژن و استیلن را بنویسید.
۵. چرا داخل کپسول استیلن را از مواد متخلخل می‌سازند؟
۶. چرا برای نگهداری استیلن در کپسول از ماده شیمیایی استون استفاده می‌شود؟
۷. در دما و فشار متعارف، استون می‌تواند چند برابر حجم خود استیلن را حل کند؟
الف) ۵ برابر ب) ۱۰ برابر ج) ۲۰ برابر د) ۳۰ برابر
۸. در فشار $1/5 \text{ MPa}$ (مگا پاسکال) استون چند برابر حجم خود استیلن را حل می‌کند؟
۹. روش‌های تهیه گاز استیلن را بنویسید.
۱۰. انواع مولدهای استیلن را نام برده و روش کار هر کدام را به‌طور مختصر شرح دهید.
۱۱. محصول واکنش سنگ کاربید با آب چیست؟
۱۲. مولدهای استیلن از نظر حجم، گنجایش و ظرفیت کاربرد به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
۱۳. استیلن در فشار بالای قابلیت انفجار دارد.
۱۴. مراحل تهیه اکسیژن از هوا را به‌ترتیب شرح دهید.
۱۵. تفاوت جوش استیلن و جوش کاربید در چیست؟ (هر دو به‌عنوان جوشکاری اکسی‌استیلن مطرح هستند).

فصل نوزدهم

ایمنی در جوشکاری و برشکاری با گاز

◀ هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:
- اصول کلی ایمنی در جوشکاری گاز اکسی‌استیلن را بیان کند.
- تجهیزات ایمنی فردی مورد استفاده در جوشکاری گاز را شرح دهد.
- اصول ایمنی و حفاظتی را در به‌کار بردن تجهیزات ایمنی جوشکاری گاز در حین انجام کار به‌کار گیرد.
- شرایط ایمن بودن محیط جوشکاری گاز را شرح دهد.



مقدمه

در جوشکاری و برشکاری با شعله گاز، به علت استفاده از گازهای قابل اشتعال و خطر انفجار، رعایت نکات و اصول ایمنی بسیار دارای اهمیت است. این اصول شامل رعایت نکات لازم در استفاده درست از تجهیزات جوشکاری و برشکاری، به کارگیری تجهیزات ایمنی فردی، ایمنی در محیط جوشکاری، اجرای صحیح عملیات جوشکاری و برشکاری با گاز است.



شکل ۱۹-۱

۱۹-۱ تجهیزات ایمنی فردی در جوشکاری و برشکاری گاز

رعایت نکات ایمنی فردی از اصول اولیه هر کاری است. تجهیزات ایمنی فردی در جوشکاری و برشکاری گاز عبارتند از:

عینک: شدت تابش نور حاصل از شعله اکسی استیلن کم تر از شدت نور قوس الکتریکی است و اشعه‌های مضرى همچون مادون قرمز و ماوراءبنفش آن از قوس الکتریکی نسبتاً کم تر است (شکل ۱۹-۱).

چون تابش مستقیم نور شعله گاز باعث آسیب رساندن به بافت‌های چشم می‌گردد، بنابراین استفاده از عینک‌های مخصوص با درجه تیرگی استاندارد ضروری است. شماره شیشه استاندارد برای جوشکاری اکسی استیلن ۴ و ۵ است. **لباس ایمنی:** برای محافظت از شعله آتش و پاشش مذاب از پیش‌بند چرمی، دستکش چرمی، پابند چرمی و ساق‌بند چرمی نسوز استفاده می‌کنیم (شکل ۱۹-۲).

دستکش چرمی: در تمام طول جوشکاری یا برشکاری با گاز بایستی همواره از دستکش چرمی استفاده کنیم (شکل ۱۹-۳).

کلاه ایمنی: درحالتی که احتمال پاشش مذاب، بر روی سر وجود داشته باشد، بایستی از کلاه ایمنی مخصوص استفاده کنیم (شکل ۱۹-۴). پیش‌بند چرمی و سایر روپوش‌های حفاظتی مثل ساق‌بند دست و پا... (شکل ۱۹-۵) استفاده از انبر و کارگیرهای مخصوص جهت گرفتن قطعات جوشکاری شده (شکل ۱۹-۶).



شکل ۱۹-۲



شکل ۱۹-۳



شکل ۱۹-۴



شکل ۱۹-۵



شکل ۱۹-۶

۱۹-۲ ایمنی تجهیزات جوشکاری و برشکاری گاز

به منظور استفاده اصولی و ایمن از تجهیزات جوشکاری و برشکاری با شعله گاز، نکات زیر را رعایت کنید:

۱. برای تفکیک کپسول‌های گاز، آن‌ها را با رنگ‌های به‌خصوصی مشخص می‌کنند. کپسول گاز استیلن به رنگ زرد و کپسول گاز اکسیژن به رنگ آبی یا ارغوانی انتخاب می‌شود (شکل ۱۹-۷).

۲. شیلنگ‌های متصل به کپسول‌ها نیز دارای رنگ‌های مشخصی هستند. شیلنگ مربوط به گاز سوختنی به رنگ قرمز و شیلنگ اکسیژن به رنگ آبی یا سبز است. ۳. شیلنگ‌های اکسیژن و استیلن دارای قطرهای متفاوتی هستند. قطر داخلی شیلنگ اکسیژن کم‌تر از قطر داخلی شیلنگ استیلن است (شکل ۱۹-۸).

۴. اتصالات شیلنگ‌ها در محل اتصال به رگولاتور نیز دارای قطر و شکل متفاوتی هستند. اتصال سر شیلنگ‌ها دارای دو قسمت پستانک و مهره است. قسمت پستانک را وارد شیلنگ می‌کنیم تا مهره آن به رگولاتور یا مشعل متصل شود. مهره استیلن به صورت چپ‌گرد بوده و دور تا دور آن یک شیار وجود دارد. ۵. از قرار دادن شیلنگ‌ها در مجاورت اشیاء تیز و برنده یا شعله گاز جداً خودداری شود.

۶. محل اتصال شیلنگ‌ها به رگولاتور و مشعل را با بست‌های مخصوصی محکم کنید و از تماس روغن با آن‌ها خودداری کنید (شکل ۱۹-۹).

۷. طول شیلنگ‌ها بایستی بیش از پنج متر انتخاب شود، چون مقدار فشار گاز درون آن بر سطح داخلی شیلنگ تقسیم می‌شود.

۸. از کپسول‌های گاز برای حمل و نقل وسایل سنگین استفاده نکنید. برای جابه‌جایی تجهیزات برشکاری می‌توان از وسیله چرخ‌دار مخصوص حمل کپسول‌ها یا ارابه مخصوص که قابلیت نگهداری و بستن کپسول‌ها را داشته باشد، استفاده می‌کنیم. (شکل‌های ۱۹-۱۰ و ۱۹-۱۱).



شکل ۱۹-۷



شکل ۱۹-۸



شکل ۱۹-۱۱



شکل ۱۹-۱۰



شکل ۱۹-۹

۱۹-۳ ایمنی در محیط جوشکاری و برشکاری گاز



شکل ۱۹-۱۲



شکل ۱۹-۱۳

۱. توجه کنید که فضای جوشکاری باید همواره تهویه شود تا از تجمع گازها و بخارهای گازی و دود در محیط کارگاه جلوگیری شود.
۲. چنانچه کپسول‌ها در نزدیکی میز کار قرار دارند، بایستی آن‌ها را در محل ثابتی قرار دهید و توسط زنجیر به پایه یا دیوار محکم کنید.
۳. در صورتی که محل نگهداری کپسول‌ها از میز کار فاصله داشته باشد، بایستی کپسول‌ها را به صورت پست مرکزی قرار دهید و آن‌ها را به وسیله کلکتور به یکدیگر متصل کنید. حتماً در محل پست مرکزی دستگاه باید تهویه مناسب نصب شود (شکل ۱۹-۱۲).
۴. در هنگام جوشکاری در محیط‌های سر بسته حتماً از ماسک دهنی یا ماسک با تهویه استفاده کنید و از سالم بودن سیستم تهویه هوای داخل گاز مخزن اطمینان یابید (شکل ۱۹-۱۳).
۵. از قراردادن کپسول‌های گاز و همچنین ظرف نگهداری کاربید کلسیم در محیط‌های گرم یا در مجاورت جرقه خودداری کنید.



ایمنی

ایمنی در اجرای عملیات جوشکاری و برشکاری گاز

- در هنگام انجام عملیات جوشکاری رعایت نکات زیر ضروری است:
۱. به تجهیزات ایمنی و حفاظتی فردی به طور کامل مجهز شوید.
 ۲. از صحت و سلامت رگولاتورها، اتصالات و شیلنگ‌ها اطمینان حاصل کنید.
 ۳. نکات ایمنی را بر اساس توصیه‌های استادکار در هنگام انجام جوشکاری و برشکاری رعایت کنید.
 ۴. برای خاموش کردن مشعل و جمع کردن تجهیزات، ابتدا شیر گاز استیلن و سپس شیر گاز اکسیژن را ببندید.
 ۵. در پایان کار ابتدا شیر کپسول استیلن و سپس شیر کپسول اکسیژن را ببندید و با باز کردن شیر گاز استیلن و اکسیژن مشعل، گاز موجود در شیلنگ‌ها را تخلیه کنید.



دستور کار

اصول حفاظتی و ایمنی در تجهیزات جوشکاری

نکات ایمنی در مورد کپسول‌های گاز

۱. از آنجا که استیلن گازی است احتراق‌پذیر و قابل اشتعال، بایستی نکات ایمنی مربوط به گازهای سوختنی را برای این گاز رعایت کرد.
همواره از کپسول‌ها در حالت ایستاده استفاده کنید (شکل ۱۴-۱۹). چون در غیر این صورت مقداری استون به همراه استیلن از کپسول خارج شده و در کیفیت جوش اختلال به وجود می‌آورد.
برای جلوگیری از افتادن کپسول‌ها، آن‌ها را با بست و زنجیر به حالت قائم به دیوار تکیه دهید.
- تهویه محل نگهداری کپسول‌ها را کنترل کنید.
- برای جابه‌جایی کپسول‌ها از وسیله چرخ‌دار مخصوص استفاده کنید و از قراردادن آن‌ها در محیط‌های خیلی گرم و یا در معرض تابش مستقیم آفتاب خودداری کنید.
- در صورتی که از کپسول‌ها استفاده نمی‌کنید کلاهک محافظ را روی شیر کپسول بگذارید (شکل ۱۵-۱۹).
- محل نگهداری کپسول‌ها باید عاری از مواد سوختنی باشد و دیوارهای انبار نیز از مواد نسوز باشد.
- محل نگهداری کپسول‌ها باید به گونه‌ای باشد که در هنگام وقوع آتش‌سوزی به راحتی بتوان کپسول‌ها را از منطقه خطر خارج ساخت.
- محل نگهداری کپسول‌ها از محل جوشکاری دست‌کم سه متر فاصله داشته باشد.
- کپسول‌های استیلن را در مقابل ضربه، حرارت و سرما محافظت کنید. در صورت یخ‌زدن محتوی کپسول، از آب گرم (نه آب جوش) استفاده کنید.
- اتصالات، لوله‌ها و واشرهای آب‌بندی تأسیسات استیلن را از جنس مس انتخاب نکنید، زیرا خطر انفجار را به دنبال خواهد داشت.
۲. کپسول‌های اکسیژن با فشاری حدود ۱۵۰ bar در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد پر می‌شوند. رعایت نکات زیر در ایمنی این کپسول‌ها الزامی است.
- هرگز از اکسیژن فشرده درون کپسول برای تمیز کردن محیط کاری یا لباس کار استفاده نکنید.
- کپسول‌ها را به صورت عمودی در محل مناسبی با بست و زنجیر محکم کنید و از



شکل ۱۴-۱۹



شکل ۱۵-۱۹



نکته

لوله‌های حامل گاز استیلن را معمولاً به رنگ بلوطی و لوله‌های حامل گاز اکسیژن را به رنگ سفید درمی‌آورند.

وارد کردن ضربه به آن‌ها خودداری کنید.

- از آلوده شدن و چرب شدن قسمت‌های مختلف کپسول اکسیژن جلوگیری کنید.
- کپسول‌ها را در محیط گرم قرار ندهید، زیرا باعث افزایش دما و فشار گاز داخل کپسول می‌شود.

- از غلتاندن کپسول‌ها بر روی زمین خودداری کنید و برای جابه‌جایی آن‌ها از ارابه مخصوص کمک بگیرید.

- به منظور استفاده ایمن‌تر در کارگاه، از سیستم پست مرکزی برای نگهداری کپسول‌ها استفاده کنید. در این روش چند کپسول توسط رگولاتور به هم متصل می‌شوند و کابین‌ها را به لوله‌کشی گاز مجهز می‌کنند.

۳. هنگامی که رگولاتور روی کپسول نصب شده باشد برای باز کردن شیرفلکه کپسول، از قرار گرفتن در جلوی رگولاتور خودداری کنید و کپسول را مابین خود و رگولاتور قرار دهید. عبور جریان گاز باعث ضربه وارد شدن به فشارسنج‌های رگولاتور شده و امکان پرت شدن شیشه و آسیب رسیدن به افراد وجود دارد.

۴. کاربرد کلسیم را در ظرف‌های دربسته و به دور از رطوبت نگهداری کنید. به منظور حفاظت بهتر از کاربرد کلسیم و جلوگیری از واکنش آن با رطوبت هوا، بهتر است آن‌ها را در نفت نگهداری کنید.

۵. محیط کارگاه را برای جوشکاری گاز آماده سازید.

- برای هر مخزن استیلن لازم است ۶۰ متر مکعب فضا و ۲۰ متر مربع سطح در محل کاربردشان در نظر گرفته شود.

- روشنایی انبار کپسول‌های گاز سوختنی توسط لامپ‌های ایمن و بدون جرقه و یا توسط پنجره‌های ثابت صورت گیرد و از قرار دادن کلید برق در داخل انبار خودداری کنید.
- در صورت استفاده از سیستم پست مرکزی، محل نگهداری کپسول‌ها را خارج از کارگاه در نظر بگیرید.

- در هنگام جوشکاری، تهویه‌ها و هواکش‌ها را روشن، و پنجره‌های کارگاه را باز کنید.
- در صورت استشمام بوی گاز محل اتصال شیلنگ‌ها، رگولاتورها و فلکه کپسول را با محلول آب و صابون نشت‌یابی کنید.

- مواد قابل اشتعال مانند کاغذ، پارچه، چوب و نظیر آن‌ها را از محل جوشکاری دور کنید.
۶. همواره دقت کنید که در هنگام جوشکاری گاز اکسی استیلن استفاده از وسایل و تجهیزات ایمنی الزامی است.

- برای حفاظت چشم‌ها در برابر نور شعله و نیز برخورد جرقه و مذاب با چشم، از عینک ایمنی با درجه تیرگی مناسب استفاده کنید.

ارزشیابی پایانی

۱. خطرات اصلی در فرایند جوشکاری اکسی استیلن کدام‌اند؟ روش‌های پیشگیری از آن‌ها را بیان کنید.
۲. فعالیت‌های مهم ایمنی در جوشکاری را نام ببرید که بی‌توجهی و عدم رعایت آن‌ها می‌تواند به سوانح جدی بینجامد.
۳. وسایل و تجهیزات ایمنی ضروری برای شروع فرایند جوشکاری اکسی استیلن را نام ببرید.
۴. چرا محل جوشکاری گاز باید به دستگاه تهویه مجهز باشد؟
۵. مشخصات شیلنگ‌های اکسیژن و استیلن را بنویسید.
۶. شیشه مناسب برای جوشکاری گاز اکسی استیلن کدام است؟
۷. مهم‌ترین اقدام مؤثر ایمنی در هنگام جوشکاری گاز، در صورت بروز حادثه چیست؟
۸. مقدار حجم مصرفی از کپسول استیلن چقدر است؟
۹. چرا برای روشن کردن مشعل سوخت گازی به جای کبریت باید از فندک استفاده کرد؟
۱۰. چرا در دستگاه‌هایی که با استیلن کار می‌کنند، نباید از مس یا آلیاژهای آن استفاده کنیم؟
۱۱. بیش‌ترین مقدار فشار تنظیمی استیلن باید باشد.
۱۲. از فلاش بک (شیر یک‌طرفه) به چه منظوری استفاده می‌شود؟
۱۳. در شکل زیر چه اصول ایمنی رعایت نشده است؟



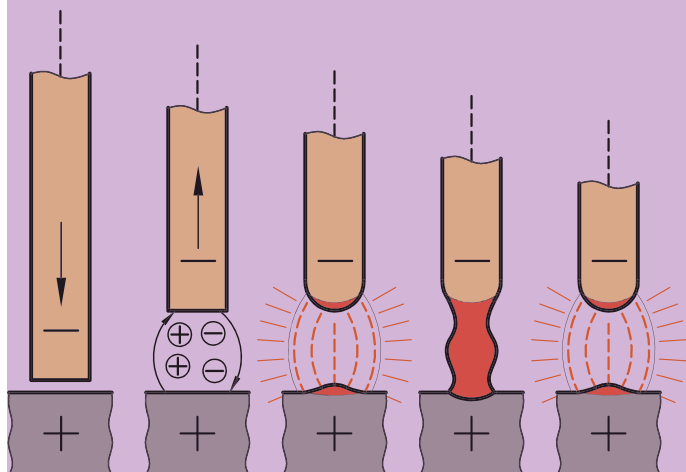
فصل بیستم

آشنایی با تجهیزات جوشکاری گاز

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری گاز اکسی استیلن را شرح دهد.
- تفاوت‌های میان رگولاتورهای اکسیژن و استیلن را بیان کند.
- ساختار و عملکرد کلی رگولاتورهای کاهنده فشار را شرح دهد.
- متعلقات مشعل جوشکاری را نام ببرد.
- نحوه اتصال شیلنگ‌های گاز به مشعل جوشکاری اکسی استیلن را شرح دهد.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به کاربرد تجهیزات جوشکاری گاز اکسی استیلن را رعایت کند.



مقدمه

در جوشکاری با گاز اکسی استیلن تجهیزات و ادوات مخصوصی به کار می رود که آشنایی و نحوه به کارگیری آن ها برای یک جوشکار ضروری است. در فصل های پیش، گاز اکسیژن و استیلن، چگونگی تولید آن ها و همچنین کپسول های گاز معرفی شدند. سایر تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری گاز عبارت اند از: رگولاتورهای کاهنده فشار، شیلنگ ها و اتصالات، مشعل جوشکاری و سربک، فندک و عینک جوشکاری.



شکل ۲۰-۱

۲۰-۱ رگولاتورهای کاهنده فشار

ذخیره سازی گاز در کپسول ها با فشار بالایی صورت می گیرد. فشار گاز اکسیژن در کپسول، تا حدود ۱۵۰ bar و فشار گاز استیلن در کپسول، در حدود ۱۵ bar است که این فشار بالا برای جوشکاری مناسب نیست. بنابراین برای دستیابی به فشار مناسب برای جوشکاری از رگولاتورهای کاهنده فشار استفاده می کنیم (شکل ۲۰-۱). میزان فشار مناسب برای جوشکاری گاز به اندازه مشعل بستگی دارد و مقدار آن برای گاز اکسیژن ۳-۲/۵ اتمسفر و برای گاز استیلن ۷/۰-۱/۰ اتمسفر است.

هر رگولاتور دو وظیفه کلی دارد:

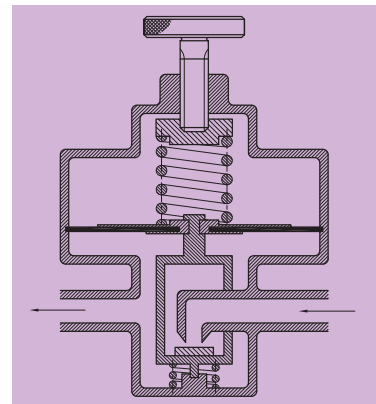
◀ کاهش فشار گاز کپسول

◀ تنظیم و تثبیت فشار گاز خروجی جهت مصرف.

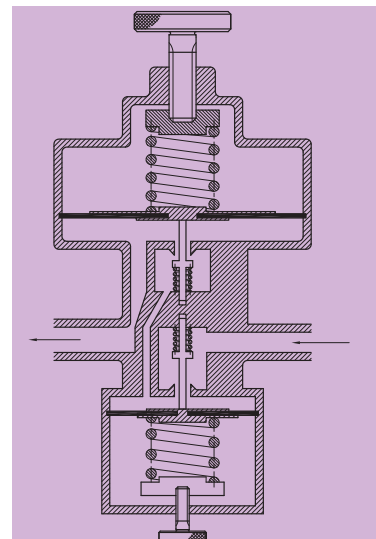
رگولاتورها در دو نوع یک مرحله ای و دو مرحله ای ساخته می شوند (شکل ۲۰-۲) و (شکل ۲۰-۳).

در رگولاتورهای کاهش فشار یک مرحله ای، افت فشار کپسول باعث افت فشار گاز در خروجی رگولاتور نیز می گردد، ولی در رگولاتورهای کاهش فشار دو مرحله ای، فشار گاز خروجی در مشعل تا پایان یافتن گاز درون کپسول، ثابت باقی می ماند. رگولاتورهای دو مرحله ای نوسان فشار گاز را در هنگام جوشکاری خنثی می کند و فشار یکنواختی را فراهم می سازد. رگولاتورها همچنین دارای دو فشارسنج (مانومتر) و یک سوپاپ اطمینان هستند (شکل ۲۰-۴).

فشارسنج اول، فشار گاز درون کپسول را نشان می دهد و فشارسنج دوم میزان فشار گاز خروجی مورد نیاز برای جوشکاری را نشان می دهد. این میزان



شکل ۲۰-۲ رگولاتور یک مرحله ای



شکل ۲۰-۳ رگولاتور دو مرحله ای



شکل ۲۰-۴



شکل ۲۰-۵

فشار گاز توسط شیر پایین رگولاتور قابل تنظیم است (شکل ۲۰-۵). رگولاتورهای کاهنده فشار برای اکسیژن و استیلن از نظر سیستم عملکرد داخلی مشابه هم هستند.

- تفاوت‌های رگولاتورهای کاهنده فشار:

۱. نحوه اتصال به کپسول: رگولاتورهای اکسیژن معمولاً توسط مهره به سر کپسول متصل می‌شوند، در حالی که رگولاتورهای گاز استیلن را توسط یک گیره قلبی به سیلندر گاز اتصال می‌دهیم (شکل ۲۰-۶) و (شکل ۲۰-۷).



شکل ۲۰-۶

۲. درجه‌بندی فشارسنج‌ها: فشارسنج اول رگولاتور مربوط به اکسیژن در قسمت کپسول دارای درجه‌بندی تا ۳۰۰ bar (300 kg/m^2) است، در حالی که فشارسنج اول گاز استیلن در قسمت کپسول ۴۰-۳۰ bar درجه‌بندی شده است (شکل‌های ۲۰-۸ و ۲۰-۹).



شکل ۲۰-۹



شکل ۲۰-۸



شکل ۲۰-۷

۲-۲ مشعل جوشکاری

مشعل جوشکاری گاز وسیله‌ای است که برای ترکیب گاز سوختنی با گاز اکسیژن به میزان معین مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۲۰-۱۰).

مقدار گاز سوختنی و اکسیژن خروجی از مشعل قابل تنظیم بوده و به همین دلیل می‌توان شعله‌های مورد نیاز را تنظیم کرد (شکل ۲۰-۱۱). اجزای تشکیل دهنده یک مشعل عبارتند از:



شکل ۲۰-۱۰

۱. شیرهای سوزنی تنظیم گاز

۲. دسته مشعل

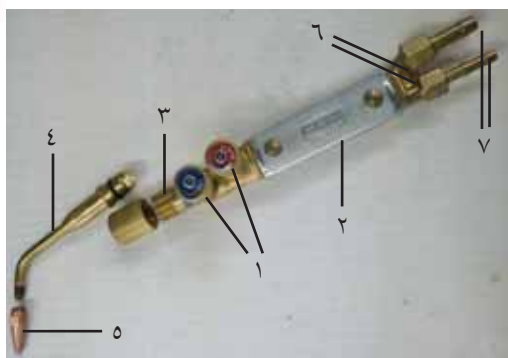
۳. لوله اختلاط گاز

۴. لوله نازل

۵. سر مشعل

۶. پیچ‌های اتصال شیلنگ‌ها به مشعل

۷. دهانه ورودی گاز (پستانک)



شکل ۲۰-۱۱

گاز استیلن و اکسیژن از راه شیلنگ‌ها وارد مشعل می‌شوند و مقدار آن‌ها توسط شیرهای سوزنی تنظیم فشار موجود بر روی دسته مشعل قابل تنظیم است (شکل‌های ۲۰-۱۲ و ۲۰-۱۳).

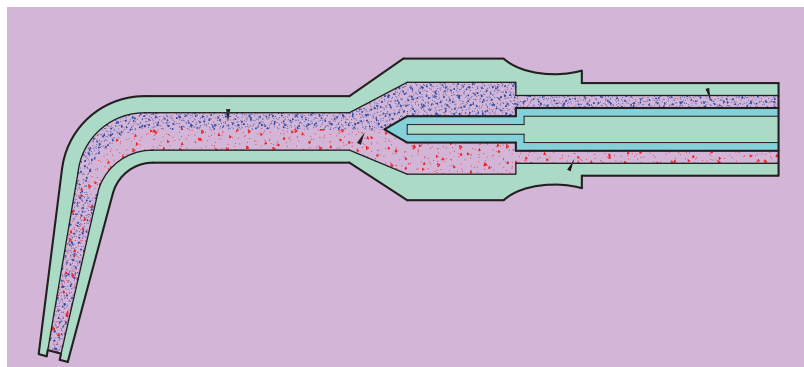


شکل ۲۰-۱۲

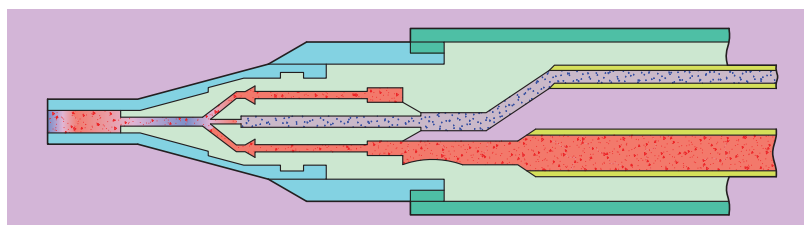
مشعل‌های جوشکاری در انواع فشار قوی و فشار ضعیف ساخته می‌شوند. نوع فشار قوی آن در مواردی به کار می‌رود که فشار گاز استیلن و اکسیژن با هم برابر باشند. در این حالت نسبت اختلاط گازها ۱:۱ خواهد بود (شکل ۲۰-۱۴). در مشعل‌های فشار ضعیف (انژکتوری)، گاز استیلن با فشار پایین‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرد. قسمت انژکتوری شامل سوراخی است که اطراف آن را روزنه‌هایی فرا گرفته است. گاز اکسیژن از سوراخ مرکزی با فشار ۱ - ۳ اتمسفر عبور کرده و گاز استیلن را از روزنه‌های اطراف به محفظه انژکتور می‌کشاند و اختلاط گازها در آنجا صورت می‌گیرد (شکل ۲۰-۱۵).



شکل ۲۰-۱۳



شکل ۲۰-۱۴



شکل ۲۰-۱۵



مشعل‌های فشار ضعیف بیشتر در مواردی به کار می‌روند که فشار استیلن تولیدی پایین باشد (مانند مولدهای استیلن) در حالی که مشعل‌های فشار قوی برای استیلن با فشار بالا مانند کپسول‌های استیلن مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲۰-۳ سر مشعل‌ها

به منظور جوشکاری قطعات با ضخامت‌های مختلف از سر مشعل‌های سربک‌های مختلفی استفاده می‌شود. درجه‌بندی سر مشعل‌ها در یکی از حالت‌های زیر صورت می‌گیرد (شکل ۲۰-۱۶):



شکل ۲۰-۱۶



شکل ۲۰-۱۷



شکل ۲۰-۱۸

- ◀ بر اساس ضخامت قطعات (۲-۴ mm یا ۱-۲ mm)
- ◀ بر اساس قطر سوراخ سر مشعل (از شماره ۰-۱۵)
- ◀ بر اساس مصرف گاز استیلن در ساعت (شماره ۱۰۰ یعنی در هر ساعت ۱۰۰ لیتر گاز مصرف می‌شود)

معمول‌ترین درجه‌بندی بر اساس قطر سوراخ سربک صورت می‌گیرد (شکل‌های ۲۰-۱۷ و ۲۰-۱۸). در هنگام جوشکاری، دهانه به علت جرقه‌ها و کربن و دوده و اکسیدهای فلزی تنگ و مسدود می‌شود که برای تمیزکاری آن از سوهان‌های سوزنی ویژه‌ای استفاده می‌شود (شکل ۲۰-۱۹).



شکل ۲۰-۱۹

جدول زیر نحوه انتخاب سربک مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار و میزان فشار گاز را مشخص می‌کند.

فشار گاز اکسیژن و استیلن (bar)	ضخامت ورق (mm)	شماره سرمشعل
۰/۰۷	۰/۴	۰۰
۰/۰۷	۰/۸	۰
۰/۰۷	۱/۵	۱
۰/۱۴	۲/۵	۲
۰/۲۱	۳	۳
۰/۲۸	۵	۴
۰/۳۵	۶/۵	۵
۰/۴۲	۸	۶
۰/۴۹	۱۰	۷
۰/۴۹	۱۲	۸
۰/۵۲	۱۶	۹
۰/۶۳	۱۹	۱۰



شکل ۲۰-۲۰



شکل ۲۰-۲۱

۴-۲۰- شیلنگ‌ها و سرشیلنگ‌ها

از شیلنگ‌ها برای رساندن گاز از کپسول به مشعل استفاده می‌شود. شیلنگ‌ها توسط سرشیلنگ‌ها به مشعل متصل می‌شوند (شکل ۲۰-۲۱). سرشیلنگ دارای یک قسمت پستانک و یک مهره است که مهره مربوط به گاز، چپ‌گرد و مهره مربوط به اکسیژن راست‌گرد است. اندازه شیلنگ‌ها استاندارد است که نشان‌دهنده نسبت قطر داخلی به قطر خارجی شیلنگ است $5/11$ تا $9/16$ (شکل ۲۰-۲۰). شیلنگ اکسیژن به رنگ آبی یا سبز و شیلنگ استیلن به رنگ قرمز یا قهوه‌ای است. قطر داخلی شیلنگ‌های گاز دارای اندازه‌های استاندارد ۴، ۶ و ۸ میلی‌متر است.



شکل ۲۰-۲۲

۵-۲۰- فندک

از این وسیله برای روشن کردن مشعل جوشکاری استفاده می‌شود (شکل ۲۰-۲۲). فندک‌ها به صورت سنگی یا الکتریکی موجود هستند و در شرایطی که تعدادی هنرجو در حال فراگیری جوشکاری باشند از شمعک‌هایی که بر روی هر میز قرار دارد، استفاده می‌کنند (شکل ۲۰-۲۳).



شکل ۲۰-۲۳



(۱۸۰ دقیقه)

دستور کار

راه اندازی و به کارگیری تجهیزات لازم برای جوشکاری گاز



شکل ۲۰-۲۴



شکل ۲۰-۲۵



شکل ۲۰-۲۶



شکل ۲۰-۲۷



شکل ۲۰-۲۸

۱. وسایل ایمنی فردی از قبیل روپوش مناسب، دستکش چرمی، پیش بند و ساق بند چرمی، کفش و کلاه ایمنی را آماده و استفاده کنید (شکل ۲۰-۲۴).
۲. از پر بودن کپسول استیلن و اکسیژن اطمینان حاصل کنید.
۳. رگولاتورهای مخصوص اکسیژن و استیلن را آماده سازید (شکل ۲۰-۲۵ و ۲۰-۲۶).
۴. شیلنگ های مخصوص گاز استیلن و اکسیژن را آماده کنید و بست های لازم برای محکم کردن شیلنگ ها را تهیه کنید (شکل ۲۰-۲۷).
۵. مشعل جوشکاری و سربک های آن را از انبار تحویل گرفته و از سالم بودن شیرهای سوزنی مشعل اطمینان یابید. لوله نازل مشعل و سربک را بررسی کرده و سوراخ سربک را با سوزن جعبه نظیف پاک کننده، از آلودگی تمیز کنید (شکل ۲۰-۲۸).
۶. رگولاتور اکسیژن و استیلن را پس از برداشتن کلاهک محافظ کپسول و تمیز کردن پیچ کپسول، توسط آچار مخصوص بر روی کپسول نصب کنید.
۷. شیلنگ اکسیژن دارای قطر داخلی کم تری نسبت به شیلنگ استیلن است. همچنین اتصالات شیلنگ ها در محل خروجی رگولاتورها، با قطرهای متفاوتی در نظر گرفته می شود تا از بستن اشتباه شیلنگ ها خودداری شود. مهره اتصال شیلنگ اکسیژن به رگولاتور راست گرد بوده و مهره اتصال شیلنگ استیلن به رگولاتور چپ گرد است.



اگر اکسیژن از درون شیلنگ کهنه استیلن رد شود، مخلوط خطرناک و قابل انفجاری را به وجود خواهد آورد.



شکل ۲۰-۲۹

۸. بعد از نصب شیلنگ، آن را با بست محکم کنید (شکل ۲۰-۲۹).
 ۹. انتهای دیگر شیلنگ‌ها را به ورودی‌های مشعل متصل کنید. (شکل) ورودی مشعل نیز برای اکسیژن و استیلن متفاوت است. مهره اتصال شیلنگ استیلن به صورت چپ‌گرد و با شیار V شکل است، اما مهره اتصال شیلنگ اکسیژن به صورت راست‌گرد و ساده است. اتصالات را با آچار، و شیلنگ‌ها را با بست محکم کنید (شکل ۲۰-۳۰).



شکل ۲۰-۳۰

۱۰. لوله نازل مشعل مناسب با کار را انتخاب کنید.
 ۱۱. سرمشعل‌های مناسب با ضخامت قطعه کار را انتخاب کرده و روی لوله نازل مشعل متصل کنید (شکل ۲۰-۳۱).



شکل ۲۰-۳۱

۱۲. شیرهای سوزنی اکسیژن و استیلن را بر روی دسته مشعل باز و بسته کنید تا از سالم بودن آن اطمینان حاصل کنید.

۱۳. شیرهای فلکه کپسول اکسیژن و استیلن را باز کنید. جهت جلوگیری از آسیب دیدن رگولاتور، ابتدا شیر تنظیم رگولاتور را کاملاً باز کنید (شکل ۲۰-۳۲).



شکل ۲۰-۳۲

۱۴. شیرهای فلکه کپسول استیلن را یک دور و شیر کپسول اکسیژن را به طور کامل باز کنید. سپس پیچ‌های تنظیم رگولاتور را برای فشار مورد نظر تنظیم کنید.

فشار مصرفی گاز استیلن ۰/۵ bar و فشار مصرفی گاز اکسیژن ۲/۵ bar است.

۱۵. شیر استیلن روی مشعل را به اندازه ۳/۴ دور باز کرده و فندک را در فاصله ۲/۵ سانتی‌متری انتهای سربک نگه دارید و آن را روشن کنید. این کار را به سرعت انجام دهید تا از هدر رفتن گاز جلوگیری شود. سپس شیر سوزنی

گاز اکسیژن را به آرامی باز کنید (شکل ۲۰-۳۳).



نکته

در این مرحله شیر استیلن را به اندازه کافی باز کنید. در غیر این صورت شعله با دود همراه خواهد بود.



شکل ۲۰-۳۳



شکل ۲۰-۳۴

- از روشن کردن مشعل با کبریت یا فندک‌های شعله‌ای کوتاه خودداری کنید، چون امکان سوختن دست توسط شعله استیلن وجود دارد.
- در روشن کردن مشعل، سربک را رو به پایین گرفته و آن را روی میز روشن کنید (شکل ۲۰-۳۴).
- از روشن کردن مشعل توسط مشعل دیگران خودداری کنید.

۱۶. برای خاموش کردن مشعل ابتدا شیر سوزنی گاز استیلن را بسته و سپس شیر سوزنی گاز اکسیژن را ببندید. این کار مانع از برگشت شعله به درون مشعل یا شیلنگ استیلن گشته و از انفجار گاز جلوگیری می‌کند (شکل‌های ۲۰-۳۵ و ۲۰-۳۶).
۱۷. در صورت بروز هرگونه اشکال در هنگام کار، موارد را به هنرآموز محترم خود گزارش کنید.

۱۸. شیر فلکه کپسول‌ها را بسته و برای خارج شدن گاز موجود در شیلنگ‌ها، شیرهای سوزنی مشعل را باز کنید تا گاز خارج شود و سپس آن‌ها را مجدداً ببندید (شکل ۲۰-۳۸).

۱۹. عملیاتی که انجام داده‌اید را برای بررسی و ارزش‌یابی به هنرآموز محترم خود نشان دهید.

۲۰. در پایان کار تجهیزات و وسایل را جمع‌آوری کنید و به انبار تحویل دهید. سپس محل کار را نظافت کنید.



شکل ۲۰-۳۵



شکل ۲۰-۳۶



شکل ۲۰-۳۷



شکل ۲۰-۳۸

ارزشیابی پایانی

۱. تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری گاز اکسی استیلن را نام ببرید.
۲. فشار گاز موجود در کپسول‌های اکسیژن و استیلن چقدر است؟
۳. از رگولاتور به چه منظوری استفاده می‌شود؟
۴. مزیت رگولاتورهای دو مرحله‌ای نسبت به یک مرحله‌ای چیست؟
۵. گستره فشارسنج‌های رگولاتور اکسیژن و استیلن چقدر است؟
۶. تفاوت‌های رگولاتور اکسیژن و استیلن را بیان کنید.
۷. اجزاء تشکیل‌دهنده یک مشعل جوشکاری گاز را نام ببرید.
۸. انواع مشعل‌های جوشکاری گاز را نام ببرید و موارد کاربرد هر کدام را ذکر کنید.
۹. اساس درجه‌بندی سرمشعل‌ها چگونه است؟
۱۰. اتصالات اکسیژن و استیلن با یکدیگر چه تفاوتی دارند؟
۱۱. شیلنگ‌های با قطر داخلی ۴/۵ mm برای تأمین حداکثر فشار و قطر ۸ mm برای تأمین حداکثر فشار مورد استفاده قرار می‌گیرند.
۱۲. شماره‌گذاری نازل‌های مشعل به چند روش صورت می‌گیرد؟

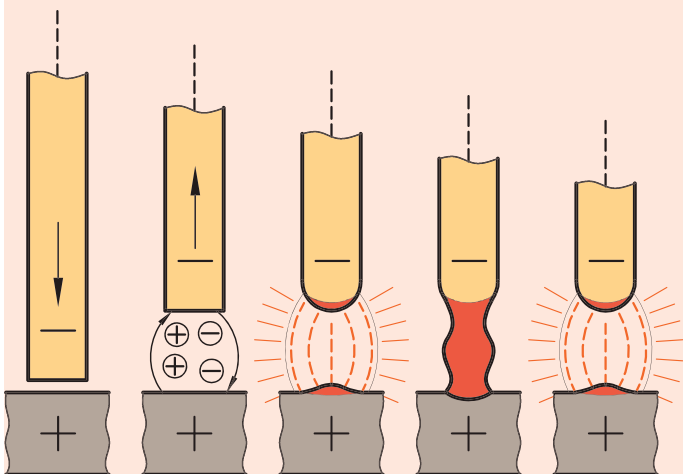
فصل بیست و یکم

ایجاد شعله و تشکیل حوضچه مذاب

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- انواع شعله را بیان کند.
- روش ایجاد انواع شعله را شرح دهد.
- اصول و مشخصات شعله خنثی را بیان کند.
- عوامل مؤثر بر شعله در هنگام کار را بیان کند.
- دلایل به تأخیر افتادن شعله را شرح دهد.
- اصول مربوط به تشکیل حوضچه مذاب و هدایت آن را شرح دهد.
- حوضچه مذاب را تشکیل دهد.
- حوضچه مذاب را هدایت کند.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری گاز اکسی‌استیلن را در حین انجام کار به کار بندد.





نکته

مقدمه

جوشکاری با شعله مناسب تأثیر بسزایی در کیفیت و عمق نفوذ جوش داشته و باعث استحکام جوش می‌گردد. لذا آشنایی با انواع شعله و چگونگی ایجاد آن‌ها از اصول اولیه جوشکاری گاز است.

همواره توجه داشته باشید که در هنگام باز کردن شیر کپسول، هیچ‌گاه نباید مقابل رگولاتور ایستاد، زیرا امکان پرت شدن شیشه و اصابت آن با فرد وجود دارد.

۲۱-۱ روشن کردن مشعل جوشکاری

به منظور تشکیل شعله بر روی مشعل، ابتدا سربک (پستانک) مناسب با کار را انتخاب می‌کنیم و پس از اطمینان از اتصال کپسول گاز اکسیژن و استیلن، فشار گاز اکسیژن و استیلن را بر اساس قطر سوراخ سربک مشعل (با توجه به جدول فصل قبل) تنظیم می‌کنیم (شکل‌های ۲۱-۱ و ۲۱-۲).

گاز خروجی از مشعل را توسط شیرهای سوزنی تنظیم می‌کنیم. می‌توان سه نوع شعله ایجاد کرد که در این جا به شرح هر یک از آن‌ها می‌پردازیم.

۱. شعله احیاکننده

با روشن کردن مشعل توسط گاز استیلن، شیر گاز اکسیژن را به تدریج باز می‌کنیم تا شعله ایجاد گردد. در صورتی که میزان گاز استیلن نسبت به گاز اکسیژن بیشتر باشد، شعله احیاکننده است. در این حالت شعله از سه قسمت کاملاً جداگانه تشکیل شده است. (شکل‌های ۲۱-۴ و ۲۱-۵)

این سه قسمت شامل مخروط داخلی، مخروط میانی و مخروط بیرونی است. شعله احیا کننده دارای استیلن اضافی بوده و جوشکاری با آن باعث افزایش کربن در فلز جوش خواهد شد. به علت سوختن ناقص شعله احیا کننده، بازدهی حرارتی آن کم بوده و برای جوشکاری فولادهای معمولی مناسب نیست. از موارد کاربرد این شعله می‌توان به جوشکاری چدن، فلزات زودگداز، لحیم سخت یا (نقره جوش) و همچنین گرم کردن قطعات اشاره کرد.



شکل ۲۱-۱



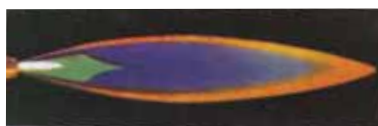
شکل ۲۱-۲



شکل ۲۱-۳

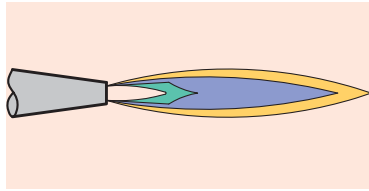


شکل ۲۱-۵



شکل ۲۱-۴

۲. شعله خنثی



شکل ۲۱-۶

شعله خنثی از سوختن کامل گاز استیلن ایجاد می‌شود. برای تشکیل شعله خنثی، شعله‌ای که در حالت احیا تشکیل شده است را با کم کردن مقدار گاز استیلن یا با افزودن گاز اکسیژن، به وجود می‌آوریم. در این حالت مخروط میانی و مخروط داخلی بر یکدیگر منطبق شده و شعله دو قسمتی (دومخروطی) خواهد بود. شعله خنثی بالاترین درجه حرارت را برای ذوب شدن فلز ایجاد می‌کند (شکل‌های ۲۱-۶ و ۲۱-۷)



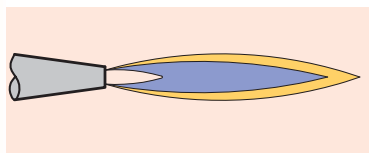
شکل ۲۱-۷

میزان اکسیژن و استیلن خروجی از مشعل برابر بوده و مابقی اکسیژن لازم برای سوختن گاز از هوا تأمین می‌شود.

نسبت گاز استیلن به گاز اکسیژن برای سوخت کامل ۱ به ۲/۵ است.

گازهای حاصل از سوختن کامل استیلن با اکسیژن، شامل دی‌اکسیدکربن (CO_2) و بخار آب (H_2O) می‌شود که هیچ‌گونه میل ترکیبی با اکسیژن هوا ندارند. به همین دلیل این شعله را خنثی گویند. مهم‌ترین مزیت چنین شعله‌ای این است که هیچ‌گونه تغییراتی در بافت فلزات پایه ایجاد نمی‌کند، یعنی نه موادی به آن می‌افزاید و نه موادی از آن می‌کاهد. همین ویژگی، باعث می‌شود که آن را به پرمصرف‌ترین نوع شعله تبدیل کرده است.

۳. شعله اکسید کننده



شکل ۲۱-۸

در صورتی که میزان اکسیژن خروجی بیشتر از گاز استیلن باشد، شعله اکسیدکننده به وجود می‌آید. در این حالت با باز کردن شیر گاز اکسیژن، مخروط داخلی کوتاه‌تر و باریک‌تر می‌شود و شعله به رنگ ارغوانی درمی‌آید. مخروط بیرونی نیز با صدا بوده و به‌طور ناهمگون می‌سوزد (شکل ۲۱-۸ و ۲۱-۹)

جوشکاری با این شعله با پاشش جرقه همراه بوده و باعث اکسید شدن اتصال و سطح کار شده و جوش شکننده‌ای را به وجود می‌آورد.

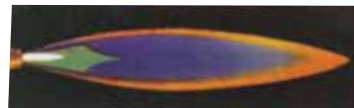
در هنگام ذوب فلزات با این شعله، کف سفید رنگی بر روی سطح فلز ایجاد شده که پس از سرد شدن، سطح آن براق می‌شود. از این شعله هیچ‌گاه برای جوش دادن فلزاتی مانند آلومینیم و آلیاژهای آن که نسبت به اکسیژن حساسیت دارند، استفاده نمی‌شود.



شکل ۲۱-۹

۲-۲۱ تنظیم و کنترل شعله در هنگام کار

بعد از روشن کردن شعله و تنظیمات اولیه آن، در هنگام کار و ایجاد حوضچه مذاب، به دلایل مختلفی ممکن است شعله از تنظیم خارج شود. بنابراین کنترل و تنظیم دائم بر روی شعله گاز در هنگام کار ضروری است (شکل ۲۱-۱۰).



شکل ۲۱-۱۰

- نوسان‌های جزئی گاز از رگولاتور
- چرخش جزئی شیر سوزنی گازها بر روی مشعل

۳-۲۱ به تأخیر افتادن شعله

این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که صدایی شبیه انفجار در حوضچه مذاب اتفاق می‌افتد که همراه با پاشش مذاب است. دلیل به تأخیر افتادن شعله عبارتند از:

- نگاه داشتن بیش از اندازه مشعل در یک نقطه از کار و افزایش گرمای

حوضچه مذاب

- تماس سربک با قطعه کار است.
- گرم شدن بیش از اندازه سربک
- وجود آلودگی و مسدود شدن سوراخ سربک
- جوشکاری با سربک نامناسب
- کاهش فشار یکی از گازها در مشعل

۴-۲۱ پس زدن شعله

اگر شعله روشن وارد مشعل جوشکاری شود، این حالت را پس زدن شعله گویند. در این شرایط شعله با صدای زیر و هیس ماندی می‌سوزد که باید فوراً شعله را خاموش و مجدداً تنظیم کرد. دلایل پس زدن شعله عبارتند از:

- خراب بودن شیرهای سوزنی
 - مسدود شدن سربک
 - نامتناسب بودن فشار گازهای اکسیژن و استیلن
- در صورتی که فشار یکی از گازها بیش از حد باشد، شعله با صدا توأم می‌شود. عیوب جوشکاری با این شعله عبارتند از:
- ترشح فلز مذاب در کناره‌های حوضچه



شکل ۲۱-۱۱



شکل ۲۱-۱۲

- کیفیت پایین سطح جوش و گرده جوش

- نفوذ ناقص جوش

- غیر یکنواختی موج های گرده جوش

برای خاموش کردن شعله ابتدا بایستی شیر سوزنی مربوط به گاز استیلن بسته شود و سپس شیر سوزنی گاز اکسیژن را ببندیم (شکل های ۲۱-۱۱ و ۲۱-۱۲). این عمل به دلیل جلوگیری سوخته شدن استیلن و تولید دوده است. سپس شیر فلکه کپسول اکسیژن و استیلن را بسته و شیرهای سوزنی مشعل را باز می کنیم تا فشار گاز موجود در شیلنگ ها تخلیه شود. در پایان شیرهای سوزنی مجدداً بسته می شوند.

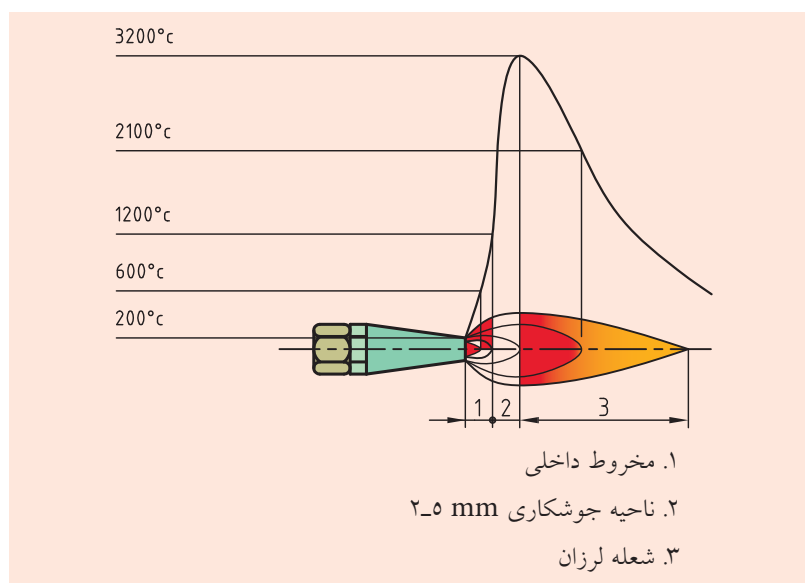
۲۱-۵ تشکیل حوضچه مذاب به کمک شعله خنثی

تشکیل حوضچه مذاب و هدایت صحیح آن از اصول اولیه جوشکاری گاز است. برای دستیابی به حوضچه مذاب مطلوب بایستی شعله تنظیم بوده و چگونگی حرکت دست جوشکار به صورت درست انجام گیرد.

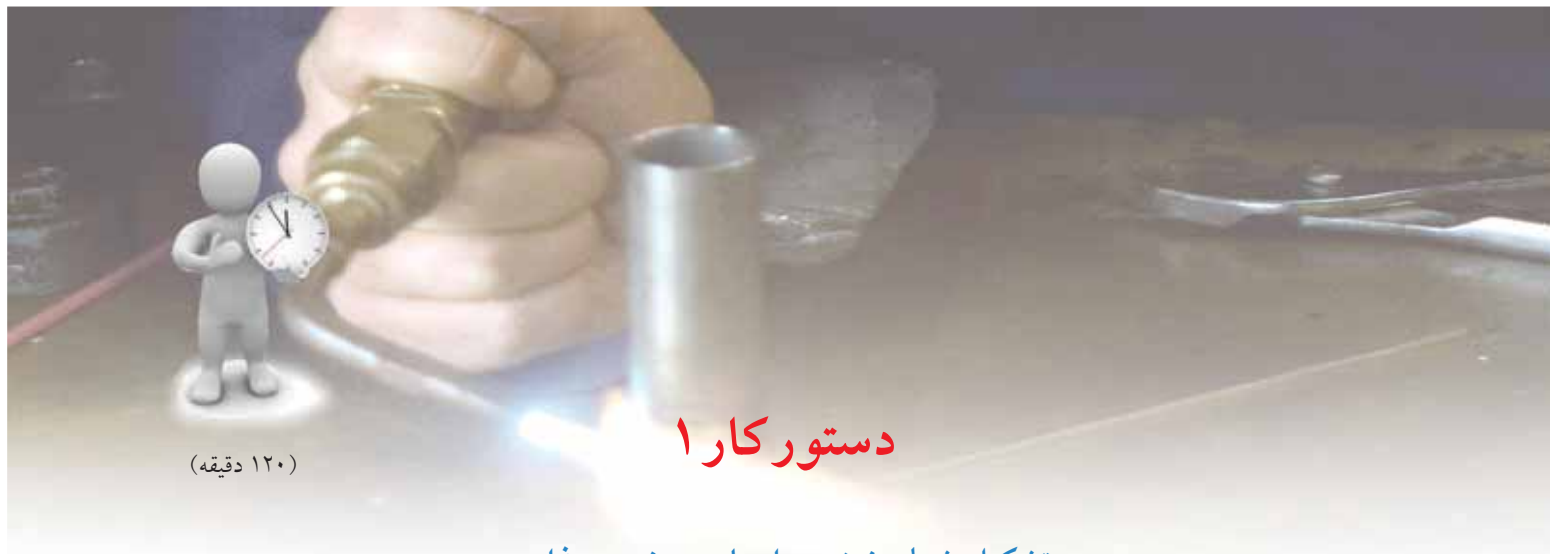
چون بیشترین درجه حرارت تولید شده در شعله خنثی تشکیل می شود، بهترین موقعیت برای جوشکاری و تشکیل حوضچه مذاب در فاصله ۲-۵ میلی متری نوک مخروط داخلی است، زیرا نقاط دورتر یا نزدیک تر شعله دارای حرارت کمتری بوده و جوشکاری با چنین حرارتی بر حوضچه مذاب و خط جوش تأثیر منفی می گذارد (شکل های ۲۱-۱۳ و ۲۱-۱۴).



شکل ۲۱-۱۴



شکل ۲۱-۱۳ نمودار تغییرات درجه حرارت بر حسب فاصله نوک مشعل



(۱۲۰ دقیقه)

دستور کار ۱

تشکیل شعله خنثی و ایجاد حوضچه مذاب

۱. یک ورق با ضخامت ۲ mm و ابعاد ۲۰۰ × ۱۰۰ mm آماده کنید (شکل ۲۱-۱۵).
۲. پوشیدن لباس کار و تجهیزات و وسایل ایمنی فردی را جهت جوشکاری گاز اکسی استیلن به کار بگیرید و اصول حفاظتی را رعایت کنید (شکل ۲۱-۱۶).
۳. اصول ذکر شده جهت نصب و راه اندازی تجهیزات لازم برای جوشکاری گاز را مطابق با دستورالعمل‌های بیان شده در دستور کار قبل به کار بندید.
۴. شیر سوزنی مربوط به گاز استیلن را به اندازه ۱/۴ باز کنید و با قراردادن فندک در فاصله ۲/۵ سانتی متری نوک مشعل، آن را روشن کنید (شکل ۲۱-۱۷). شیر استیلن مشعل را آهسته بچرخانید تا شعله کمی از نوک مشعل فاصله بگیرد. این وضعیت نشان‌دهنده این است که استیلن به مقدار کافی به نوک مشعل رسیده است. چنین شعله‌ای دود نمی‌کند و دوده‌ای به اطراف پراکنده نمی‌سازد.
۵. شیر اکسیژن را آنقدر کم و زیاد کنید تا مخروط داخلی و میانی بر هم منطبق شده و شعله خنثی ایجاد گردد. در این حالت شعله باید نرم و بدون سر و صدا باشد.
۶. شعله را در حضور هنرآموز محترم خود تنظیم کرده و اشکالات موجود را برطرف سازید.



شکل ۲۱-۱۵



شکل ۲۱-۱۶



شکل ۲۱-۱۷



شکل ۲۱-۱۸



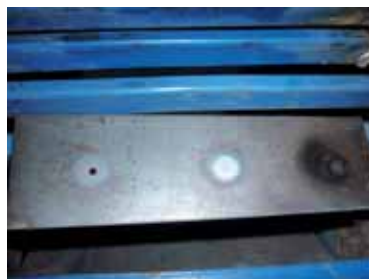
شکل ۲۱-۱۹



شکل ۲۱-۲۰



شکل ۲۱-۲۱



شکل ۲۱-۲۲

۷. خاموش کردن شعله را نیز تمرین کنید. برای این کار، نخست شیر کپسول استیلن را بسته و سپس شیر اکسیژن را ببندید.

۸. روشن کردن و تنظیم شعله خنثی و همچنین روشن و خاموش کردن شعله را چند بار انجام دهید تا به مهارت کافی برسید.

۹. در صورت نیاز می‌توانید سربک‌های مشعل را تعویض کنید. برای این کار از آچار مخصوص سربک استفاده کنید، چون در غیر این صورت مهره آن آسیب می‌بیند. همچنین سربک را پس از سرد شدن تعویض کنید، زیرا در صورت گرم بودن، امکان بریدن آن وجود دارد (شکل ۲۱-۱۸).

۱۰. برای ایجاد جوش‌های با کیفیت بالا، باید سربک‌ها را همواره تمیز نگه‌داشت. بدین منظور از جعبه تنظیف استفاده کنید (شکل ۲۱-۲۳).

۱۱. مشعل را روشن کرده و آن را برای ایجاد یک حوضچه مذاب کوچک بر روی کار آماده سازید. مشعل را به یکی از دو روش در دست بگیرید (شکل‌های ۲۱-۱۹ و ۲۱-۲۰).

۱۲. مشعل را به سطح ورق نزدیک کنید، به طوری که نوک مشعل تا کار فاصله‌ای در حدود ۲ میلی‌متر داشته باشد. مشعل را آن قدر نگه‌دارید تا سطح کار شروع به ذوب شدن کند. سپس مشعل را جدا کنید.

۱۳. مشعل را در حالت اکسیدی و حالت احیا تنظیم کنید و با هریک از شعله‌ها، یک حوضچه مذاب تشکیل دهید (شکل ۲۱-۲۱).

۱۴. هر سه حوضچه را با هم مقایسه کنید و نتیجه را به هنرآموز محترم خود برای بررسی و ارزش‌یابی نشان دهید (شکل ۲۱-۲۲).

۱۵. در پایان کار اصول ایمنی و حفاظتی مربوط به جمع‌آوری تجهیزات جوشکاری گاز را رعایت کنید و پس از تحویل وسایل به انبار، محل کار را نظافت کنید.



شکل ۲۱-۲۳

ارزشیابی پایانی

۱. سر مشعل مناسب برای جوشکاری چگونه انتخاب می‌شود؟
۲. انواع شعله را نام برده و ویژگی‌های هر کدام را ذکر کنید.
۳. برای سوختن کامل گاز استیلن چه نسبتی از گاز اکسیژن لازم است؟
۴. ویژگی‌های جوشکاری با شعله خنثی را بیان کنید.
۵. در چه مواردی می‌توان از شعله اکسیدی استفاده کرد؟
۶. شعله احیا در چه مواردی کاربرد دارد؟
۷. دلایل به تأخیر افتادن شعله را ذکر کنید.
۸. منظور از پس‌زدن شعله چیست و علت آن چه است؟
۹. علائم ظاهری پس‌زدن شعله (برگشت شعله) چیست؟
۱۰. اصول ایمنی و اقدامات لازم در هنگام پس‌زدن شعله را بنویسید.
۱۱. گرم‌ترین قسمت شعله در چه ناحیه‌ای از شعله است؟
۱۲. نام‌های دیگر جوش اکسی‌استیلن را بیان کنید.
۱۳. شعله اکسیدکننده و احیاکننده چه تأثیری بر فلز مذاب در حوضچه جوش می‌گذارد؟

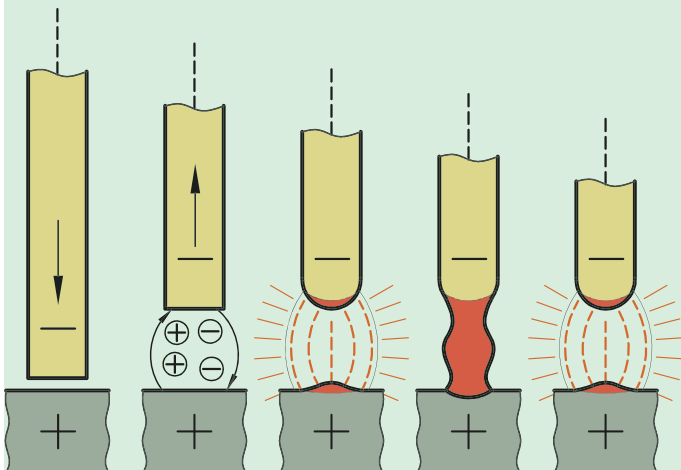
فصل بیست و دوم

جوشکاری با گاز اکسی استیلن بدون مفتول

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- اصول ایمنی و حفاظتی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن را به کار بندد.
- روش تشکیل حوضچه مذاب و هدایت آنرا شرح دهد.
- عوامل مؤثر بر ذوب سطحی فولادها را بیان کند.
- روش‌های تنظیم مشعل جوشکاری را شرح دهد.
- تأثیرات سرعت پیشروی مشعل بر کیفیت حوضچه مذاب را بیان کند.



مقدمه

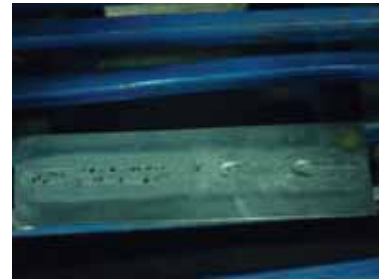
کسب مهارت در جوشکاری گاز به انجام تمرینات منظم و درک درست اصول جوشکاری اکسی استیلن نیاز دارد. کنترل و هدایت مشعل در دست، تنظیم سرعت پیشروی مشعل، زوایای حرکت، کنترل حوضچه مذاب و آماده‌سازی قطعات، از جمله عوامل مؤثر در ایجاد یک جوش مطلوب است.



شکل ۲۲-۱

۲۲-۱ ذوب سطحی

جوشکاری گاز بدون مفتول معمولاً برای قطعات نازک با ضخامتی کمتر از ۲ mm صورت می‌گیرد. با تشکیل حوضچه مذاب در فاصله مناسب از نوک مشعل، بایستی بتوان آنرا در مسیر جوش هدایت کرد به گونه‌ای که قطعه کار سوراخ نشود و ذوب به صورت کامل انجام گیرد (شکل ۲۲-۱).

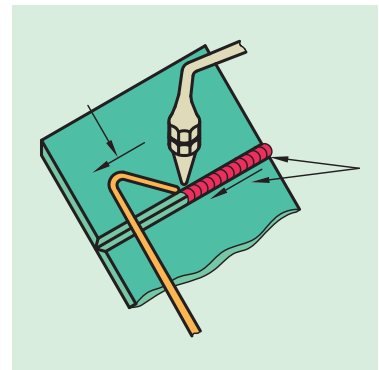


شکل ۲۲-۲

ذوب سطحی به حالتی اطلاق می‌شود که در آن به کمک حرارت شعله، سطح یا لبه قطعات ذوب شوند و فلز مذاب در ناحیه حوضچه مذاب با هم درآمیزد و جوشکاری بدون مفتول انجام شود. مشخصات تشکیل حوضچه مذاب به کمک ذوب سطحی بر روی ورق بدین ترتیب است:

- سطح جوش کاملاً صاف بوده و اندکی گودی و انحنا به سمت داخل داشته باشد (شکل ۲۲-۲).

- در سطح دیگر جوش (پشت ورق) گرده‌های یکنواخت به صورت کمی برجسته ایجاد شده باشد. در صورتی که ورق با جوشکاری سطحی را تحت عملیات صاف‌کاری قرار دهند، هیچ‌گونه برجستگی یا فرورفتگی در کار باقی نگذارد.



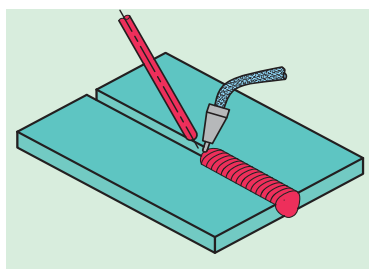
شکل ۲۲-۳

۲۲-۲ عوامل مؤثر بر ذوب سطحی

در اجرای ذوب سطحی بر روی ورق و ایجاد حوضچه مذاب و هدایت مناسب آن دو عامل اساسی دخالت دارند:

◀ زاویه مشعل و حرکت مشعل

در هنگام شروع تشکیل حوضچه مذاب، زاویه مشعل نسبت به کار باید حدود ۷۰-۶۰ درجه باشد و پس از تشکیل حوضچه مذاب، زاویه مشعل در مسیر خط جوش را مطابق شکل کمی مایل نگه‌داریم (حدود ۶۰-۴۵ درجه) (شکل ۲۲-۳). در این شرایط با حرکت نوسانی جانبی، مشعل را به جلو هدایت می‌کنیم که این



شکل ۲۲-۴

حرکت مطابق شکل تقریباً به صورت حلقه‌های بیضی متداخل صورت می‌گیرد. مقدار پیشروی مشعل در هر حلقه بیضی در حدود $1/5$ mm است (شکل ۲۲-۴).

تنظیم قدرت مشعل

قدرت مشعل جوشکاری گاز متناسب با ضخامت قطعه کار تعیین می‌شود. این میزان قدرت براساس مقدار مصرف گاز استیلن است، به طوری که برای هر میلی‌متر ضخامت قطعه کار، حدود ۱۰۰ لیتر گاز استیلن در ساعت مصرف می‌شود. انتخاب سربک مناسب برای جوشکاری براساس ضخامت قطعه کار و میزان گاز مصرفی در جدول زیر مشخص شده است.

جدول

حجم گاز لازم برای یک متر جوش (لیتر)		زمان برای یک متر جوش (دقیقه)	شماره سربک (حجم مصرفی)	ضخامت ورق (mm)
اکسیژن	استیلن			
۳/۶	۳	۲':۳۰"	۷۰	۰/۸
۶	۵	۳۰':۰۰"	۱۰۰	۱
۹	۷/۵	۳':۴۵"	۱۰۰	۱/۲
۱۳	۱۱	۴':۲۰"	۱۴۰	۱/۵
۲۲	۱۸	۵':۰۰"	۲۰۰	۲



شکل ۲۲-۵



شکل ۲۲-۶



شکل ۲۲-۷

نگهداری مشعل با توجه به شرایط جوشکار و راحتی وی در هنگام اجرای جوشکاری صورت می‌گیرد. دو روش کلی برای نگهداری مشعل در دست وجود دارد. در روش اول به طور معمول برای جوشکاری ورق‌های نازک، مشعل را به صورتی در دست بگیرید که شیلنگ‌ها بالای میچ دست، و دسته مشعل به صورت مداد در دست قرار گیرد (شکل ۲۲-۵). در روش دوم، دسته مشعل به صورت کامل در کف دست، و انگشتان در زیر مشعل قرار می‌گیرند (شکل ۲۲-۶).

۲۲-۴ تأثیر سرعت پیشروی

حرکت مشعل و پیشروی آن باید به گونه‌ای صورت گیرد که فرصت کافی برای ذوب قطعه کار وجود داشته باشد. توقف بیش از حد در محل حوضچه مذاب و یا پیشروی کند نیز باعث ایجاد حرارت بیش از حد در حوضچه شده و قطعه را سوراخ می‌کند. سرعت مناسب باعث ذوب قطعه کار شده و کیفیت و استحکام مطلوبی را حاصل می‌کند. سرعت جوشکاری با گاز نسبت به سایر روش‌ها بیش تر بوده و تنش‌های حرارتی ایجاد شده در قطعه کاهش می‌یابد (شکل ۲۲-۷).



(۱۸۰ دقیقه)

دستور کار

تشکیل، کنترل و هدایت حوضچه مذاب و ایجاد خط جوش

۱. لباس کار و روپوش مناسب برای جوشکاری گاز استیلن را پوشیده و سایر وسایل ایمنی فردی از قبیل پیش‌بند، ساق‌بند و دستکش چرمی و همچنین کلاه و عینک ایمنی را تهیه کرده و در هنگام کار مورد استفاده قرار دهید. همچنین اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری با گاز اکسی استیلن را رعایت کنید (شکل ۲۲-۸).



شکل ۲۲-۸

۲. یک قطعه ورق با ضخامت ۲ mm و ابعاد ۲۵۰ × ۲۰۰ mm آماده کنید (شکل ۲۲-۹).



شکل ۲۲-۹

۳. اصول مربوط به نصب و راه‌اندازی تجهیزات لازم جهت جوشکاری گاز اکسی استیلن را مطابق با دستور کار بیستم، با رعایت نکات ایمنی و حفاظتی مربوطه، انجام دهید (شکل ۲۲-۱۰).



شکل ۲۲-۱۰

۴. سربک سالم و مناسب با کار را انتخاب کنید و آنرا بر روی مشعل نصب کنید. در صورت لزوم سوراخ آنرا با سوهان مخصوص جعبه‌تنظیف، از آلودگی تمیز کنید (شکل ۲۲-۱۱).



شکل ۲۲-۱۱

۵. مشعل را مطابق اصول دستورکار بیست و یکم روشن، و شعله خنثی را تشکیل دهید (شکل ۲۲-۱۲).

۶. برای شروع ذوب سطحی، نوک شعله را به سطح قطعه کار نزدیک کنید (این فاصله در حدود ۲-۵ میلی‌متر برحسب بزرگی مشعل و طول شعله است).



شکل ۲۲-۱۲



شکل ۲۲-۱۳



شکل ۲۲-۱۴



شکل ۲۲-۱۵

۷. زاویه مشعل در هنگام آغاز تشکیل حوضچه مذاب ۷۰-۶۰ درجه باشد و پس از تشکیل حوضچه، برای هدایت حوضچه مذاب در مسیر خط جوش زاویه آن را کم تر کنید (در حدود ۴۵° درجه).

۸. مشعل را به صورت نوسانی حرکت دهید و میزان پیشروی شما در هر بار حدود ۲-۱/۵ mm باشد.

۹. مشعل را به یکی از دو روش ذکر شده (روش مدادی یا به صورت در دست گرفتن کامل) در دست بگیرید (بسته به شرایط جوشکار) و خط جوش را تا انتهای ورق ادامه دهید.

۱۰. به منظور اجرای خط جوش و هدایت حوضچه مذاب در مسیر مستقیم، می توانید سطح قطعه کار و محدوده عرضی حوضچه مذاب را به کمک سوزن خط کشی و یا به کمک سنبه نشان مشخص کنید (شکل ۲۲-۱۳).

۱۱. در پایان هر خط جوش، مسیر خط جوش را با برس سیمی تمیز کنید و صبر کنید تا سرد شود و سپس خط جوش بعدی را انجام دهید. در پایان، خط جوش را به هنرآموز محترم خود نشان دهید تا قطعه را از نظر عمق نفوذ، پهنا و حوضچه مذاب بررسی و ارزشیابی کند (شکل ۲۲-۱۴ و ۲۲-۱۵ و ۲۲-۱۶).

۱۲. در پایان کار، اصول ایمنی مربوط به بستن شیرهای گاز را رعایت کنید.

۱۳. تجهیزات را جمع آوری کنید و پس از تحویل آن ها به انبار، محل کار را نظافت کنید (شکل ۲۲-۱۷).



شکل ۲۲-۱۶



شکل ۲۲-۱۷

ارزشیابی پایانی

جوشکاری اکسی استیلن بدون مفتول

۱. اجزای جوشکاری اکسی استیلن را بر روی شکل زیر مشخص کنید.



۲. موارد کاربرد جوشکاری اکسی استیلن بدون مفتول (ذوب سطحی) را بنویسید.

۳. منظور از ذوب سطحی چیست؟

۴. مشخصات و ویژگی‌های ذوب سطحی را بیان کنید.

۵. عوامل اصلی در ذوب سطحی ورق‌ها کدام‌اند؟

۶. عوامل مؤثر در انتخاب سربک مناسب جهت جوشکاری گاز را بنویسید.

۷. انواع روش‌های هدایت مشعل را نام ببرید و کاربرد هر یک را شرح دهید.

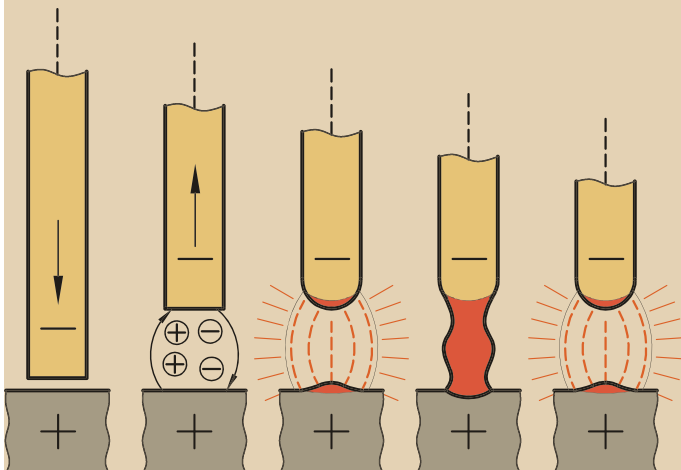
فصل بیست و سوم

جوشکاری قطعات به صورت لب برگشته و بدون مفتول

◀ هدف‌های رفتاری

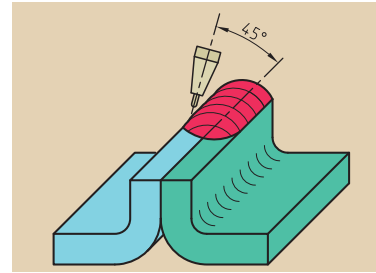
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- قطعات را برای جوشکاری لب به لب در حالت لب برگشته آماده کند.
- انواع اتصالات کاربردی در جوشکاری گاز را شرح دهد.
- اصول مربوط به جوشکاری لب به لب در حالت لب برگشته را بیان کند.
- قطعات را برای جوشکاری لب به لب به یکدیگر خال جوش بزند.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری با گاز اکسی استیلن را در حین کار به کار بندد.



مقدمه

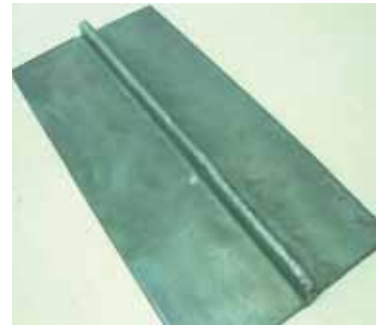
جوشکاری لب به لب ورق‌ها با لبه‌های برگشته، برای ورق‌هایی تا ضخامت ۲ mm به صورت ذوب لبه‌ها بدون استفاده از مفتول صورت می‌گیرد. در این روش مراحل کار و زوایای حرکتی مشابه ذوب سطحی است و جوش حاصل باید استحکام لازم را داشته باشد (شکل ۲۳-۱).



شکل ۲۳-۱

۲۳-۱ آماده‌سازی قطعه کار

یکی از گام‌های نخست برای انجام جوشکاری مطلوب بر روی قطعات، آماده‌سازی آنهاست. آماده‌سازی شامل تمیز کردن سطوح تماس از هرگونه آلودگی، چربی و زنگ‌زدگی است (شکل ۲۳-۲). همچنین نوع تماس لبه‌های کار نسبت به یکدیگر بسیار پر اهمیت است. در جوشکاری پوششی باید سطح قطعات را تا حد سفید شدن سنگ بزنیم. در جوشکاری‌های پیوندی، لبه‌های کار را به گونه‌ای آماده می‌کنیم که تمام ضخامت ورق تا ریشه در اتصال جفت شود (شکل ۲۳-۳).



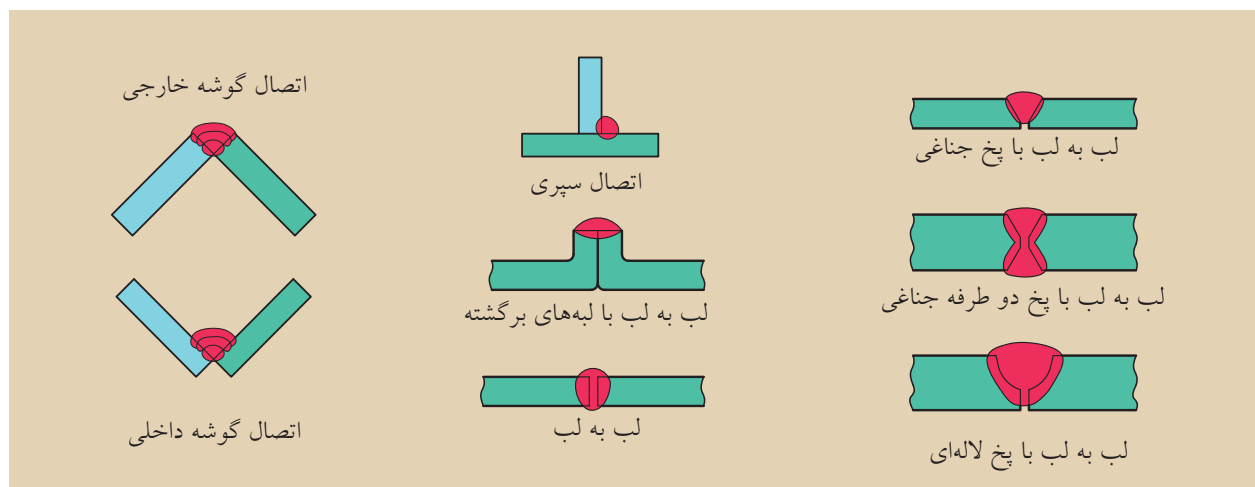
شکل ۲۳-۲

۲۳-۲ اتصالات و درزهای جوشکاری

اتصالات و لبه‌های قطعات (ورق) بر حسب شرایط اتصال به دو دسته کلی ماهیچه‌ای (Fillet) و شیاری (Groove) دسته‌بندی می‌شوند. انواع حالت‌های اتصال دو قطعه با یکدیگر در شکل ۲۳-۴ مشخص شده‌اند:



شکل ۲۳-۳



شکل ۲۳-۴



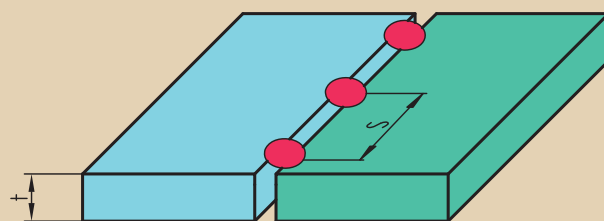
شکل ۲۳-۵

۲۳-۳ زدن خال جوش

برای اتصال قطعات و جلوگیری از انحراف لبه‌ها در هنگام کار معمولاً قطعات را در فواصل معینی به یکدیگر با خال جوش متصل کرده و سپس عملیات جوشکاری را انجام می‌دهیم.

با توجه به ضخامت قطعات، فاصله‌ای را بین لبه‌های قطعه در نظر گرفته و سپس خال جوش زدن را انجام می‌دهیم (شکل ۲۳-۵). برای قطعاتی با طول بلند، معمولاً فاصله خال جوش‌ها از یکدیگر را ۲۵ برابر ضخامت قطعه کار انتخاب می‌کنیم.

قطعاتی که دارای پخ V شکل باشند از پشت خال جوش زده می‌شوند. روش اجرای خال برای قطعات بلند از وسط قطعه بوده و به‌طور متناوب از سمت چپ و راست خال جوش می‌زنیم تا به لبه‌های انتهایی ورق برسیم (شکل ۲۳-۶).



$$T=25t$$

(S) فاصله جوش‌ها - (t) ضخامت ورق

شکل ۲۳-۶



(۱۸۰ دقیقه)

دستور کار ۱

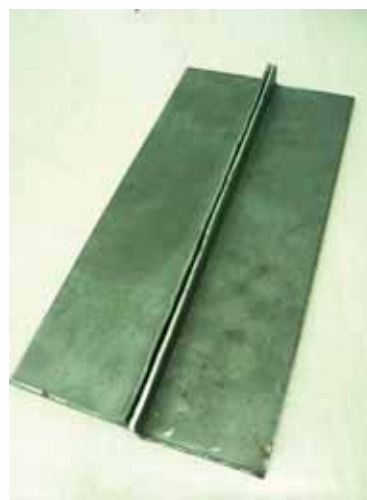
جوشکاری لب به لب با لبه‌های برگشته بدون استفاده از مفتول

۱. چهار قطعه ورق با ضخامت ۲ mm و ابعاد ۲۰۰ × ۵۰ mm آماده کنید (شکل ۲۳-۷).



شکل ۲۳-۷

۲. ورق‌ها را برای انجام جوشکاری در حالت لب برگشته توسط دستگاه خم کن، خم کنید. برای این کار لبه ورق‌ها را مطابق شکل به اندازه ۱ cm خم کنید (شکل ۲۳-۸).



شکل ۲۳-۸

۳. تجهیزات ایمنی فردی مربوط به جوشکاری با گاز اکسی استیلن را به کار گرفته، اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به راه‌اندازی جوشکاری گاز را رعایت کنید (شکل ۲۳-۹).



شکل ۲۳-۹

۴. مطابق دستورالعمل بیستم، تجهیزات جوشکاری گاز اکسی استیلن را راه‌اندازی و نصب کنید و کابین را برای جوشکاری آماده سازید (شکل ۲۳-۱۰).



شکل ۲۳-۱۰



شکل ۲۳-۱۱

۵. مطابق دستورالعمل بیست و یکم شعله را به منظور جوشکاری گاز، در حالت خشی تنظیم کنید (شکل ۲۳-۱۱).



شکل ۲۳-۱۲

۶. دو قطعه را مطابق شکل با انبر بگیرید و هر دو انتهای آن‌ها را به هم خال‌جوش بزنید. برای خال‌جوش زدن از ذوب سطحی گوشه‌های انتهایی ورق‌ها استفاده کنید (شکل‌های ۲۳-۲۳ و ۲۳-۱۳).

۷. اگر بین لبه‌های قطعات فاصله وجود دارد، آن‌ها را به کمک چکش یا گیره دستی به هم نزدیک کنید.

۸. مطابق با دستورکار بیست و دوم، لبه‌های برگشته ورق‌ها را به صورت ذوب سطحی و هدایت حوضچه مذاب، ذوب کنید و با هدایت مشعل به سمت جلو، خط‌جوش را کامل کنید (شکل ۲۳-۱۴).

۹. در پایان خط‌جوش، قطعه‌کار را به هنرآموز خود برای بررسی و ارزش‌یابی نشان داده و در صورت نیاز اصلاحات لازم را انجام دهید (شکل ۲۳-۱۵).

۱۰. در پایان کار اصول ایمنی مربوط به بستن شیرهای گاز را رعایت کنید.

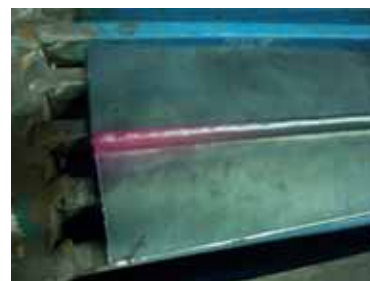
۱۱. پس از جمع‌آوری تجهیزات و تحویل آن‌ها به انبار، محل کار را نظافت کنید.



شکل ۲۳-۱۳



شکل ۲۳-۱۴



شکل ۲۳-۱۵

ارزشیابی پایانی

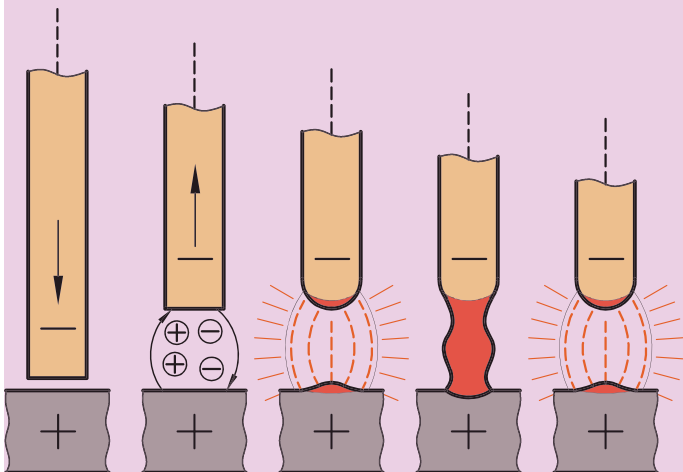
۱. در چه مواردی از لبه‌های کار برای اتصال استفاده می‌شود؟
۲. مراحل خاموش کردن مشعل اکسی استیلن را به ترتیب بیان کنید.
۳. انواع روش‌های آماده‌سازی قطعات برای جوشکاری اکسی استیلن را ذکر کنید.
۴. مقدار پیشروی مشعل در هر مرحله چند میلی‌متر است؟

فصل بیست و چهارم

جوشکاری اکسی استیلن با مفتول

◀ هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:
- اصول جوشکاری گاز با مفتول را شرح دهد.
- زاویه مشعل و مفتول و نحوه حرکت آن‌ها را بیان کند.
- روش‌های هدایت مشعل و مفتول را شرح دهد.
- به کمک مفتول جوشکاری، گرده‌جوش‌هایی را روی ورق ایجاد کند.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن را در حین کار به‌کار بندد.



مقدمه

یکی از روش‌های پر کاربرد جوشکاری گاز در صنایع مختلف فلزی، جوشکاری به کمک مفتول است. در شرایطی که به ایجاد گرده جوش نیاز باشد و لبه‌های قطعات برای پر کردن درز جوش کافی نباشند و یا اگر لبه‌های قطعات به صورت پخ‌دار باشند، می‌توان برای جبران کمبود ماده پرکننده از مفتول استفاده کرد (شکل ۲۴-۱). جوشکاری بدون مفتول به ندرت صورت می‌گیرد، مگر این که به خال جوش زدن قطعات به یکدیگر نیاز باشد.



شکل ۲۴-۱

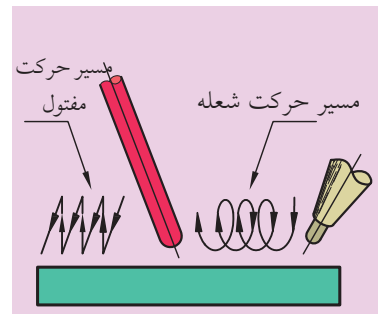
۲۴-۱ مفتول جوشکاری

مفتول مورد استفاده در جوشکاری گاز برحسب جنس مواد پایه انتخاب می‌شود. برای قطعات فولادی کم‌کربن معمولاً از مفتول مسوار برای پر کردن درز جوش استفاده می‌کنیم (شکل ۲۴-۲).



شکل ۲۴-۲

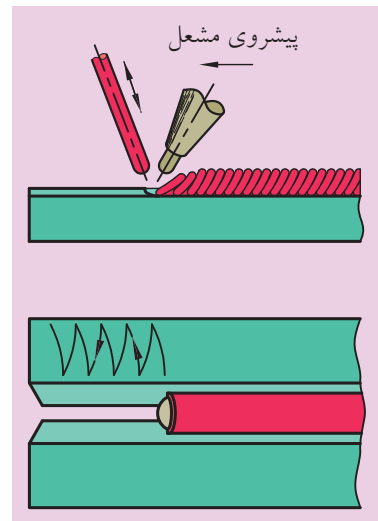
جنس مفتول مسوار از فولاد کم‌کربن است که قشر نازکی از مس روی آنرا پوشانده و در ساخت این نوع مفتول‌ها، پس از کشیدن و عبور دادن از خان‌های مختلف، در مرحله آخر از محلول سولفات مس (کات کبود) عبور داده می‌شود و در نهایت فیلم نازکی از مس روی مفتول قرار می‌گیرد.



شکل ۲۴-۳

۲۴-۲ هدایت مشعل و مفتول

در این روش جوشکاری، با یک دست مشعل را گرفته و آنرا کنترل می‌کنند و به کمک دست دیگر، مفتول به محل درز جوش را تغذیه و هدایت می‌کنند (شکل ۲۴-۳). کیفیت جوش و اتصال درز جوش به میزان زیادی به هدایت صحیح مشعل و مفتول وابسته است.



شکل ۲۴-۴

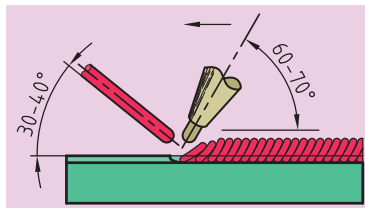
پس از تشکیل حوضچه مذاب، مفتول را به‌طور متناوب به حوضچه نزدیک و دور کرده تا با جلو رفتن خط جوش، فلز پرکننده به آن افزوده شود. توجه داشته باشید که همواره مفتول درون حوضچه مذاب فرو برده شود و از گرم کردن حوضچه و مفتول با هم خودداری گردد، چون در این حالت شعله پیش از این که حوضچه مذاب را در فلز پایه به وجود آورد، باعث ذوب شدن یا تبخیر مفتول باریک می‌شود. در صورتی که به ایجاد گرده جوش پهن تر نیاز باشد، مشعل را در راستای

خطی و جانبی حرکت می‌دهند. (شکل ۲۴-۴)

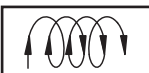
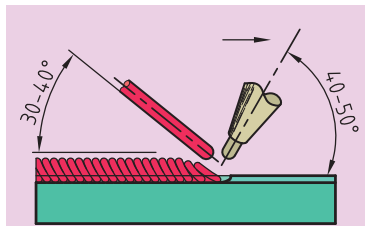
۲۴-۳ روش‌های هدایت مشعل

◀ هدایت مشعل به روش پیش‌دستی

در روش پیش‌دستی یا هدایت مشعل به سمت چپ (چپ جوش) نوک مشعل باید متوجه امتداد ایجاد خط جوش باشد. با این روش می‌توان فلز پایه را پیش‌گرم کنیم تا در هنگام پیشروی خط جوش، حوضچه مذاب به آسانی تشکیل شود. معمولاً قطعات تا ضخامت ۳ میلی‌متر را با این روش جوشکاری می‌کنند. برای ضخامت‌های کم‌تر از ۱/۵ mm حرکت مشعل به صورت خطی بوده و برای ضخامت‌های ۱/۵-۳ mm مشعل دارای حرکات نوسانی نیز هست (شکل ۲۴-۵).



شکل ۲۴-۵



شکل ۲۴-۶

◀ هدایت مشعل به روش پس‌دستی

در این روش هدایت مشعل از سمت چپ به راست صورت گرفته و جهت نوک مشعل به طرف درز تازه جوشکاری شده است. در این حالت از نفوذ اکسیژن هوا به منطقه جوش جلوگیری می‌شود و به دلیل آهسته و یکنواخت سرد شدن و عدم نفوذ اکسیژن، درز جوش از استحکام خوبی برخوردار است و شکننده نخواهد شد. در این روش فلز پایه پیش‌گرم نمی‌شود، که این موضوع یکی از معایب روش پس‌دستی محسوب می‌گردد (شکل ۲۴-۶).

از این روش برای جوشکاری ورق‌هایی با ضخامت ۳ mm استفاده می‌شود و به دلیل مشاهده حوضچه مذاب می‌توان آن‌را به‌طور یکنواخت گرم کرد. در این نوع جوشکاری تمام ضخامت قطعه کار در اتصال شرکت دارد و جوش از استحکام کافی برخوردار است. برای جلوگیری از گرم‌شدن بیش از حد حوضچه مذاب، مفتول را به اندازه ۱/۳ ضخامت قطعه کار پایین‌تر آورده و در سطح حوضچه مذاب به آن حرکت دورانی توأم با پیشروی می‌دهیم.

سرعت جوشکاری با مفتول نسبت به جوشکاری بدون مفتول بیشتر است، ولی میزان مصرف گاز در این حالت بیشتر خواهد بود.

۲۴-۴ جوشکاری مفتول به فلز پایه

علت اصلی چسبیدن مفتول به فلز پایه، گرم نبودن حوضچه مذاب به اندازه کافی است. برای جلوگیری از چنین وضعیتی بایستی حوضچه مذاب را گرم نگه‌داریم و مفتول را در صورت نیاز به حوضچه نزدیک کنیم و سپس دور کنیم. مفتول توسط حوضچه و شعله ذوب می‌شود.

قطر مفتول جوش یک

میلی متر بیشتر از نصف ضخامت

ورق انتخاب می‌شود، یعنی:

$$d = \frac{t}{\sqrt{3}} + 1$$

در این رابطه d قطر مفتول

و t ضخامت ورق برحسب

میلی متر است.



نکته

قدرت شعله با توجه به ضخامت

قطعه کار تغییر می‌کند، به‌طوری

که برای هر میلی‌متر ضخامت

ورق، مشعل با میزان ۱۰۰ لیتر

استیلن در نظر گرفته می‌شود.



(۱۸۰ دقیقه)

دستور کار ۱

تشکیل گرده جوش به کمک مفتول مسوار بر روی ورق ۲ mm

۱. یک قطعه ورق با ضخامت ۲ mm و ابعاد ۲۰۰ × ۵۰ mm آماده کنید (شکل ۲۴-۷).

۲. مفتول مسوار شماره ۲/۵ برای ایجاد گرده جوش بر روی ورق را تهیه کنید (شکل ۲۴-۸).

۳. برای جلوگیری از اعوجاج و تاب برداشتن ورق در هنگام جوشکاری، می‌توانید از گیره‌ها یا انبرهای مناسب استفاده کنید.

۴. لباس کار و روپوش مناسب برای جوشکاری گاز استیلن را بپوشید و سایر وسایل ایمنی فردی از قبیل پیش‌بند، ساق‌بند و دستکش چرمی و همچنین کلاه و عینک ایمنی را تهیه کنید و در حین کار مورد استفاده قرار دهید (شکل ۲۴-۹).

۵. تجهیزات ایمنی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن را به‌کار گرفته و اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به راه‌اندازی تجهیزات جوشکاری گاز را رعایت کنید (شکل ۲۴-۱۰).

۶. مطابق با دستورالعمل بیستم، تجهیزات جوشکاری گاز اکسی استیلن را راه‌اندازی و نصب کنید و کابین جوشکاری را آماده سازید.



شکل ۲۴-۷



شکل ۲۴-۸



شکل ۲۴-۱۰

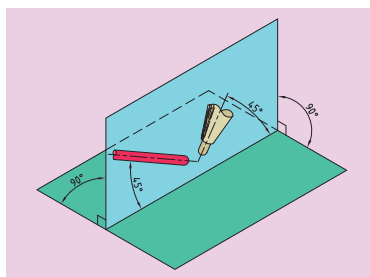


شکل ۲۴-۹



شکل ۲۴-۱۱

۷. مطابق با دستورکار بیست و یکم، شعله را به منظور جوشکاری گاز، در حالت خشی تنظیم کنید (شکل ۲۴-۱۱).



شکل ۲۴-۱۲

۸. با یک دست، مشعل را گرفته و با دست دیگر سیم جوش را نگه دارید. زاویه مشعل و سیم جوش را نسبت به مسیر خط جوش تقریباً ۴۵ درجه و نسبت به لبه های ورق ۹۰ درجه تنظیم کنید. (شکل ۲۴-۱۲) و (شکل ۲۴-۱۳).

۹. به منظور هدایت درست و مستقیم خط جوش، می توان مسیر خط جوش را قبلاً به کمک سوزن خط کشی یا سنبه نشانه گذاری کرد.

۱۰. حوضچه مذاب را ایجاد کنید و گرده سازی را شروع کنید. سرعت مشعل و همچنین نحوه تغذیه سیم جوش به حوضچه مذاب خط جوش همواره تحت کنترل شما باشد تا گرده های یکنواختی به وجود آید (شکل ۲۴-۱۴).



شکل ۲۴-۱۳

۱۱. این کار را آنقدر تمرین کنید تا بتوانید خط جوش ایده آلی را به وجود آورید. پس از اجرای هر خط جوش، قطعه کار را جهت ارزش یابی به هنرآموز محترم خود نشان دهید، نکات یادآوری شده را به کار گیرید و در صورت نیاز اصلاحات لازم را انجام دهید (شکل ۲۴-۱۵).

۱۲. در پایان کار اصول ایمنی مربوط به بستن شیرهای گاز را رعایت کنید.

۱۳. پس از جمع آوری تجهیزات و تحویل آن ها به انبار، محل کار را نظافت کنید.



شکل ۲۴-۱۵



شکل ۲۴-۱۴

ارزشیابی پایانی

۱. موارد کاربرد جوشکاری اکسی استیلن با مفتول را بنویسید.
۲. روش ساخت مفتول مسوار را شرح دهید.
۳. اصول جوشکاری به کمک مفتول را توضیح دهید.
۴. محل ذوب مفتول در چه قسمتی است؟
۵. روش‌های هدایت مشعل و مفتول را توضیح دهید و موارد کاربرد هر کدام را بیان کنید.
۶. مزایا و معایب روش پیش‌دستی و پس‌دستی را بنویسید.
۷. دلایل چسبیدن مفتول به حوضچه مذاب چیست؟
۸. برای جوشکاری گازی ورق فولادی به ضخامت ۶ mm، کدام روش مناسب‌تر است؟

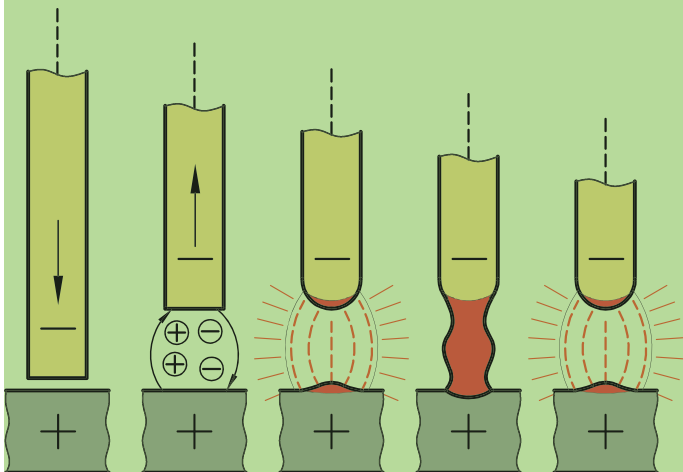
فصل بیست و پنجم

جوشکاری گاز اکسی استیلن به صورت لب روی هم با مفتول

◀ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- قطعات را برای جوشکاری گاز اکسی استیلن در حالت لب روی هم آماده سازد.
- اصول مربوط به جوشکاری لب روی هم در جوشکاری گاز را شرح دهد.
- موارد کاربرد جوشکاری ورق‌ها در حالت لب روی هم را بیان کند.
- ورق‌های فولادی کم کربن با ضخامت کم‌تر از 4 mm را به صورت لب روی هم جوشکاری کند.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن را به کار بندد.



مقدمه

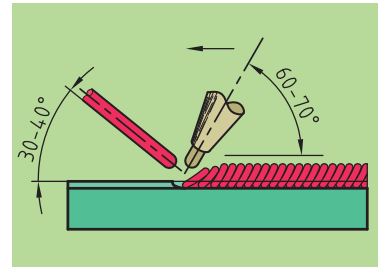
جوشکاری لب روی هم یکی از حالت‌های پر کاربرد در اتصال قطعات به یکدیگر است. برای جوشکاری قطعات به صورت لب روی هم، بایستی لبه‌های کار کاملاً صاف باشد تا در هنگام کار به طور کامل بر یکدیگر منطبق شوند و در نتیجه جوش با کیفیتی حاصل شود (شکل ۲۵-۱).



شکل ۲۵-۱

۱-۲۵ اصول جوشکاری لب روی هم

از این روش برای جوشکاری ورق‌هایی تا ضخامت ۳ mm استفاده می‌کنیم. در این نوع جوشکاری زاویه مشعل نسبت به لبه کار از اهمیت بسیاری برخوردار است (شکل ۲۵-۲). لبه یکی از ورق‌ها برای ذوب شدن آماده‌تر از قسمت‌های مرکزی همان ورق است. از این رو ورق رویی تا فاصله زیادی از لبه، به ذوب شدن تمایل دارد. برای رفع این مشکل، مفتول جوش را در حوضچه مذاب، اندکی متمایل به ورق رویی قرار می‌دهیم. بدین ترتیب مفتول جوش مقداری از گرمای شعله را جذب کرده و مانع از ذوب شدن بیش از اندازه لبه رویی می‌شود (شکل ۲۵-۳).



شکل ۲۵-۲



شکل ۲۵-۳



(۱۸۰ دقیقه)

دستور کار

جوشکاری لب روی ورق به کمک مفتول مسوار



شکل ۲۵-۴

۱. سه قطعه ورق با ضخامت ۲ mm و ابعاد ۱۵۰ × ۵۰ mm آماده کنید (شکل ۲۵-۴).

۲. مفتول مسوار شماره ۲/۵ مورد نیاز برای ایجاد گرده جوش را تهیه کنید.

۳. تجهیزات ایمنی فردی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن را به کار گرفته و اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به راه اندازی تجهیزات جوشکاری گاز را رعایت کنید (شکل ۲۵-۴).



شکل ۲۵-۵

۴. مطابق با دستورالعمل بیستم، تجهیزات جوشکاری گاز اکسی استیلن را راه اندازی و نصب کنید و کابین جوشکاری را آماده سازید.

۵. مطابق با دستورالعمل بیست و یکم، شعله را به منظور جوشکاری گاز، در حالت خنثی تنظیم کنید.

۶. لبه های قطعات را با انبر نگه دارید و آنها را به هم خال جوش بزنید. برای خال جوش زدن می توانید از ذوب کردن لبه قطعات استفاده کنید. همچنین می توانید از مفتول نیز برای خال جوش زدن بهره بگیرید (شکل ۲۵-۵).



شکل ۲۵-۶

۷. در ابتدای درزجوش حوضچه مذابی ایجاد کنید و با در نظر گرفتن زوایای مناسب مشعل و مفتول نسبت به لبه ورق، خط جوش را آغاز کنید.



در جوشکاری گاز ورق‌ها در حالت لب روی هم، لبه ورق رویی برای ذوب آماده‌تر است. برای رفع این مشکل مفتول جوش را در حوضچه مذاب، اندکی متمایل به لبه ورق رویی قرار دهید. این کار باعث می‌شود تا مفتول مقداری از گرما را جذب کرده و در نتیجه لبه رویی بیش از اندازه ذوب نمی‌شود.



شکل ۲۵-۷

۸. قطعه کار را به وسیله چکش بر روی سندان صاف کنید.

۹. بقیه ورق‌ها را نیز به این قطعه کار در حالت لب روی هم خال جوش زده و گرده‌سازی را در تمام درزها انجام دهید (شکل ۲۵-۸) و (شکل ۲۵-۹).



شکل ۲۵-۸

۱۰. بعد از انجام هر خط جوش، قطعه کار را با برس سیمی تمیز کنید و آن را برای بررسی و ارزش‌یابی به هنرآموز محترم خود ارائه دهید.

۱۱. در پایان کار اصول ایمنی مربوط به بستن شیرهای گاز را انجام دهید.

۱۲. تجهیزات را جمع‌آوری کنید، به انبار تحویل دهید و سپس محل کار را نظافت کنید.



شکل ۲۵-۹

ارزشیابی پایانی

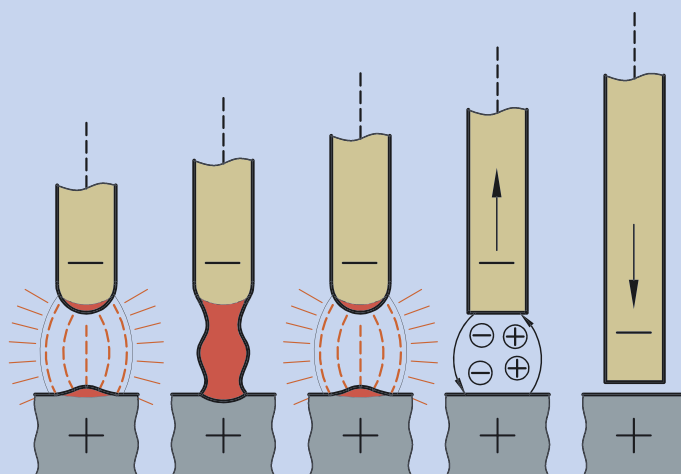
۱. جوشکاری با گاز اکسی استیلن به صورت لب روی هم تا چه ضخامتی امکان پذیر است؟
۲. زاویه مشعل و مفتول نسبت به درزجوش در حالت لب روی هم چند درجه است؟
۳. اصول جوشکاری لب روی هم با شعله اکسی استیلن و مفتول را شرح دهید.

فصل بیست و ششم

جوشکاری گاز اکسی استیلن به صورت سپری با مفتول مسوار

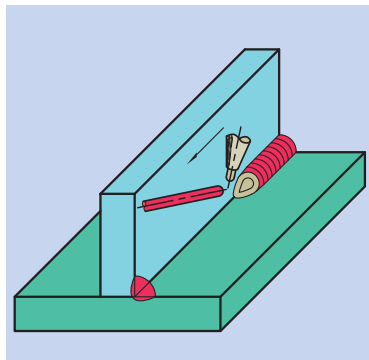
◀ هدف‌های رفتاری

- پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:
- قطعات را برای جوشکاری گاز در حالت سپری آماده کند.
- اصول جوشکاری گاز در حالت سپری را شرح دهد.
- قطعات را برای جوشکاری در حالت سپری خال‌جوش بزند.
- ورق‌ها را در حالت سپری با جوشکاری گاز با مفتول به یکدیگر متصل کند.
- اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن در حین انجام کار را به کار بندد.



مقدمه

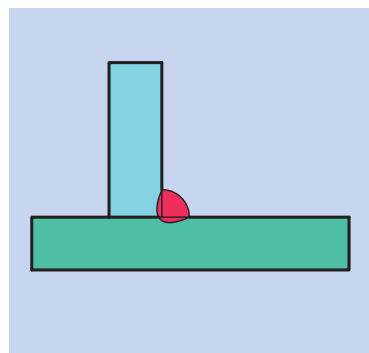
جوش سپری یکی از جوش‌های تمرینی نسبتاً مشکل است و در صورتی که جوشکار مبتدی باشد با مشکلاتی در هنگام جوشکاری روبه‌رو خواهد شد. جوش سپری در حقیقت نوعی جوش گلوبی است که در آن قطعات با یکدیگر زاویه 90° می‌سازند (شکل ۲۶۱).



شکل ۲۶۱

۲۶-۱ اصول جوشکاری سپری

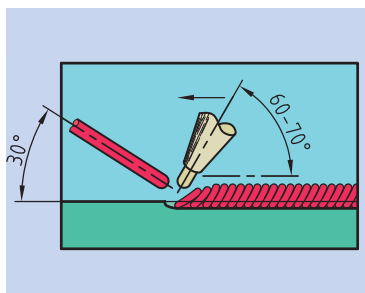
در جوشکاری سپری بر روی ورق‌هایی تا ضخامت سه میلی‌متر زوایای حرکت مشعل و مفتول نسبت به لبه‌های کار و همچنین نسبت به امتداد خط جوش و کنترل حوضچه مذاب، تأثیر به‌سزایی در اجرای موفقیت‌آمیز جوشکاری دارند. این جوشکاری به صورت پیش‌دستی انجام می‌گیرد (شکل ۲۶۲) و (شکل ۲۶۳).



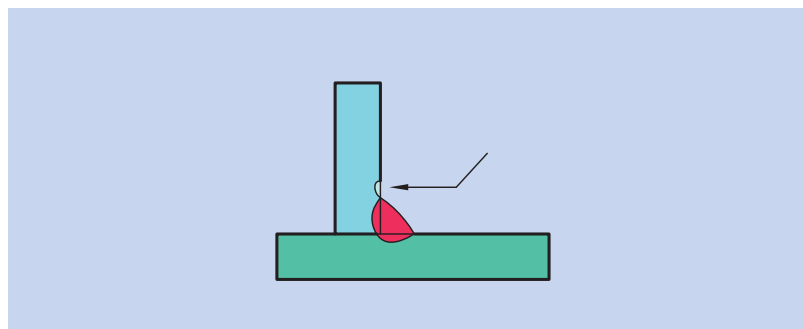
شکل ۲۶۲

در هنگام کار و انتقال گرما از مشعل به محل درز جوش، بیشتر گرما به قطعه افقی و بخش کم‌تر آن به‌سوی قطعه عمودی هدایت می‌شود. نسبت این کار تقریباً دو به یک است. این کار بدین علت صورت می‌گیرد که وسط ورق افقی گرمای بیشتری را نسبت به لبه ورق عمودی می‌تواند تحمل کند و مانع از سوراخ شدن در محل اتصال می‌گردد.

یکی از عیوب رایج در جوشکاری سپری ورق‌ها، سوختگی کناره جوش در قطعه عمودی و نفوذ ناکافی در قطعه افقی است. با جابه‌جا کردن صحیح مشعل و تغذیه مناسب مفتول به حوضچه مذاب می‌توان از سوختگی کناره جوش پیش‌گیری کرد (شکل ۲۶۴).



شکل ۲۶۳



شکل ۲۶۴



(۱۸۰ دقیقه)

مطالعه آزاد



دستور کار

جوشکاری گاز اکسی استیلن ورق‌ها به صورت سپری با مفتول مسوار

۱. تجهیزات ایمنی فردی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن را به کار گرفته و اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به راه‌اندازی تجهیزات جوشکاری گاز را رعایت کنید (شکل ۲۶۵).



شکل ۲۶۵

۲. دو قطعه ورق با ضخامت ۲ mm و ابعاد ۱۵۰ × ۵۰ mm آماده‌سازی کنید (شکل ۲۶۶).



شکل ۲۶۶

۳. به مقدار لازم مفتول مسوار نمره ۲/۵ تهیه کنید.

۴. مطابق با دستورکار بیستم و بیست و یکم تجهیزات را نصب و راه‌اندازی کنید و شعله را در حالت خنثی تنظیم کنید.

۵. یکی از ورق‌ها را به صورت قائم بر روی ورق دیگر نگاه‌دارید و دو انتها را به کمک شعله خال‌جوش بزنید (شکل ۲۶۷).

۶. برای شروع جوشکاری محور شعله را به ورق زیری با زاویه ۴۵ درجه یا کم‌تر و زاویه شعله را نسبت به محور طولی حدود ۷۰-۶۰ درجه تنظیم کنید.



شکل ۲۶۷



شکل ۲۶۸

۷. با حرکت دورانی شعله (در جهت عقربه‌های ساعت)، حوضچه را به حالتی نگه‌دارید که کف آن اندکی جلوتر از بالای آن قرار داشته باشد.

۸. مفتول جوش را معمولاً نزدیک بالای حوضچه جوش، مابین شعله و ورق رویی قرار دهید تا به این ترتیب مقداری از گرما را جذب کرده و مانع از ذوب اضافی و سوختن لبه قطعه قائم شود (شکل ۲۶۸).

۹. طرف مقابل را نیز جوشکاری کنید. جوشکاری را چندین بار انجام دهید تا به مهارت کافی برسید.

۱۰. پس از اجرای هر خط جوش، قطعه‌کار را برای بررسی و ارزش‌یابی به هنرآموز محترم خود نشان دهید و در صورت نیاز اصلاحات لازم را انجام دهید (شکل ۲۶۹).

۱۱. در پایان کار اصول ایمنی مربوط به بستن شیرهای گاز را رعایت کنید.

۱۲. پس از جمع‌آوری تجهیزات و تحویل آن‌ها به انبار، محل کار را نظافت کنید.



شکل ۲۶۹

ارزشیابی پایانی

۱. زوایای حرکت مشعل و مفتول نسبت به لبه‌های کار در جوشکاری سپری چند درجه است؟
۲. جوشکاری اکسی استیلن در حالت سپری بر روی ورق‌ها با چه ضخامتی امکان‌پذیر است؟
۳. توزیع گرما روی ورق‌ها در حالت سپری در جوشکاری اکسی استیلن به چه صورت است؟

منابع و مأخذ

فارسی

۱. جوشکاری عملی، تألیف: استوارت گیسن، ترجمه: محمدرضا افضلی، شرکت انتشارات فنی ایران.
۲. خودآموز جوشکاری، تألیف: ریچارد فینچ، تام مونرو. ترجمه: محمدرضا افضلی، شرکت انتشارات فنی ایران.
۳. جوشکاری و برشکاری گازی (پرسش و پاسخ)، تألیف: پ. بوربوسون، ترجمه: محمدرضا افضلی، شرکت انتشارات فنی ایران
۴. ضروریات جوشکاری (پرسش و پاسخ)، تألیف: ال. گالوری، ام. مارلو. ترجمه: حسن محمدی.
۵. جوشکاری قوس الکتریکی (پرسش و پاسخ)، تألیف: ک. لیک، ترجمه: محمدرضا افضلی، شرکت انتشارات فنی ایران
۶. تکنولوژی و کارگاه جوش برق، علی شاهدی، ناصر بهرامزادگان. فنی و حرفه‌ای و کاردانش، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
۷. تکنولوژی و کارگاه جوش گاز، ابراهیم محمودی آستارایی، محمد ازغدی، محمدحسن باغستانی‌راد. فنی و حرفه‌ای و کاردانش، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
۸. جوشکاری فولاد، تألیف: هیکس، جان جفری، ترجمه و چاپ: انتشارات کریمیت پارس.

انگلیسی

1. ASM, Handbook Volume 6, Welding, Brazing, and Soldering .
2. DIN, Hand book, Volume 8, Welding 1, Standard dealing with welding consumable and testing of welded joints. (انتشارات فنی ایران)
3. Welders Guide, Handbook by: James E.Brumbangh.
4. Theory and Practice of Arc Welding, by: Raymond J.Sacks.
5. Basic Engineering Processes, by: S. Craw Ford English universities.
6. Gas and A.C. Arc welding and cutting. by: R.F. Jennings Mc. Kinght Publishing.
7. Metal work technology and practice. By: Oswald A. Ludwig.
8. Basic Oxyacetylene Welding. by: Ivan H. Griffin and Edward M. Roden delmar Co.inc.
9. Fabricators and Erectors Guide to Welded Steel Construction, Omer W. Blodgett, P.E. Sc.D
10. Welding The fundamentals of welding, cutting, brazing, soldering and surfacing of metals. By: John Deere.

