فهرست

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

بخش اول

جوشکاری برق

فصل اول

آشنایی با کارگاه جوشکاری و تجهیزات آن

◄ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

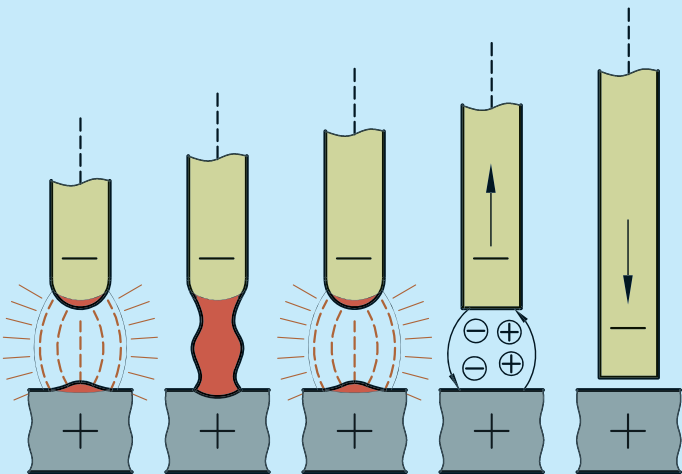
ـ فرایندهای جوشکاری را شرح دهد.

ـ انواع دستگاه‌های جوشکاری قوس الکتریکی را شرح دهد.

ـ رکتیفایر و ترانسفورماتور جوشکاری را راه‌اندازی کند.

ـ قطبیت در جوشکاری را شرح دهد.

ـ تفاوت‌های جوشکاری با جریان مستقیم و متناوب را توضیح دهد.

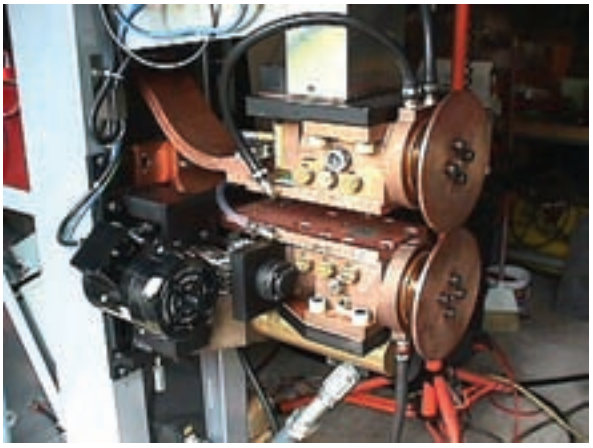


۱ـ۱ جوشکاری

جوشـــکاری عبارت اســـت از اتصـــال دو یا چند قطعه فلزی و یـــا غیرفلزی به یکدیگر، که در اثر ذوب سطحی قطعات و ترکیب مذاب صورت می‌گیرد.

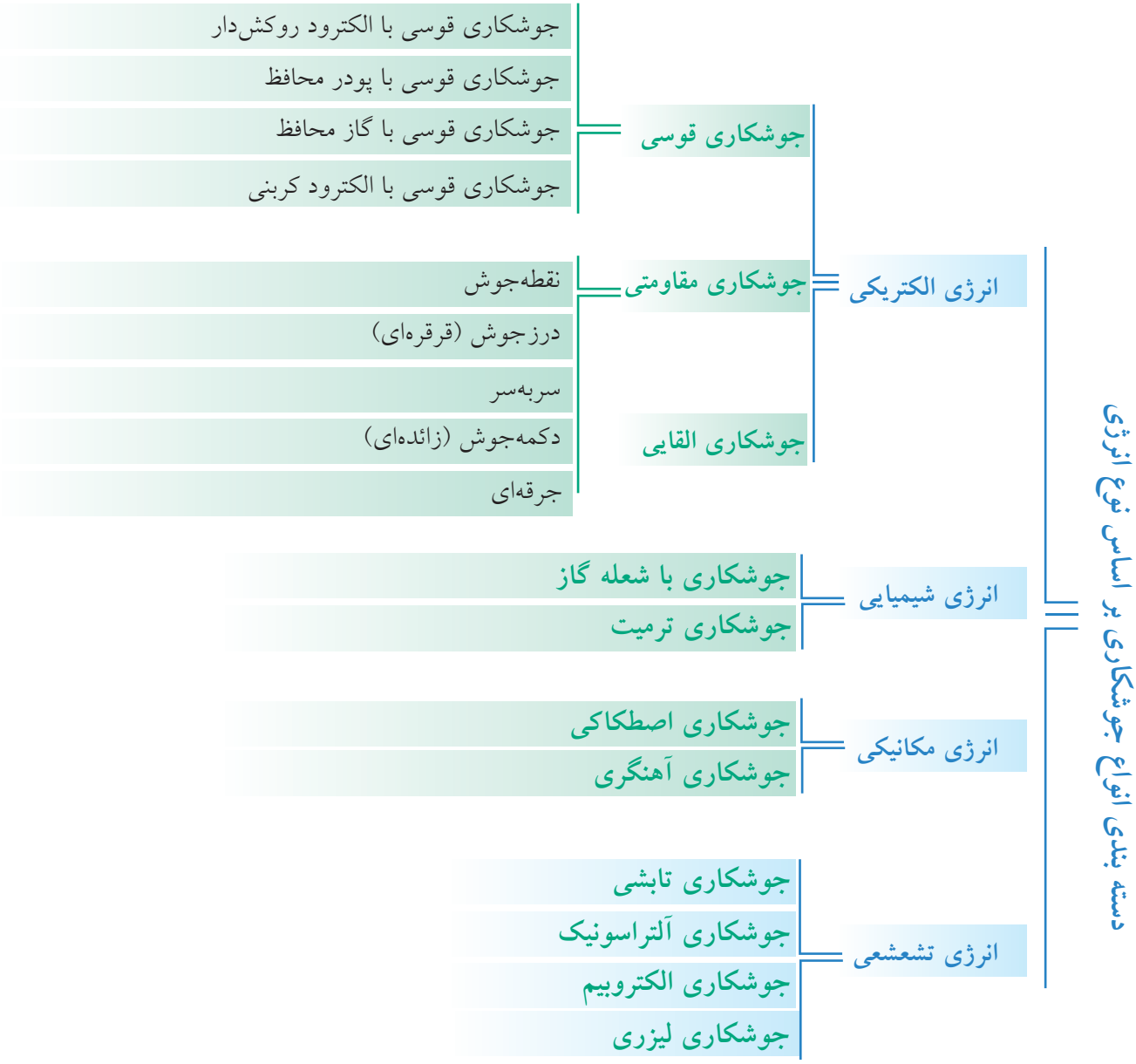
در جوشکاری فلزات، عوامل گوناگونی همچون دما، فشار، جنس و ترکیب قطعـــات دخالت دارند. پس از انجماد مذاب، قطعات در محل اتصال به‌صورت یکپارچه در می‌آیند. به‌علت نیاز روزافزون صنایع گوناگون به انواع اتصالات از جمله جوشکاری قطعات، فرایندهای جوشکاری مختلفی برحسب نیاز ارائه شده است.

از جمله صنایعی که از فرایندهای جوشـــکاری بهره زیادی می‌برند، می‌توان به صنایع فلزی، سازه و ساختمان، هوافضا، کشتی‌سازی و غیره اشاره کرد.



۲ـ۱ فرایندهای جوشکاری

فرایندهای جوشـکاری براسـاس نوع انرژی به‌کار رفته جهـت اتصال فلزات به دسـته‌های مختلفی تقسـیم می‌شـوند. نمودار زیر این تقسـیم‌بندی را نشان می‌دهد.



۱ـ۲ـ۱ 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، الکترود گویند. (شکل ۱ـ۱)

شکل ۱ـ۱

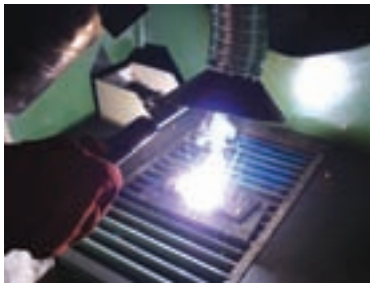
۱ـ۲ـ۲ جوشکاری غیرذوبی

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 خمیری‌شدن قطعات در محل اتصال شود. سپس با اعمال فشار لازم، عمل جوشکاری انجام می‌گیرد. (شکل ۲ـ۱)

شکل ۲ـ۱

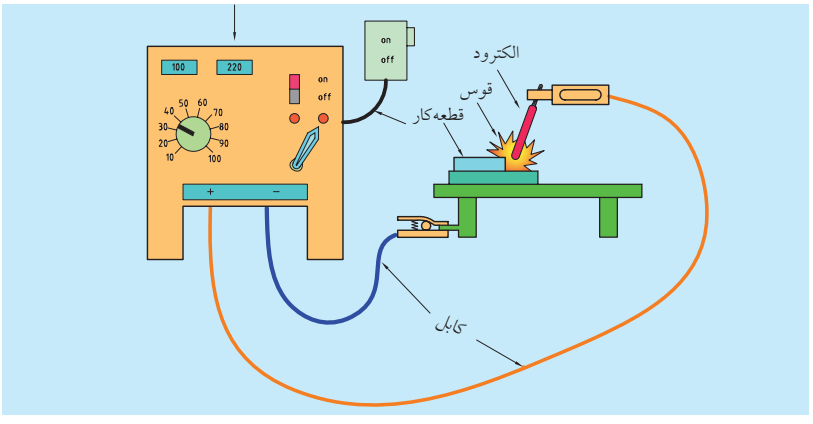
۱ـ۳ جوشکاری قوس الکتریکی

یک فرایند ذوبی است که گرمای لازم برای اتصال قطعات به یکدیگر از طریق قوس الکتریکی تأمین شده و بین الکترود و لبهٔ قطعات فلزی در محل اتصال ایجاد می‌شود. (شکل ۳ـ۱) در واقع عمل جوشکاری بر اثر قوس الکتریکی بین الکترود روپوش‌دار و قطعه‌کار انجام می‌گیرد و جریان الکتریسیته لازم توسط دستگاه جوشکاری تأمین می‌شود. (شکل ۴ـ۱) و (شکل ۵ـ۱).



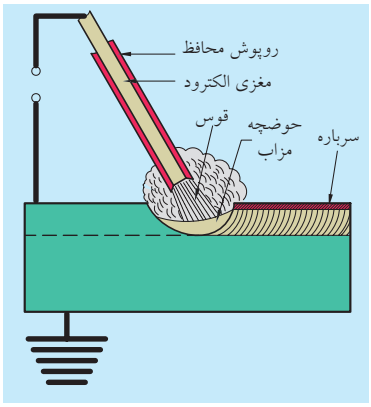
شکل ۳ـ۱

شکل ۴ـ۱ دستگاه جوشکاری



شکل ۵ـ۱

قوس الکتریکی بر اثر حرکت الکترون‌ها در فاصله بین نوک الکترود و قطعه‌کار تشـکیل می‌شود و گرمایی در حدود ۳۳۰۰°C (۶۰۰۰° F) را به‌وجود می‌آورد. این گرما باعث تشکیل حوضچه مذاب جوش شده و با دور کردن الکترود از قطعه کار و در نتیجـه، قطع قوس الکتریکی، جوشـکاری تکمیل می‌گردد. (شـکل ۶ـ۱)



شکل ۶ـ۱

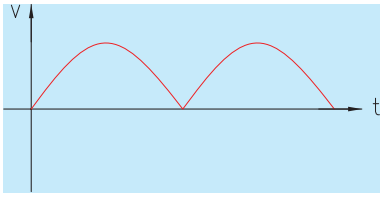
۴ـ۱ اصول جریان الکتریسیته در جوشکاری

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

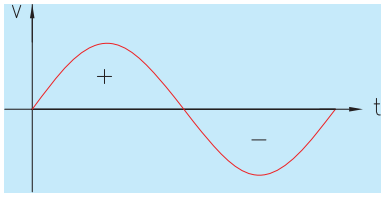
دو نوع جریان الکتریکی وجود دارد که عبارت‌اند از:

جریان مستقیم (DC) (شکل ۷ـ۱) جریان متناوب (AC) (شکل ۸ـ۱)

در صورتی‌که جهت حرکت الکترون‌ها ثابت و بدون تغییر باشـد و یا به‌عبارت دیگر قطب‌های مثبت و منفی تغییر نکنند، جریان مستقیم است و اگر قطب‌های مثبـت و منفی به‌صورت متناوب تغییر یابند و جهـت حرکت الکترون‌ها ثابت نباشد، جریان متناوب به‌وجود می‌آید.



شکل ۷ـ۱ جریان مستقیم



شکل ۸ـ۱ جریان متناوب

۵ـ۱ دستگاه‌های مولد جریان جوشکاری قوس الکتریکی

جریان الکتریسـیته مورد نیاز برای جوشکاری قوس الکتریکی باید ویژگی‌های خاصی داشـته باشـد. 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 ۹ـ۱ دستگاه مولد جریان AC

شکل ۱۰ـ۱ دستگاه مولد جریان DC

یادآوری

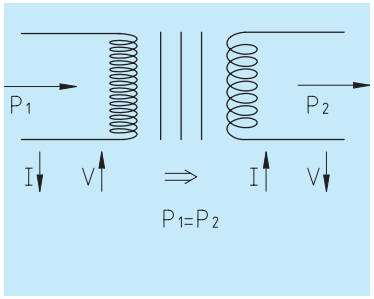
توان عبارت است از :
حاصل‌ضرب ولتاژ در جریان.

تحقیق

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

۱ـ۵ـ۱ـ ترانسفورماتور

در جوشـکاری، ترانسـفورماتور دسـتگاهی اسـت که برق متناوب با ولتاژ و جریان معین را به برق با ولتاژ کم‌تر و شـدت جریـان بالاتر تبدیل می‌کند. در ترانسفورماتورها، توان ورودی باید با توان خروجی برابر باشد. (شکل ۱۱ـ۱)



شکل ۱۱ـ۱

ترانسفورماتورها بر دو نوع‌اند:

◄ کاهنده ولتاژ

برق با ولتاژ بالا و شـدت جریان کم را به برق ولتاژ پایین و شـدت جریان بالا تبدیل می‌کند. که ترانسفورماتورهای جوشکاری از این نوع هستند.

کاهنده ولتاژ

$V\uparrow, I\downarrow \longrightarrow V\downarrow, I\uparrow$

افزاینده ولتاژ

$V\downarrow, I\uparrow \longrightarrow V\uparrow, I\downarrow$

◄ افزاینده ولتاژ

ـ برق با ولتاژ پایین و شـدت جریان بالا را به برق ولتاژ بالا و شـدت جریان پایین تبدیل می‌کند.

ـ ترانسفورماتورهای جوشکاری در انواع تک‌فاز، دوفاز و سه‌فاز ساخته می‌شوند.

ـ ترانس‌های تک‌فاز برای جوشـکاری با شدت جریان کم‌تر از ۳۰۰ آمپر به‌کار می‌روند و شامل یک سیم‌پیچ اولیه و یک سیم‌پیچ ثانویه هستند (شکل ۱۲ـ۱).

ـ ترانس‌های دوفاز و سـه‌فاز برای جوشـکاری با شـدت جریان بالا و قطعات ضخیم‌تر مورد اسـتفاده قرار می‌گیرند و ترانس دوفاز از دو سیم‌پیچ اولیه و دو سیم‌پیچ ثانویه تشکیل شده است.

شکل ۱۲ـ۱

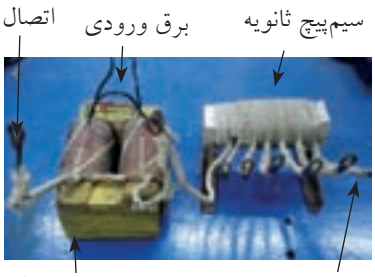
تنظیم شدت جریان در ترانسفورماتورهای جوشکاری با روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد.

۱. تنظیم آمپر به روش پله‌ای

در این روش یکی از خروجی‌های سـیم‌پیچ ثانویه بـه انبر اتصال قطعه متصل می‌شـود و از سر دیگر آن خروجی‌های مختلفی گرفته می‌شود که هرکدام آمپر معینی را برای جوشـکاری تأمین می‌کنند. اولین ترمینال قبل از سیم‌پیچ رآکتور قرار دارد و بالاترین آمپر را تامین می‌کند و با فاصله گرفتن، مقدار آمپر خروجی کاهش می‌یابد (شکل ۱۳ـ۱).

۲. تنظیم آمپر به روش پیوسته

در این روش مقادیر دقیق آمپر، قابل تنظیم و انتخاب است. مکانیزم‌های مختلفی برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد.



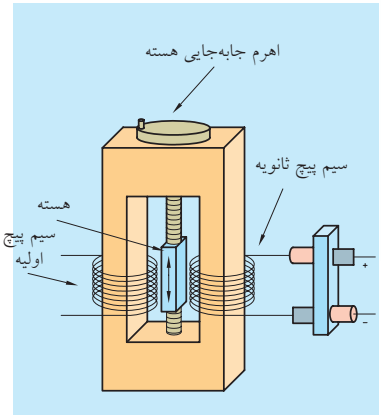
شکل ۱۳ـ۱

استفاده از سیم‌پیچ متحرک

با دور و نزدیک کردن سیم‌پیچ 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 می‌گیرد. با خارج شدن تدریجی هسته فرعی از درون هسته اصلی، خطوط تقویت شده و شدت جریان افزایش می‌یابد.

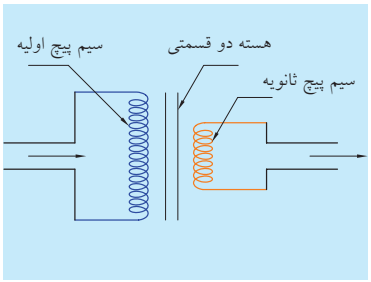


شکل ۱۴ـ۱

تنظیم آمپر به کمک جابه‌جایی هسته اصلی صورت می‌گیرد، بدین ترتیب که با خارج شدن هسته از فاصله بین دو سیم‌پیچ، شدت جریان خروجی کم شده و با وارد شدن هسته، مقدار آمپر افزایش می‌یابد (شکل ۱۴ـ۱).

تنظیم آمپر به کمک هسته دوقسمتی

در جوشکاری از ترانسفورماتورهای کاهنده ولتاژ استفاده می‌شود که یک هسته ورقه‌ای از جنس آهن سیلیس‌دار، سیم‌پیچ اولیه با تعداد دور زیاد و قطر سیم کم، و سیم‌پیچ ثانویه با تعداد دور کم و قطر سیم ضخیم‌تر را شامل می‌شود. ترانسفورماتورها تنها قادر به تأمین جریان متناوب با آمپر بالا برای جوشکاری هستند (شکل ۱۵ـ۱).



شکل ۱۵ـ۱

۲ـ۵ـ۱ رکتیفایر

از رکتیفایرها برای تأمین جریان مستقیم (DC) و نیز جریان متناوب (AC) در جوشکاری استفاده می‌شود. این دستگاه شامل دو بخش است: (شکل ۱۶ـ۱)

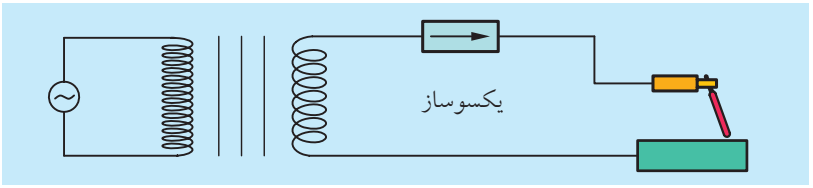
ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ

یکسوساز جریان

ویژگی DC یا جریان مستقیم در این دستگاه این قابلیت را فراهم می‌کند تا با توجه به قطعه‌کار، نوع الکترود، وضعیت جوشکاری و نوع اتصال، از قطب مثبت یا منفی جریان استفاده شود. در این حالت گرمای ایجادشده، قابل کنترل خواهد بود.

شکل ۱۶ـ۱

یکسوسازها دیودهایی هستند که اجازه حرکت الکترون‌ها در یک جهت را می‌دهند و مانع عبور الکترون‌ها در جهت دیگر (سیکل منفی) می‌شوند. (شکل ۱۷ـ۱) برای تقویت و یکنواختی جریان DC خروجی، معمولاً نیم‌سیکل توقف را به‌صورت مقابل قرینه می‌کنند (شکل۱۸ـ۱ و شکل ۱۹ـ۱).



شکل ۱۷ـ۱

قطبیت مثبت: در صورتی‌که الکترود به قطب مثبت و قطعه کار به قطب منفی متصل شود، آن‌را قطب مثبت (قطب معکوس) گویند و به‌صورت DCEP یا DCRP نشان می‌دهند (شکل ۲۰ـ۱).

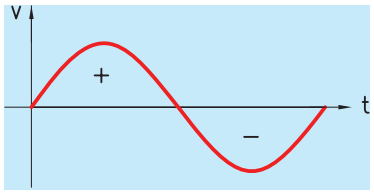
در این حالت از کل گرمای تولید شده $\frac{۲}{۳}$ به الکترود و $\frac{۱}{۳}$ به قطعه‌کار می‌رسد.

قطبیت منفی: در صورتی‌که الکترود به قطب منفی و قطعه‌کار به قطب مثبت دستگاه جوشکاری متصل شود، آن‌را جوشکاری با قطب منفی (قطب مستقیم) گویند و با DCEN یا DCSP نشان می‌دهند. (شکل ۲۱ـ۱)

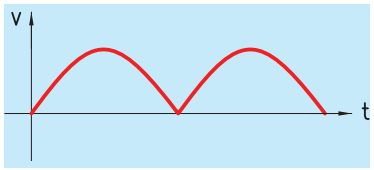
توزیع حرارت در این حالت به‌صورت $\frac{۲}{۳}$ حرارت در قطعه کار و $\frac{۱}{۳}$ حرارت در الکترود است. شکل روبه‌رو میزان عمق نفوذ جوش در قطعه‌کار بر اساس نوع جریان را نشان می‌دهد (شکل ۲۲ـ۱).

۳ـ۵ـ۱ دینام جوشکاری

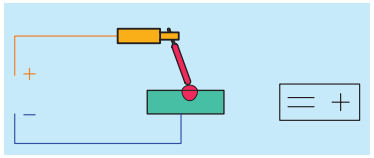
این دستگاه شامل یک الکتروموتور سه‌فاز و یک دینام (ژنراتور) است که محور آن‌ها با هم کوپل شده‌اند. الکتروموتور محور دینام را به حرکت درآورده و بدین ترتیب جریان لازم برای جوشکاری تولید می‌شود. (شکل۲۳ ـ۱). الکتروموتور توسط یک کلید ستاره ـ مثلث به برق شهری متصل است. برای راه‌اندازی، ابتدا کلید را در حالت 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 به‌صورت + و – یا به‌صورت Electrode و Work برروی ترمینال‌ها مشخص شده است (شکل۲۴ ـ۱).



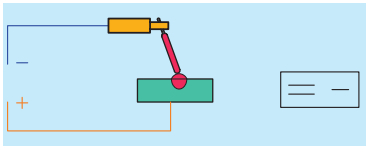
شکل ۱۸ـ۱



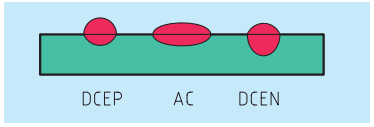
شکل ۱۹ـ۱ استفاده از دیود یکسوساز



شکل ۲۰ـ۱



شکل ۲۱ـ۱



شکل ۲۲ـ۱

شکل ۲۳ـ۱

شکل ۲۴ـ۱

جدول زیر معایب و مزایای استفاده از جریان AC و DC را در جوشکاری نشان می‌دهد (جدول ۱ـ۱).

جدول ۱ـ۱

	مزایا	معایب
جریان متناوب (AC)	ـ راه‌اندازی آسان است. ـ هزینه تعمیرات و نگهداری و استهلاک کم‌تر است. ـ وزش قوس وجود ندارد. ـ توزیع حرارت در الکترود و قطعه کار یکنواخت است.	ـ شروع قوس مشکل‌تر نسبت به DC است. ـ امکان تغییر قطب‌ها وجود ندارد. ـ برخی از الکترودها را نمی‌توان با آن جوشکاری کرد. ـ برخی از فلزات را نمی‌توان با آن جوشکاری کرد. ـ پاشش مذاب زیاد است.
(DC)	ـ خطر شوک الکتریکی کم‌تر است. ـ تشکیل قوس راحت‌تر و پایدارتر و آرام‌تر است. ـ پاشش ذرات کم‌تر است. ـ استفاده از انواع الکترود امکان پذیر است. ـ قابلیت تغییر قطب وجود دارد. ـ در هنگام کار سروصدا کم‌تر است.	ـ امکان انحراف قوس وجود دارد. ـ هزینه دستگاه بالاست. ـ هزینه تعمیرات و نگه‌داری بالاست.

۱ـ۵ـ۴ موتور جوشکاری

شکل ۱ـ۲۵

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 به‌نام موتورجوش (ژنراتور جوشکاری) مطرح هستند. ژنراتورهای جوشکاری به کمک موتور الکتریکی نیز راه‌اندازی می‌شوند و قابلیت تولید جریان AC و DC را دارند. (شکل ۱ـ۲۵)

شکل ۱ـ۲۶

مولدهای چند منظوره توانمندی کنترل از راه دور را دارند که می‌توان آمپر لازم را به‌کمک یک ریموت (کنترل از راه دور) به‌صورت دستی یا پدال‌پایی کنترل کرد. (شکل ۱ـ۲۶)

دستورکار ۱

(۶۰ دقیقه)

راه‌اندازی ترانسفورماتور جوشکاری

۱. با پوشیدن لباس کار و به‌کارگیری 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 سه‌شاخه آن‌را بررسی کنید و در صورت سالم بودن، سه‌شاخه را به پریز متصل کنید (شکل ۲۷ـ۱).

شکل ۲۷ـ۱

۴. با توجه به نوع ترانسفورماتور (پله‌ای یا پیوسته) مقدار جریان آن‌را تنظیم کنید. در ترانسفورماتورهای پله‌ای، کابل اتصال را به قطعه‌کار متصل کنید و کابل انبر را با توجه به مقدار جریان لازم برای جوشکاری به ترمینال مربوطه وصل کنید. در صورتی‌که ترانسفورماتور از نوع پیوسته باشد، با چرخاندن اهرم آن، مقدار آمپر تنظیم می‌شود (شکل ۲۸ـ۱).

شکل ۲۸ـ۱

۵. کلید دستگاه را در حالت روشن (ON) قرار دهید (شکل ۲۹ـ۱).

دقت داشته باشید که در هنگام روشن کردن دستگاه، انبر الکترودگیر و انبر اتصال با یکدیگر تماس نداشته باشند، زیرا در این‌صورت اتصال کوتاه به‌وجود آمده و امکان آسیب رسیدن به سیم‌پیچ‌ها وجود داد. با روشن شدن دستگاه، چراغ پیلوت دستگاه روشن شده و فن خنک‌کننده سیم‌پیچ شروع به‌کار می‌کند (شکل ۳۰ـ۱).

۶. دستگاه را خاموش کرده و کابل‌های اتصال و انبر را به‌صورت جداگانه جمع کرده و در محل مناسب قرار دهید. جهت اطمینان بیشتر، کابل و سه‌شاخه اتصال را از پریز جدا کنید (شکل ۳۱ـ۱).

شکل ۲۹ـ۱

شکل ۳۰ـ۱

شکل ۳۱ـ۱

دستور کار ۲

(۶۰ دقیقه)

راه‌اندازی دینام جوشکاری

۱. دینام‌های جوشکاری به‌عنوان مولد جریان مستقیم هستند که از یک ژنراتور و یک موتور ساخته شده‌اند. در صورتی‌که موتور آن با جریان برق راه‌اندازی شود، دینام کارگاهی است و در صورتی‌که موتور آن به‌صورت احتراقی باشد، دینام جوش سیار نامیده می‌شود (شکل ۳۲ـ۱).

۲. دینام جوش کارگاهی را در محل مناسب قرار داده و پس از کنترل ظاهری کابل، سه‌شاخه آن‌را به پریز برق متصل کنید. کلید این دستگاه به‌صورت ستاره مثلث است. دقت کنید که در هنگام اتصال سه‌شاخه به برق، کلید قطع باشد (شکل ۳۳ـ۱).

۳. شدت جریان در دینام جوشکاری به کمک یک رئوستا تنظیم می‌شود. مقدار آمپر را بر حسب نوع کار تنظیم کنید (شکل ۳۴ـ۱).

۴. اتصال کابل‌ها را به‌صورت زیر انجام دهید. ترمینال Work (W) برای قرار دادن کابل اتصال قطعه کار استفاده می‌شود.

ـ ترمینال E (یا H) برای اتصال کابل انبر جوشکاری و در صورت نیاز به آمپرهای بالا برای جوشکاری، از این ترمینال استفاده می‌شود. ترمینال e (یاL) برای اتصال کابل انبر جوشکاری و در صورت نیاز به آمپرهای کم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵. نخست کلید دستگاه را در حالت Y (ستاره) قرار داده تا موتور به دور کامل برسد و صدای آن یکنواخت گردد. سپس آن‌را در حالت Δ (مثلث) قرار دهید. در این حالت دستگاه برای جوشکاری آماده است. (شکل ۳۵ـ۱)

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، کابل‌های انبر و اتصال را از دستگاه جدا کنید. از کار انداختن دینام‌های سیار (احتراقی) با بستن دریچه تغذیه سوخت آن‌ها صورت می‌گیرد، و یا به کمک یک کلید که برق دینام را قطع می‌کند، دستگاه خاموش می‌شود.

شکل ۳۲ـ۱

شکل ۳۳ـ۱

شکل ۳۴ـ۱

شکل ۳۵ـ۱

دستورکار ۳

(۶۰ دقیقه)

راه‌اندازی دستگاه رکتیفایر جوشکاری

۱. کابل‌های اتصال قطعه‌کار و انبر را بررسی کنید تا از سالم بودن آن‌ها اطمینان یابید. همچنین محل اتصال کابل‌ها به ترمینال دستگاه را نیز بررسی کنید.

۲. برحسب نوع جوشکاری، قطبیت لازم را انتخاب کرده و کابل‌های اتصال را به دستگاه متصل کنید. همچنین آمپر لازم را روی دستگاه تنظیم کنید. (شکل ۳۶ـ۱) تنظیم آمپر دستگاه به‌صورت کنترل از راه دور نیز صورت می‌گیرد.

۳. رکتیفایرها عموماً با برق سه‌فاز کار می‌کنند، بنابراین در هنگام روشن کردن کلید، دقت کنید که هر سه چراغ سیگنال روشن باشد (شکل ۳۷ـ۱). همچنین توجه کنید که انبر اتصال و انبر الکترودگیر با هم اتصال نداشته باشند. در غیر این‌صورت اتصال کوتاه به‌وجود می‌آید.

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 نیزامکان‌پذیر است.

۶. دستگاه را خاموش کرده (شکل ۳۸ـ۱) و کابل‌ها را به‌صورت جداگانه جمع کرده و در محل مناسب قرار دهید. برای اطمینان بیشتر کلیدهای اصلی را قطع کرده یا سه‌شاخه را از پریز جدا سازید (شکل ۳۹ـ۱).

شکل ۳۶ـ۱

شکل ۳۷ـ۱

شکل ۳۸ـ۱

شکل ۳۹ـ۱

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 الکترود 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:

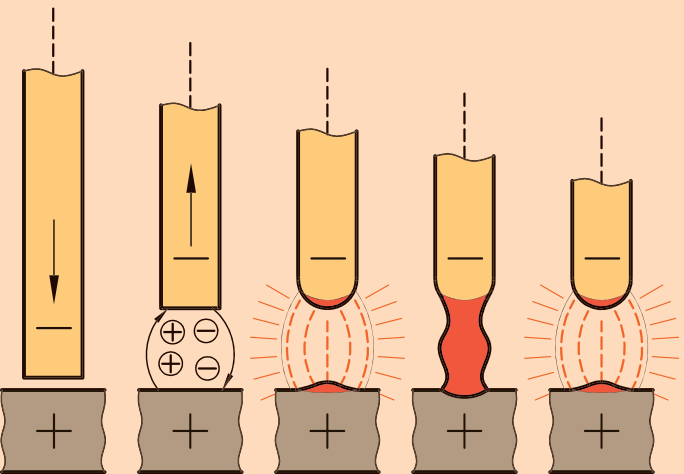
ـ تجهیزات لازم برای جوشکاری قوس الکتریکی را بیان کند.

ـ اصول ایمنی در جوشکاری برق را شرح دهد.

ـ از تجهیزات ایمنی در جوشکاری برق استفاده کند.

ـ اتصال درست کابل به انبر اتصال و انبر الکترودگیر را انجام دهد.

ـ اصول ایمنی و حفاظتی را در حین انجام کار رعایت کند.



۱ـ۲ 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:

شکل ۱ـ۲

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 عین‌حال انعطاف‌پذیر باشد. به همین دلیل برای این منظور از کابل افشان استفاده می‌شود. (شکل ۱ـ۲)

شکل ۲ـ۲

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 قطعه‌کار و دیگری برای اتصال به انبر جوشکاری، استفاده می‌شود. برای اتصال کابل‌ها به ترمینال‌ها از کابل‌شوها و یا کفش کابل استفاده می‌شود. (شکل ۲ـ۲)

انبر جوشکاری

از انبر جوشکاری برای نگه‌داری الکترود در زوایای مختلف در هنگام جوشکاری استفاده می‌شود. (شکل ۳ـ۲) 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 الکترود را به‌صورت زاویه‌دار در آن قرار داد.

شکل ۳ـ۲

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 (شکل۴ـ۲).

شکل ۴ـ۲

رابط کابل

به‌منظور 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 به‌صورت جوشکاری، لحیم‌کاری یا پرسی است (شکل۵ـ۲).

شکل ۵ـ۲

موقعیت دهنده

یکی از تجهیزات کمکی است که به‌منظور قراردادن و نگه‌داری قطعه کار در موقعیت دلخواه برای جوشکاری راحت‌تر و با کیفیت بالاتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل۶ـ۲).

شکل۶ـ۲

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 قطعه‌کار در حالت‌های مختلف برای جوشکاری و جعبه نگه‌دارنده الکترود و جعبه الکترودهای مصرف‌شده باشد (شکل ۷ـ۲).

شکل ۷ـ۲

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 ۸ـ۲).

شکل ۸ـ۲

یک سر چکش به‌صورت سنبه بوده که برای تمیزکردن شیارها و حفره‌ها به‌کار می‌رود و سر دیگر آن به شکل گوه تیزی است که برای شکستن سرباره جوش استفاده می‌شود.

شکل ۹ـ۲

برس سیمی

برای پاک کردن پس‌مانده‌های شلاکه و دوده در کناره‌های خط جوش مورد استفاده قرار می‌گیرد. برس سیمی به‌صورت دستی یا ماشینی به‌کار می‌رود (شکل ۹ـ۲).

انبر قطعه‌گیر

برای نگهداری و جفت و جور کردن قطعات یا جابه‌جا کردن قطعات جوشکاری شده به‌کار 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 ۱۰ـ۲ و ۱۱ـ۲).

شکل ۱۰ـ۲

شکل ۱۱ـ۲

۲ـ۲ 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 پرتوهایی همچون اشعه ایکس، مادون قرمز، و ماوراء بنفش تولید می‌شود که برای چشم‌ها و بدن انسان مضر هستند.

۲ـ۲ـ۱ 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 به‌صورت دستی یا کلاهی ساخته می‌شوند و بایستی سر و صورت

شکل ۱۲ـ۲

و گردن را پوشـــش دهند. جنس آن‌ها نیز باید سبک، با استحکام و نسوز باشد. در حالتی که جوشـــکاری به کار با هر دو دست نیاز داشته باشد، از ماسک‌های کلاهی قابل تنظیم استفاده می‌شود (شکل ۱۳ـ۲).

شکل ۱۳ـ۲

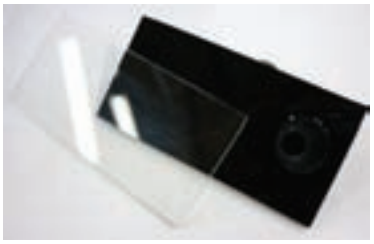
ماسک‌های مخصوص دارای لوله تهویه هوا و اکسیژن برای تنفس جوشکار بـــوده، و همچنیـــن بخارات و گازهای ســـمی را از محیط، مکـــش کرده و دور می‌سازد. از این نوع ماسک‌ها برای شرایط سخت کاری یا جوشکاری در مخازن بسته و با دود زیاد استفاده می‌شود.

شکل ۱۴ـ۲

شیشه ماسک

دو لایه شیشـــه در هر ماسک جوشکاری به‌کار 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 الکترود و شدت جریان انتخاب می‌شوند. معمولاً باید تیره‌ترین شیشه‌ای که با وجود آن می‌توان حوضچه جوش را دید، انتخاب کرد (شکل ۱۵ـ۲).



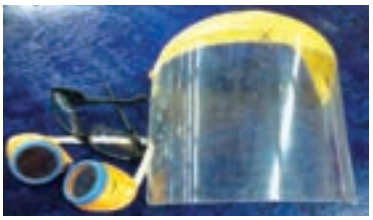
شکل ۱۵ـ۲

جدول زیر نحوه انتخاب شیشـــه مناســـب برای ماســـک جوشـــکاری را نشـــان می‌دهد.

جدول ۱ـ۲

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

- **از عینک‌های سفید و شـفاف در هنگام سنگ‌زنی یا پاک‌سازی سرباره جوش با چکش شلاکه‌زن و یا برس سیمی استفاده می‌شود** (شکل ۱۶ـ۲).
- **دستکش، پیش‌بند و مچ‌بند چرمی نسوز** (شکل ۱۷ـ۲).
- **لباس جوشکاری**
- **کفش ایمنی**



شکل ۱۶ـ۲

شکل ۱۷ـ۲

۲ـ۲ـ۲ 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.

۲ـ۲ـ۳ 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 ۱۸ـ۲).

شکل ۱۸ـ۲

کابین جوشکاری باید دارای سیستم تهویه گازها و دودهای حاصل از جوشکاری باشد. (شکل ۱۹ـ۲) 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.

شکل ۱۹ـ۲

به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف الکترود 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 الکترودها را در ظرف مخصوص بریزید (شکل ۲۰ـ۲).

شکل ۲۰ـ۲

دستورکار ۱

توانایی اتصال کابل جوشکاری به کابل‌شو و انبر

(۶۰ دقیقه)

۱. کابل‌هـــای لازم برای اتصال به انبر الکترودگیر و انبر اتصال را فراهم کرده و کابل‌شوها را با شماره‌های مناسب آماده سازید. همچنین انبر الکترودگیر و انبر اتصال را آماده ســازید. در صورتی‌که محل اتصال کابل به دســتگاه به‌صورت فیش باشد، فیش تبدیل مناسب را تهیه کنید (شکل ۲۱ـ۲).

۲. قسمت انتهای کابل‌های افشان را با جدا کردن لاستیک و عایق رویی، جهت اتصال به کابل‌شو آماده سازید (شکل ۲۲ـ۲).

۳. به کمک انبر پرس‌کننده، کابل‌شوها را روی رشته‌های مسی کابل پرس و محکم کنیــد. در صورتی‌که انبر مخصوص پرس کابــل را در اختیار ندارید، می‌توانید بــه کمک چکش، کابل‌شــو را بر روی کابل پرس کنید (شــکل ۲۳ـ۲و ۲۴ـ۲).

۴. کابل انبر الکترودگیر را متصل کنید. کابل انبر اتصال را نیز به کمک کابل‌شو متصل سازید (شکل ۲۵ـ۲).

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 ۲۱ـ۲

شکل ۲۲ـ۲

شکل ۲۳ـ۲

شکل ۲۴ـ۲

شکل ۲۵ـ۲

دستورکار ۲

(۶۰ دقیقه)

تعویض شیشه ماسک جوشکاری

۱. دو نمونه ماسک جوشکاری، یکی دستی و دیگری کلاهی تهیه کنید. (شکل ۲ـ۲۶)

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

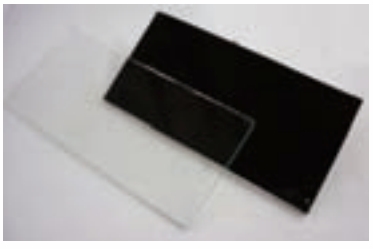
۳. برای تعویض شیشه ماسک دستی ابتدا لاستیک نگه‌دارنده شیشه را خارج کنید و پس از قرار دادن شیشه شفاف در بخش بیرونی ماسک، شیشه جوشکاری را در پشت آن جای دهید. سپس آن‌ها را با لاستیک نگه‌دارنده، بر روی ماسک محکم کنید.

۴. برای تعویض شیشه ماسک کلاهی از دو شیشه شفاف استفاده می‌شود. یکی به‌عنوان محفظ شیشه جوشکاری که به‌صورت روش قبل قابل نصب است، و یک شیشه شفاف هم برای دیدن جوشکار نصب می‌شود (شکل ۲ـ۲۷).

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 ۲ـ۲۸ و ۲ـ۲۹).

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

شکل ۲ـ۲۶



شکل ۲ـ۲۷

شکل ۲ـ۲۸

شکل ۲ـ۲۹

دستورکار ۳

(۶۰ دقیقه)

توانایی به‌کارگیری لباس‌های ایمنی در جوشکاری

۱. پس از پوشـیدن روپوش یا لباس کار، سـایر متعلقات مربوط به لباس کار ایمنی، شـامل پیش‌بند چرمی، کلاه چرمی، دستکش چرمی، ساق‌بند دست و پا و کفش ایمنی را تهیه کنید.

۲. روش درسـت به‌کارگیری لباس ایمنی را در حضـور هنرآموز محترم خود اجرا نموده و اشکالات را رفع کنید.

۳. در پایان کار تجهیزات را جمع‌آوری کنید و به انبار تحویل دهید.

شکل ۳۰ـ۲

شکل ۳۱ـ۲

شکل ۳۲ـ۲

ارزشیابی پایانی

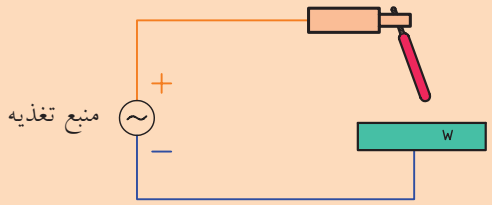
۱. ویژگی‌ها و مشخصات کابل جوشکاری را با ذکر دلیل بنویسید.

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 الکتریسیته و جهت حرکت الکترون‌ها را نشان دهید.
چرا جهت جریان با جهت حرکت الکترون‌ها یکی نیست؟



شکل ۳۳ـ۲

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 ۳۴ـ۲

فصل سوم

آماده‌سازی اتصالات برای جوشکاری

◄ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

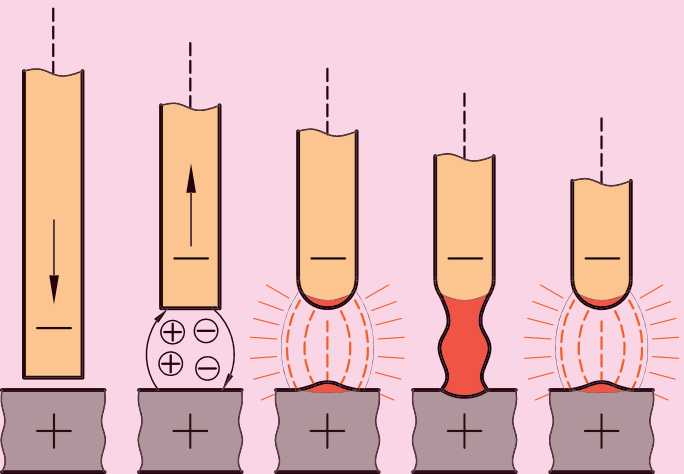
ـ روش‌های آماده‌سازی قطعه برای جوشکاری را بیان کند.

ـ موارد کاربرد سنگ سنباده فیبری را شرح دهد.

ـ لبه قطعات را بر اساس ضخامت آن‌ها، پخ بزند.

ـ انواع حالت‌های اتصال قطعات به یکدیگر را شرح دهد.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی در هنگام سنگ‌زنی و سوهان‌کاری را رعایت کند.



مقدمه

پیـــش از انجام هرگونه عملیات جوشـــکاری، باید قطعات را برای جوشـــکاری مهیا ســـاخت. بدین‌منظور از روش‌های مختلفی برای براده‌برداری و برشکاری استفاده می‌شود.

(a)

(b)

شکل ۱ـ۳

۱ـ۳ برشکاری

برشـــکاری عبارت اســـت از جداســـازی یا ایجاد شـــیار در قطعات و مواد خام فلزی که توســـط ابزارهای براده‌برداری دستی یا ماشینی صورت می‌گیرد. انواع تســـمه‌ها، مفتول‌ها، لوله‌ها، پروفیل‌ها و ورق‌هـــا را می‌توان به کمک روش‌های برشکاری در اندازه‌های موردنظر تهیه کرد.

۱ـ۱ـ۳ برشکاری دستی

ازجمله روش‌های برشـــکاری دســـتی می‌توان به اره‌کاری دستی یا قیچی‌کاری اشاره کرد (شکل ۱ـ۳).

در اره‌کاری بســـته به جنس و ســـختی فلزات از تیغه با دندانه‌های مختلف استفاده می‌شود. همچنین برای بریدن ورق‌ها می‌توان از قیچی دستی و یا قیچی اهرمی با بازوهای گوناگون استفاده کرد.

شکل ۲ـ۳

۲ـ۱ـ۳ برشکاری ماشینی

در این روش، برشکاری و جداسازی قطعات توسط ماشین‌های ویژه‌ای صورت می‌گیرد.

ـ اره لنـــگ و اره‌نـــواری: که به‌طور معمول برای جداســـازی مفتول‌های تو پر با قطرهای بالا به‌کار می‌روند (شکل ۲ـ۳).

ـ اره آتشـــی: بـــرای بریدن انواع قوطی‌ها و تســـمه‌ها و پروفیل‌ها در اندازه‌ها و زوایای موردنظر به‌کار می‌رود (شکل ۳ـ۳).

ـ برشکاری با قیچی پرسی: برای بریدن ورق‌های ضخیم استفاده می‌شود. برخی از قطعات توســـط شعله گاز برشـــکاری می‌شوند که در فصل‌های آینده بررسی خواهد شد.

شکل ۳ـ۳

ـ سنگ فیبری: دستگاه برشکاری قابل حملی است که می‌توان از آن برای برشکاری قطعات در شرایط گوناگون کاری استفاده کرد (شکل ۴ـ۳).

شکل ۴ـ۳

۲ـ۳ 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 ۵ـ۳ و ۶ـ۳).

شکل ۵ـ۳

شکل ۶ـ۳

شکل ۷ـ۳ پاک کردن سرباره با مینی سنگ

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

ـ آماده‌سازی و پخ‌زدن لبه قطعات در محل اتصال؛

ـ پاک‌سازی سرباره و مذاب اضافه بعد از هر پاس از جوشکاری؛ (شکل ۷ـ۳)

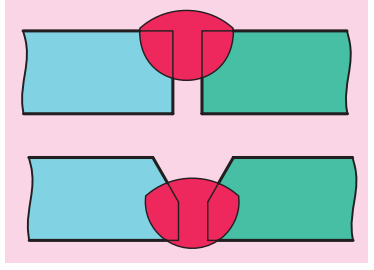
از برس سیمی دیسکی و بشقابی برای پاک‌سازی قطعه‌کار از اکسیدهای فلزی و جرقه‌ها برروی سطح قطعه‌کار استفاده می‌شود(شکل ۸ـ۳).

شکل ۸ـ۳

۳ـ۳ 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، الکترودها 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 الکترود روپوش‌دار است. از پخ‌ها بیشتر برای اتصال قطعات ضخیم که باید به‌صورت لب به لب جوشکاری شوند (شکل ۹ـ۳)،



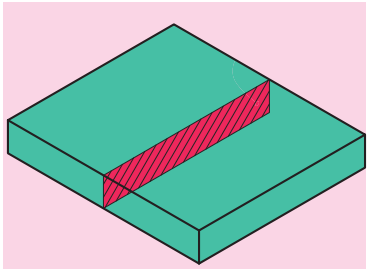
شکل ۹ـ۳

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

حالت‌های مختلف اتصال قطعات به یکدیگر عبارت‌اند از:

اتصال لب‌به‌لب (Butt Joint)

در این حالت اگر ضخامت قطعات کم‌تر از ۶ میلی‌متر باشد، جوشکاری بدون پخ‌زدن لبه‌ها انجام می‌گیرد. (شکل ۱۰ـ۳) برای ضخامت‌های بالاتر می‌توان انواع پخ را به‌کار برد. انواع پرکاربرد پخ در جدول (۱ـ۳) آمده است.



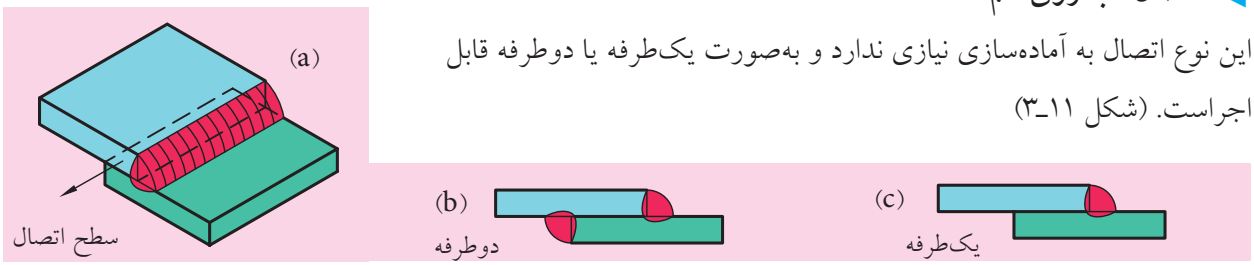
شکل ۱۰ـ۳

جدول ۱ـ۳

نوع اتصال	شکل اتصال	روش اجرای جوش
لب به لب بدون پخ (با ریشه باز)	t=3-6mm, 0-6mm	
لب‌به‌لب با پخ یک‌طرفه	t=10-25mm, 45°, 0-6mm	
لب‌به‌لب با پخ دوطرفه (V)	t=6-19mm, 60°, 0-6mm	
لب‌به‌لب با پخ دوبل دوطرفه (X)	t=12-50mm, 18-40mm, 60°, 0-6mm	
لب‌به‌لب با پخ دوبل یک‌طرفه (K)	t=10-25mm, 45°, 0-6mm	
لب‌به‌لب با پخ لاله‌ای یک‌طرفه (U)	t=12-25mm, α=12°, 0-6mm	
لب‌به‌لب با پخ لاله‌ای دوطرفه (X)	t=12-25mm, α=12°, 0-6mm	
لب‌به‌لب با پخ نیم لاله‌ای یک‌طرفه (J)	t=12-25mm, α=12°, 0-6mm	
لب‌به‌لب با پخ نیم لاله‌ای دوطرفه (K)	t=12-25mm, α=15°, 0-6mm	

اتصال لب روی هم

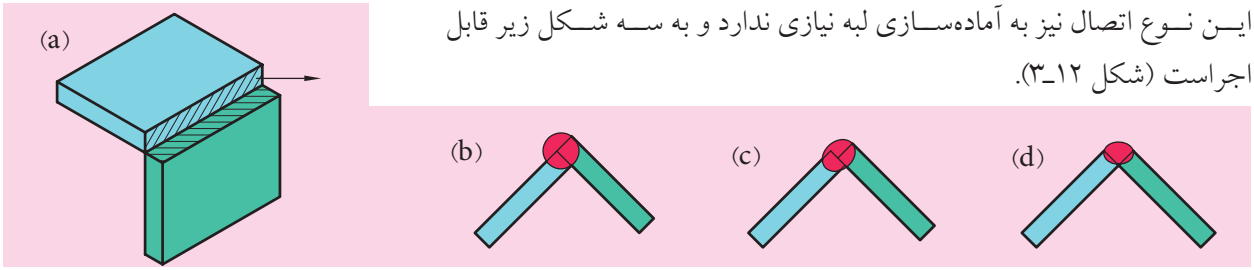
این نوع اتصال به آماده‌سازی نیازی ندارد و به‌صورت یک‌طرفه یا دوطرفه قابل اجراست. (شکل ۱۱ـ۳)



شکل ۱۱ـ۳

اتصال زاویه خارجی (گوشه)

این نوع اتصال نیز به آماده‌سازی لبه نیازی ندارد و به سه شکل زیر قابل اجراست (شکل ۱۲ـ۳).



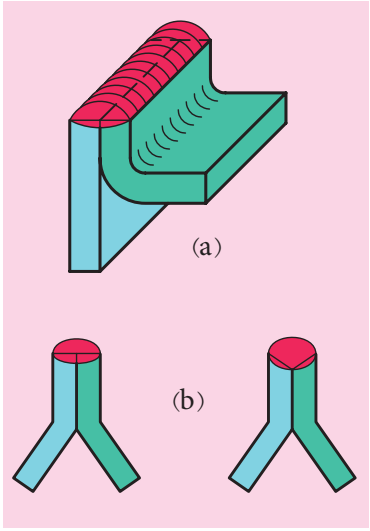
شکل ۱۲ـ۳

اتصال پیشانی (لبه‌ای)

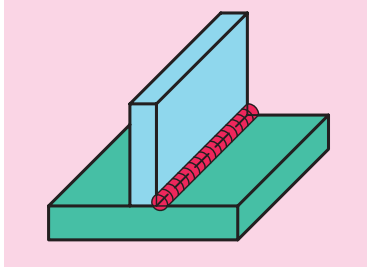
که به‌صورت تخت یا پخ‌دار صورت می‌گیرد (شکل ۱۳ـ۳).

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 ۱۴ـ۳).



شکل ۱۳ـ۳



شکل ۱۴ـ۳

جدول ۲ـ۳ شکل اتصال و روش اجرای جوش در اتصال T شکل.

نوع اتصال	شکل اتصال	روش اجرای جوش
اتصال T بدون پخ یک‌طرفه و دوطرفه	t<12mm	
اتصال T با پخ یک‌طرفه	t=9-15mm	
اتصال T با پخ دوطرفه	t>25mm	
اتصال T با پخ J یک‌طرفه	t>25mm	
اتصال T با پخ J دوطرفه	t>30mm	

دستور کار

(۱۸۰ دقیقه)

توانایی آماده‌سازی و پخ‌زنی لبه قطعه‌کار در اتصالات جوشکاری

۱. وسایل و تجهیزات لازم از قبیل سوهان، برس سیمی، دستگاه سنگ‌برش فیبری و کمان اره را تهیه کنید (شکل ۱۵ـ۳).

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 ۱۵۰×۵۰ میلی‌متر برش دهید (شکل ۱۶ـ۳).

۴. لبه قطعات را به کمک سوهان یا سنگ سنباده فیبری، صاف کرده و پلیسه‌ها را پاک کنید (شکل ۱۷ـ۳).

۵. لبه قطعه‌کار را در محل اتصال به کمک گونیا کنترل کنید تا سطحی یکنواخت به‌دست آید (شکل ۱۸ـ۳).

شکل ۱۵ـ۳

شکل ۱۶ـ۳

شکل ۱۷ـ۳

شکل ۱۸ـ۳

۶. برای ایجاد پخ، از ســوهان یا سنباده فیبری اســتفاده کنید و با درنظر گرفتن پاشنه جوش ۳ میلی‌متری، زاویه پخ را ایجاد کنید (شکل ۱۹ـ۳ و ۲۰ـ۳).
توجه داشــته باشید که پاشنه کاملاً موازی و مسطح ایجاد گردد. بدین‌منظور در هر مرحله لبه کار را با گونیا کنترل کنید (شکل ۲۱ـ۳).
۷. قطعه کار را به هنرآموز محترم خود نشان دهید تا زاویه پخ 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 ۱۹ـ۳

شکل ۲۰ـ۳

شکل ۲۱ـ۳

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:

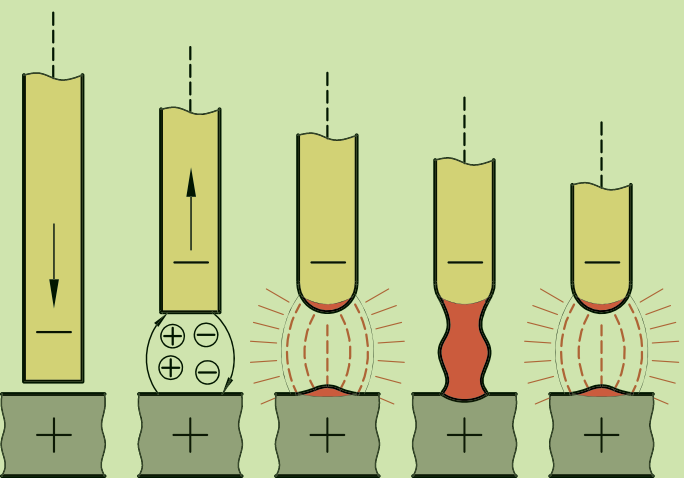
ـ اصول برقراری قوس الکتریکی را شرح دهد.

ـ روش‌های ایجاد قوس الکتریکی را بیان کند.

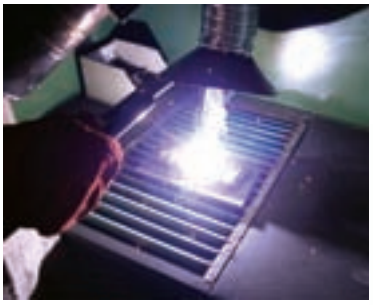
ـ مقدار شدت جریان را بر اساس ضخامت قطعه و قطر الکترود تعیین کند.

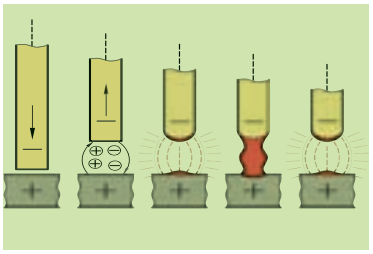
ـ گرده‌جوش‌های باریک و کوتاه را ایجاد کند.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به دستگاه‌های جوشکاری و نیز در هنگام انجام جوشکاری را رعایت کند.



۱ـ۴ قوس الکتریکی

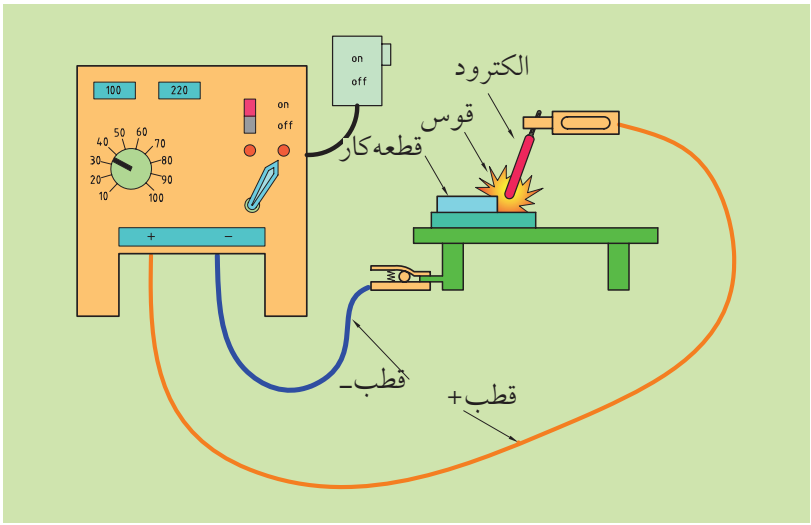




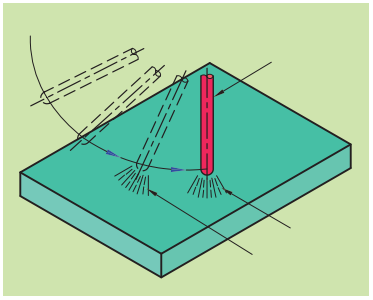
شکل ۱ـ۴

قوس الکتریکی عبارت است از جریان و حرکت الکترون‌ها از فضای گازی‌شکلی (یونیزه شده) که بین دو قطب الکتریکی به‌وجود می‌آید. ایجاد قوس الکتریکی معمولاً با نور، حرارت و صدا همراه اســت. در جوشکاری از حرارت آزادشده قوس، برای ذوب قطعات و همچنین الکترود فلزی استفاده می‌شود (شکل ۱ـ۴). برای ایجاد قوس الکتریکی بین الکترود و قطعه‌کار 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، الکترود، و قطعه کار است، برقرار گردد. در چنین حالتی پس از تماس الکترود با قطعه کار، قوس الکتریکی ایجاد می‌شود (شکل ۲ـ۴).



شکل ۲ـ۴

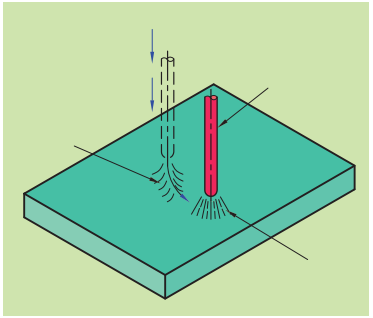


شکل ۳ـ۴ روش کشیدن الکترود روی سطح قطعه‌کار

۲ـ۴ روش‌های ایجاد قوس الکتریکی

- **روش کشیدن الکترود روی سطح قطعه کار (شکل ۳ـ۴).**
- **روش نوک‌زدن (شکل ۴ـ۴).**

در روش اول، الکترود 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 نیســت. در روش دوم، قوس الکتریکی در ناحیه‌ای که مورد نظر است تشکیل می‌شــود. الکترود را آهسته پایین آورده و در هنگام تماس نوک الکترود با کار، باید الکترود را بالا کشید تا فاصله لازم برای تشکیل قوس فراهم شود.



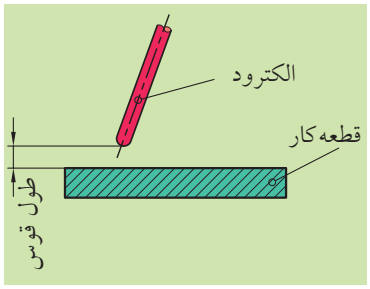
شکل ۴ـ۴،روش نوک زدن

۴ـ۳ طول قوس

عبارت اســت از فاصله بین نوک الکترود تا سطح قطعه کار تا هنگامی‌که قوس برقرار است. (شکل۵ـ۴)

در بیشتر الکترودهای باریک، طول قوس تقریباً برابر قطر الکترود است.

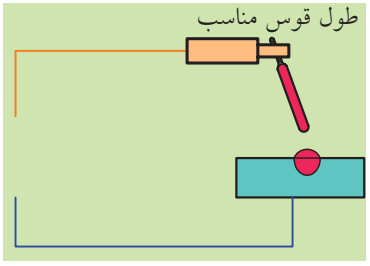
با ادامه جوشکاری، به‌دلیل کاهش تدریجی طول الکترود، بایستی الکترود را به‌طور یکنواخت به قطعه‌کار نزدیک کنید تا طول قوس همواره ثابت بماند.



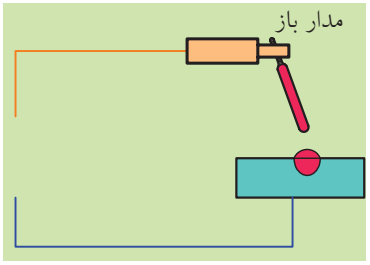
شکل ۵ـ۴

۴ـ۴ ولتاژ مدار

در جوشکاری قوس الکتریکی معمولاً از ولتاژ پایین استفاده می‌شود. این میزان در حدود ۸۰ـ۴۰ ولت اســت. چون اســتفاده از ولتاژ بالا، باعث بزرگ‌تر شدن طول قوس می‌شــود، به‌طور معمول فاصله نوک الکترود از قطعه‌کار بیشتر شده و انتقال مذاب از الکترود متمرکز نخواهد بود (شکل ۶ـ۴).



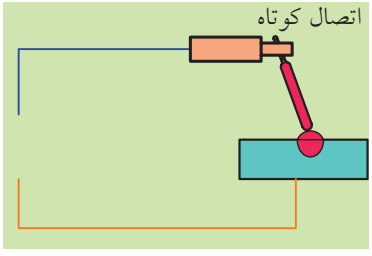
شکل ۶ـ۴



شکل۷ـ۴

۴ـ۴ـ۱ ولتاژ مدار باز

زمانی است که نوک الکترود تا سطح قطعه‌کار فاصله داشته و دستگاه جوشکاری بدون بار است. در این حالت اختلاف پتانسیل (ولتاژ) بین نوک الکترود و قطعه‌کار ماکزیمم بوده و شدت جریان عبوری صفر است(شکل۶ـ۴).

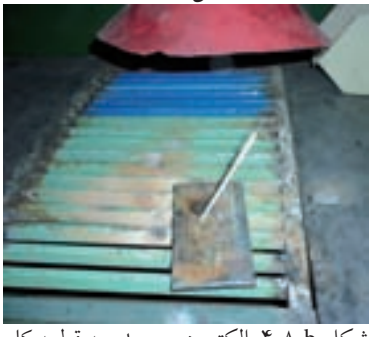


شکل a ـ۸ـ۴

۴ـ۴ـ۲ اتصال کوتاه

هنگامی‌که نوک الکترود به سطح کار بچسبد، اتصال کوتاه اتفاق می‌افتد. در این حالت اختلاف پتانسیل صفر و شدت جریان ماکزیمم است.(شکل a ـ۸ـ۴)

زمانی‌کــه نــوک الکترود به ســطح کار چســبید باید فوراً آن‌را از ســطح کار جدا کنید. این کار با چرخاندن انبر جوشــکاری صورت می‌گیرد. در صورتی‌که الکترود با این روش جدا نشد، لازم است دهانه انبر را باز کنید تا الکترود از آن جدا شود شکل (۷ـ۴) و (b ـ۸ـ۴).


شکل b ـ۸ـ۴، الکترود چسبیده به قطعه کار

۴ـ۴ـ۳ ولتاژ قوس

در هنگام تشـکیل قوس، شـدت جریان افزایش یافته و ولتـاژ مدار باز کاهش می‌یابد. در چنین شـرایطی ولتاژ تقریباً به نصف یا کم‌تر می‌رسد که به آن ولتاژ قوس گویند.

۴ـ۵ تنظیم شدت جریان در جوشکاری

میزان شـدت جریان لازم برای جوشـکاری بر اساس ضخامت قطعه‌کار و قطر مغزی الکترود و همچنین حالت جوشکاری تعیین می‌گردد.

قطـر مغـزی الکترودهـا ۱/۶ تا ۶ میلی‌متر اسـت و کل جریـان برق از آن می‌گذرد که باعث ذوب شـدن الکترود و قطعه‌کار می‌شـود. جدول ۱ـ۴ حدود شدت جریان را بر اساس ضخامت کار و قطر مغزی الکترود نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ۴

ضخامت قطعه (mm)	قطر مغزی الکترود (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 ۹ـ۴

۴ـ۶ تشکیل گرده‌جوش باریک

پس از توانایی برقراری قوس الکتریکی، بایستی بتوان قوس را حفظ، و حوضچه مذاب را هدایت کرد. برای تشکیل گرده‌جوش‌های باریک و کوتاه، کافی است الکترود را به‌صورت آرام در مسـیر جوشکاری هدایت کنید. گرده‌جوش باریک درصورتی ایجاد می‌شـود که الکترود فقط به‌صورت خط مستقیم حرکت کند و دارای حرکات جانبی نباشد. (شکل ۱۰ـ۴)

شکل ۱۰ـ۴

دستور کار ۱

(۱۸۰ دقیقه)

توانایی برقراری و حفظ قوس الکتریکی و تشکیل گرده‌جوش باریک

۱. قطعه‌کاری با ابعاد ۱۵۰×۱۰۰ mm و ضخامت ۵ mm آماده کنید. سطح قطعه‌کار را به کمک برس سیمی، سوهان و سنگ‌سنباده فیبری از آلودگی‌ها پاک کنید(شکل ۱۱ـ۴).

شکل ۱۱ـ۴

۲. تجهیزات ایمنی فردی و حفاظتی در جوشکاری را به‌کار گرفته و از سالم بودن کابل‌های دستگاه جوشکاری اطمینان یابید. همچنین شیشه ماسک جوشکاری را بررسی کنید و شیشه‌ای با شماره مناسب را به‌کار بگیرید (شکل۱۲ـ۴).

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 شلاکه‌زن و انبر را روی میز کار بگذارید.

۴. پس از روشن کردن تهویه کابین، الکترود E 6013 را در شیار فک انبر الکترودگیر قرار دهید. قطعات کار را در وضعیت درست روی میز کار بگذارید(شکل۱۳ـ۴ و۱۴ـ۴).

شکل۱۲ـ۴

شکل۱۳ـ۴

شکل۱۴ـ۴

۵. پیش از ایجاد قوس، حرکت الکترود بر روی قطعه‌کار را با دستگاه خاموش تمرین کنید، و قبل از ایجاد قوس، ماسک را به‌طور صحیح در جلوی صورت خود قرار دهید.

شکل۱۵ـ۴

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 نزدیک‌تر کردن الکترود به سطح کار، طول قوس را به اندازه مغزی الکترود حفظ کنید (شکل ۱۶ـ۴). توجه داشته باشید که زاویه الکترود در حدود ۸۰ـ۷۰ درجه نسبت به افق باشد. چندین بار قوس را با این روش ایجاد کنید تا به مهارت‌های اولیه دست یابید.

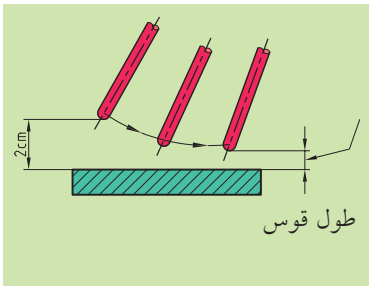
۷. پس از ایجاد قوس، خال‌جوش‌های باریکی را با حرکت الکترود ایجاد کنید (شکل۱۷ـ۴).

۸. برقراری قوس الکتریکی را با روش نوک‌زدن نیز انجام دهید. چند بار به آرامی الکترود را به قطعه کار زده و اندازه ۵ـ۳ mm به عقب بکشید. پس از حفظ قوس، گرده‌جوش باریک را بدون نوسان الکترود، ایجاد کنید (شکل۱۷ـ۴).

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

۹. سطح گرده‌جوش‌ها 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.



شکل۱۶ـ۴

شکل ۱۷ـ۴

نکته

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

ارزشیابی پایانی

۱. روش‌های ایجاد قوس الکتریکی را نام ببرید.

۲. تشـــکیل قوس الکتریکی معمولاً در دســـتگاه‌های AC به‌صورت ..... و در دســـتگاه‌های DC به صورت ..... صورت می‌گیرد.

۳. در حالت مدار باز، ولتاژ قوس الکتریکی .....، و شدت جریان ..... است.

۴. دلایل چسبیدن الکترود 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 الکترود 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:

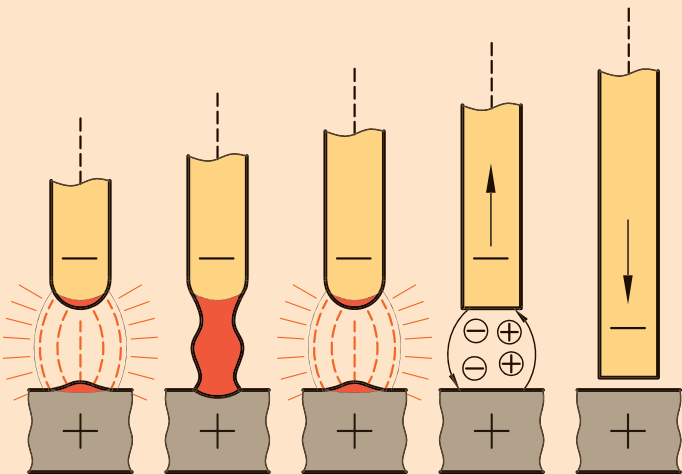
ـ شرایط مختلف جوشکاری را شرح دهد.

ـ ابعاد و اندازه‌های جوش را شرح دهد.

ـ عوامل مؤثر بر جوشکاری را نام ببرد.

ـ گرده‌جوش و خط جوش‌های ساده را ایجاد کند.

ـ اصول ایمنی و حفاظتی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را رعایت کند.



وضعیت‌های جوشکاری

ـ جوشـکاری برحسـب نیاز و شـرایط کاری در حالت‌هـای مختلفی صورت می‌گیرد که عبارت‌اند از:

ـ جوشکاری در حالت تخت (سطحی) 1G و 1F (شکل ۵ـ۱)

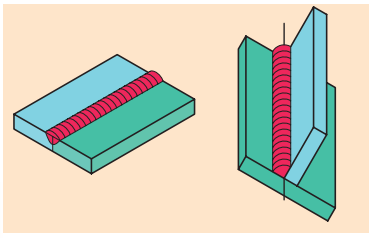
ـ جوشکاری در حالت افقی 2G و 2F (شکل ۵ـ۲)

ـ جوشـکاری در حالـت سـرازیر (عمودی از بـالا به پاییـن) 3G-down و 3F-down (شکل ۵ـ۳)

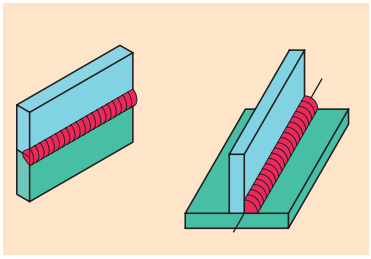
ـ جوشکاری در حالت سربالا (عمودی از پایین به بالا) 3G-up و 3F-up (شکل ۵ـ۳)

ـ جوشکاری سقفی 4G و 4F (شکل ۵ـ۴)

ـ تسـلط در اجرای گرده‌جوش و خط جـوش در وضعیت تخت، لازمه انجام جوشکاری در سایر حالت‌هاست.



شکل ۵ـ۱

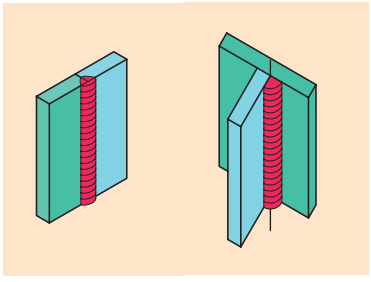


شکل ۵ـ۲

۵ـ۱ جوشکاری سطحی (تخت)

برای تشکیل گرده‌جوش‌های مرکب، پس از برقراری قوس الکتریکی و حفظ آن، بایستی حوضچه مذابِ به‌وجود آمده را در جهت مورد نظر هدایت کنیم تا خط جوش کامل شود.

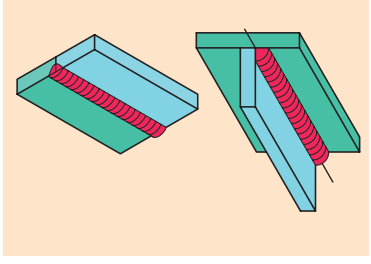
در حالـت تخـت، جهت حرکت الکترود در راسـتای خـط جوش بوده و الکترود با سطح قطعه‌کار زاویه‌ای ۷۵ـ۸۰ درجه دارد. (شکل ۵ـ۵)



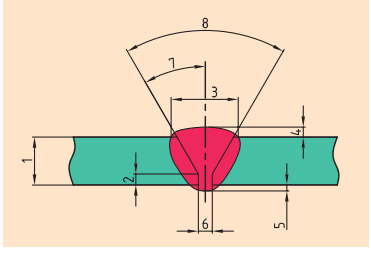
شکل ۵ـ۳

۵ـ۲ ابعاد و اندازه‌های جوش

فرم و اندازه گرده‌جوش، با توجه به مقدار استحکام لازم در اتصالات جوشکاری تعیین می‌گردد. در شـکل مقابل مشـخصات یک گرده‌جوش آورده شده است. اندازه‌های یک جوش در حالت شـیاری (Groove) بر اساس ضخامت قطعه کار (گلویی) تعیین می‌گردد و در صورت یکی نبودن ضخامت قطعات، اندازه‌ها بر مبنای ضخامت قطعه کوچک‌تر تعیین می‌شود (شکل ۵ـ۵) و (شکل ۵ـ۶).



شکل ۵ـ۴

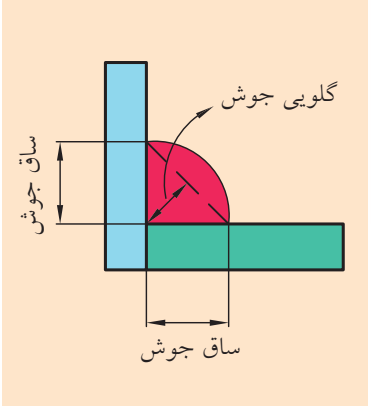


شکل ۵ـ۵

۱. ضخامت قطعه‌کار
۲. پاشنه‌جوش
۳. پهنای گرده جوش
۴. برجستگی تقویتی
۵. نفوذ جوش
۶. فاصله ریشه
۷. زاویه نیم‌پخ
۸. زاویه پخ

برجستگی تقویتی معمولاً در حدود ۳ـ۲ میلی‌متر است که مقادیر کم‌تر آن باعث کاهش اســتحکام جوش، و مقادیر بیشتر باعث افزایش هزینه جوش و همچنین تمرکز تنش در کناره‌های جوش می‌شود.

درصورتی‌که جوش به‌صورت ماهیچه‌ای (Fillet) انجام شــود، اندازه‌ها بر اساس ساق‌جوش تعیین می‌شوند (شکل۶ـ۵).



شکل۶ـ۵

۵ـ۳ عوامل مؤثر در جوشکاری

مهم‌ترین عوامل در کیفیت و اندازه گرده‌جوش عبارت‌اند از:

۱. سرعت جوشکاری

۲. نوع جریان

۳. آمپر

۴. زاویه الکترود

۵. طول قوس

۵ـ۳ـ۱ سرعت جوشکاری

سرعت جوشکاری را مقدار ذوب الکترود تعیین می‌کند و باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که خط جوشی زیبا ایجاد گردد (شکل۷ـ۵). جدول ۱ـ۵ تأثیر سرعت زیاد و کم پیشروی الکترود در جوشکاری را نشان می‌دهد.

سرعت مناسب　سرعت کم　سرعت بالا

شکل ۷ـ۵

جدول ۱ـ۵

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

۵ـ۳ـ۲ نوع جریان جوشکاری

برحسب نوع جریان به‌کار گرفته‌شده در جوشکاری، کیفیت، عمق نفوذ و ظاهر گرده‌جوش متفاوت خواهد بود. با ثابت درنظر گرفتن سایر عوامل می‌توان تفاوت‌های جوشکاری با جریان مستقیم و متناوب را در جدول ۵ـ۲ مقایسه کرد.

جدول ۵ـ۲

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

۵ـ۳ـ۳ میزان آمپر و ولتاژ

مقدار آمپر مورد نیاز برای جوشکاری بر اساس ضخامت قطعه‌کار، قطر مغزی الکترود و وضعیت جوشکاری تعیین می‌گردد. جداول ۵ـ۳ و۵ـ۴ (شکل ۵ـ۸) و(شکل ۵ـ۹) تأثیر آمپرهای بالا و پایین را بر کیفیت و ظاهر جوش نشان می‌دهد.

جدول ۵ـ۳

شدت جریان بالا	شدت جریان پایین
ـ ذوب کردن قطعه کار	ـ ناپایداری قوس
ـ ترشح و پاشش ذرات مذاب و جرقه	ـ سرعت جوشکاری کم‌تر
ـ سوختن موضع جوش	ـ ایجاد گرده‌جوش‌های بالای سطح کار
ـ بریدگی کناره جوش	ـ نفوذ کم
ـ تشکیل گرده‌جوش بی‌قاعده	

(الف) (ب)

الف) خط جوش با آمپر بالاتر ب) خط جوش با آمپر پایین‌تر

شکل ۵ـ۸

جدول ۵ـ۴

ولتاژ بالا	ولتاژ پایین
ـ ترشح و پاشش زیاد مذاب	ـ تشکیل گرده‌جوش بی‌قاعده
ـ جذب بیشتر هیدروژن به جوش و درنتیجه ایجاد حفره و مک در جوش	ـ گرده‌جوش بدون نفوذ کافی
	ـ افزایش احتمال حبس سرباره در جوش

۵ـ۳ـ۴ زاویه الکترود

زاویه الکترود در جوشکاری سطحی (تخت)، عمود بر سطح قطعه‌کار و در جهت حرکت با خط قائم، زاویه ۱۰°ـ۲۰°می باشد. تغییر زاویه بر ظاهر و کیفیت جوش تأثیر می‌گذارد. در جدول ۵ـ۵ اثر این تغییر مقایسه شده است.

جدول ۵ـ۵

زاویه کم(نسبت به افق)	زاویه زیاد (نسبت به افق)
ـ گرده‌جوش با موج‌های غیر همشکل و ناصاف ـ نفوذ کم‌تر ـ جرقه بیش از حد	ـ نفوذ زیادتر ـ تمرکز فشار قوس به کار و درنتیجه سوختن کناره جوش (under cut) ـ تجمع سرباره در کناره جوش

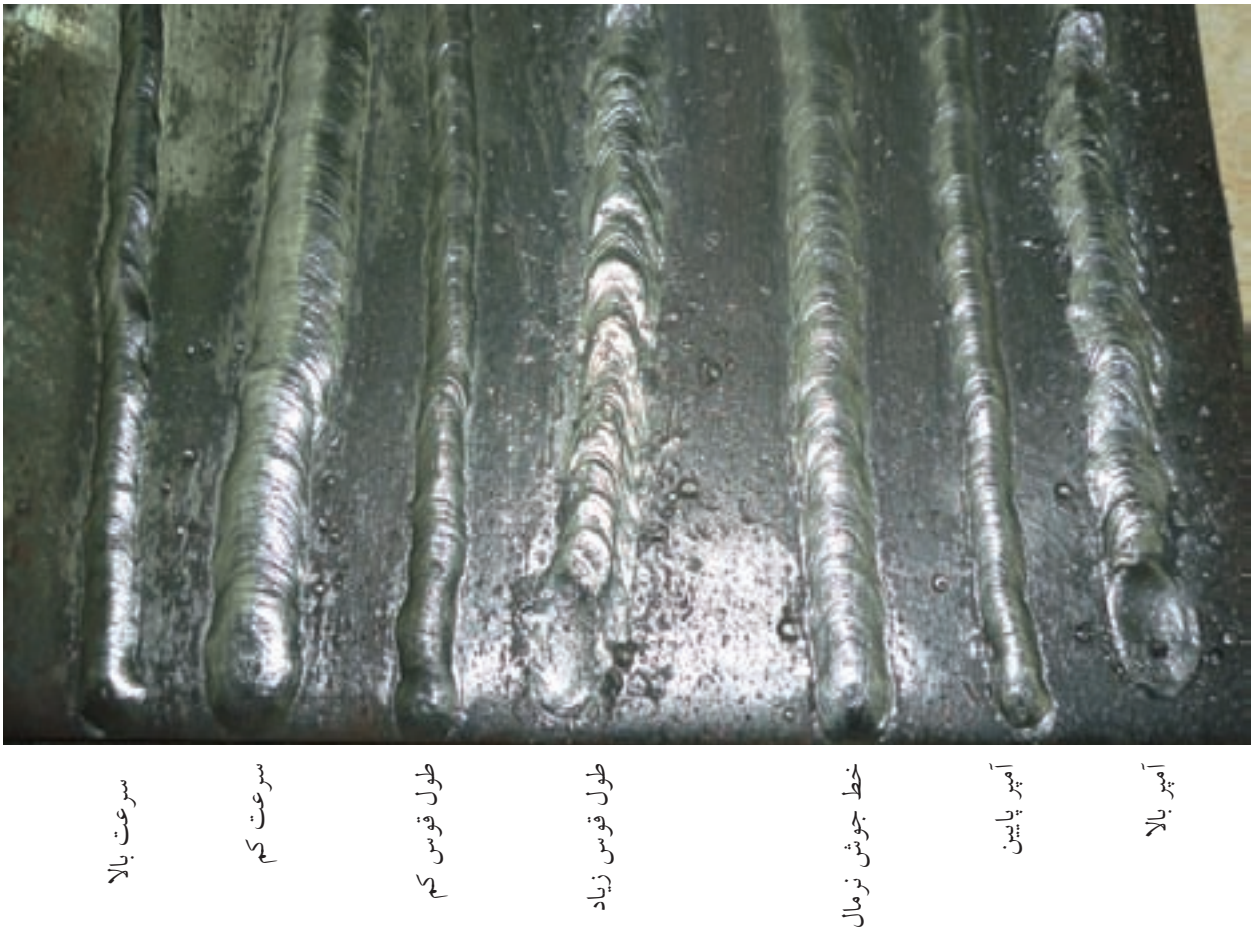
شکل۹ـ۵
پاشش ذرات مذاب بر روی کار

۵ـ۳ـ۵ طول قوس

تأثیرات طول قوس بلند و کوتاه در جدول ۶ـ۵ با هم مقایسه شده است:

جدول ۶ـ۵

طول قوس بلند	طول قوس کوتاه
ـ ترشح و پاشش مذاب ـ ظاهر جوش بدمنظر می‌شود ـ افزایش پهنای جوش ـ نفوذ کم و گرده تقریباً تخت	ـ سوار شدن گرده‌جوش‌ها روی هم ـ موج‌های غیر یکسان و غیر هم شکل ـ احتمال خفه‌شدن قوس ـ احتمال چسبیدن الکترود به قطعه‌کار

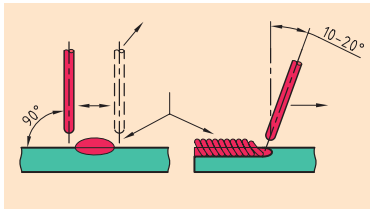


شکل ۱۰ـ۵ تأثیر پارامترهای مختلف بر روی ظاهر و کیفیت خط جوش

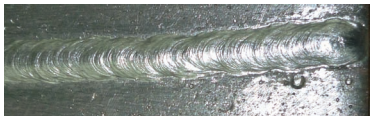
۵ـ۵ حرکات عرضی الکترود

در صورت نیاز به گرده‌جوش پهن، با نوسان الکترود به‌سمت راست و چپ پیشروی کنید (شکل ۱۱ـ۵) تا خط جوش پهن‌تری ایجاد شود. در این حالت خط جوش بافته به‌وجود می‌آید شکل (۱۲ـ۵) که پهنای جوش بافته معمولاً از سه‌برابر قطر الکترود بیشتر نیست.

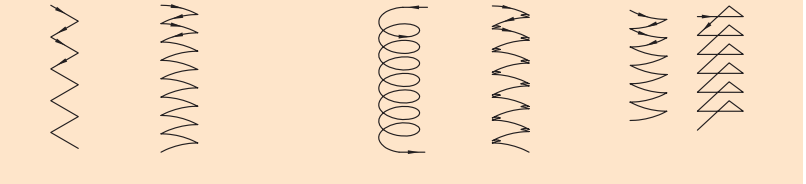
(شکل ۱۳ـ۵) چند الگوی رایج برای نوسان الکترود را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱ـ۵ حرکت نوسانی به چپ و راست



شکل ۱۲ـ۵ خط جوش بافته



شکل ۱۳ـ۵ گونه‌های مختلف نوسان الکترود

دستورکار

(۱۸۰ دقیقه)

گرده‌سازی مرکب و ایجاد خط جوش در حالت تخت (F1)

شکل ۱۴ـ۵

شکل ۱۵ـ۵

۱. قطعه‌کار با ابعاد ۱۰۰×۱۵۰ mm و ضخامت ۵ mm را آماده سازید و سطح آن‌را از آلودگی و زنگ‌زدگی پاک کنید (شکل ۱۴ـ۵).

۲. برای ایجاد خط جوش در خط مستقیم، به کمک سنبه‌نشان نقاطی را به فاصله ۱ cm از هم و در امتداد یک خط راست ایجاد کنید (شکل ۱۵ـ۵).

تجهیزات ایمنی لازم را به‌کار 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 ۱۶ـ۵).

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

۵. خط جوش‌های اول را بدون نوسان ایجاد کنید. در هنگام ایجاد خط جوش، سرعت حرکت و طول قوس را هم‌زمان به‌طور یکنواخت نگه‌داشته و آن‌ها را به‌طور مرتب کنترل کنید.

۶. پس از هر خط جوش، گل‌جوش را پاک کرده و آن‌را با برس سیمی تمیز کنید. خط جوش‌ها را یکی در میان بر روی قطعه‌کار ایجاد کنید (شکل ۱۷ـ۵).

شکل ۱۶ـ۵

شکل ۱۷ـ۵

۷. بین خطوط را با همان شرایط جوشکاری کنید و همین مراحل را برای پشت قطعه‌کار نیز به ترتیب اجرا کنید تا مهارت خود را در ایجاد خط جوش بالا ببرید.

۸. قطعه‌کار دیگری با همین ابعاد تهیه کنید و مسیر خط جوش را با سنبه مشخص سازید. برای ایجاد خط جوش در این‌حالت به‌صورت نوسانی عمل کنید. توجه داشته باشید که در چنین شرایطی کنترل حوضچه مذاب مشکل‌تر است (شکل ۱۸ـ۵).

شکل ۱۸ـ۵

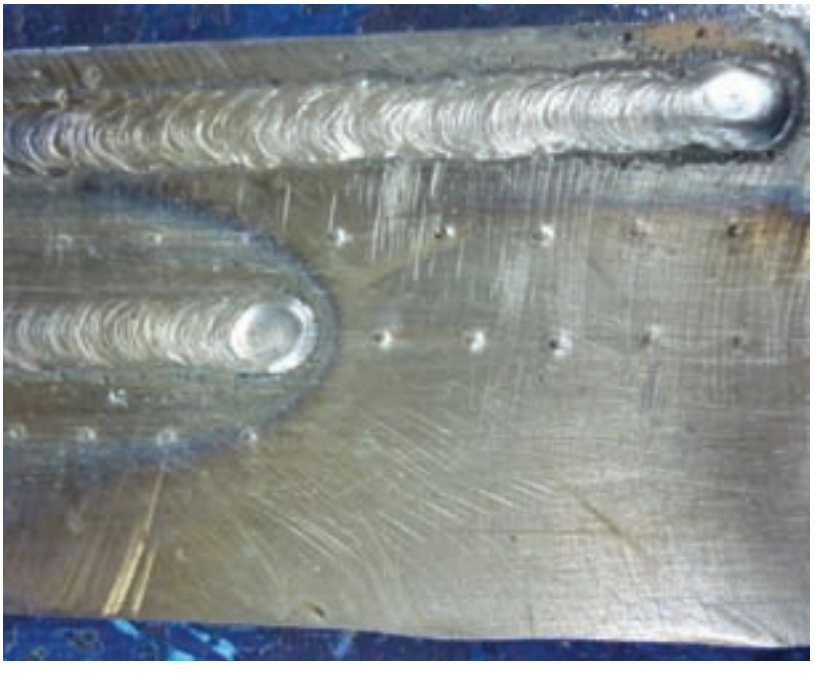
۹. سعی کنید پهنای جوش بیش از حد زیاد نباشد (حدوداً سه برابر مغزی الکترود). برای جلوگیری از بریدگی کناره جوش، لحظه‌ای در گوشه‌ها مکث کنید (شکل ۱۹ـ۵).

۱۰. خطوط را یکی در میان جوشکاری کرده و سپس بین خطوط را جوشکاری کنید (شکل ۲۰ـ۵).

۱۱. جوشکاری را آن‌قدر تکرار کنید تا مهارت خود را در ایجاد خط جوش به‌صورت 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 ۱۹ـ۵

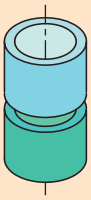


شکل ۲۰ـ۵

ارزشیابی پایانی

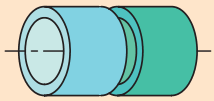
۱. علامت مشخصه جوش‌های شیاری و ماهیچه‌ای در استاندارد AWS چگونه است؟

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 می‌شوند.



شکل ۵ـ۲۱

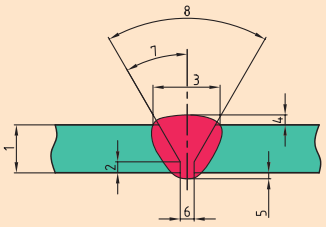
۳. جوشکاری لوله در حالتی که محور آن عمودی باشد، چگونه مشخص می‌شود؟



شکل ۵ـ۲۲

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

۵. مشخصات جوش را در شکل مقابل تعیین کنید.



شکل۵ـ۲۳

۶. اگر ضخامت قطعات برای جوش یکسان نباشد، اندازه‌های جوش بر اساس قطعه ..... محاسبه می‌شوند.

۷. عوامل مؤثر بر کیفیت و اندازه گرده‌جوش در جوشکاری قوس الکتریکی را بیان کنید.

۸. تأثیر زاویه الکترود 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 صورتی‌که طول قوس بیش از حد کم باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟

۱۱. سرعت زیاد پیشروی الکترود و حرکت بیش از اندازه دست، چه تأثیری بر جوش می‌گذارد؟

۱۲. چه عواملی بر روی ابعاد جوش در هنگام آماده‌سازی لبه قطعات تأثیر دارند؟

۱۳. برای جلوگیری از سوختن کناره‌جوش چه اقداماتی باید صورت گیرد؟

۱۴. روش‌های پیش‌گیری از سررفتگی جوش را نام ببرید.

فصل ششم

شروع مجدد جوشکاری و قطع قوس

◄ هدف‌های رفتاری

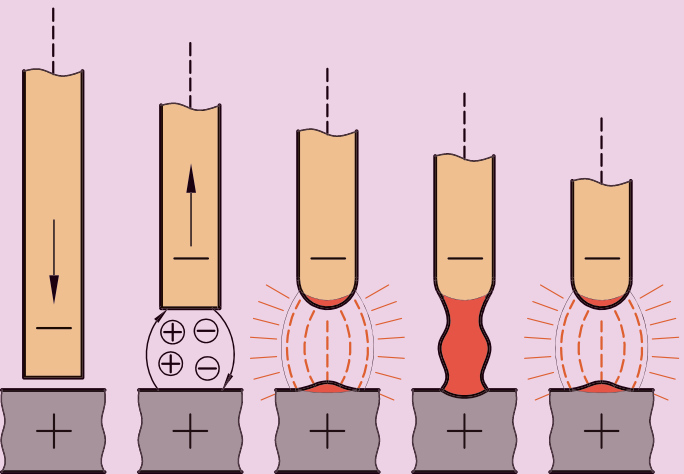
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ روش درست شروع مجدد قوس را به‌کار بندد.

ـ روش‌های قطع قوس را بیان کند.

ـ خط جوش را تا انتها با روش‌های صحیح انجام دهد.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به شروع قوس الکتریکی و جوشکاری را در حین انجام کار رعایت کند.



۱ـ۶ آغاز مجدد جوشکاری

در بسیاری از مواقع در هنگام جوشکاری الکترود تمام می‌شود و یا ممکن است به هر علتی قوس قطع شود. به‌همین دلیل باید روش درست آغاز مجدد جوشکاری را فراگرفت تا کار جوشکاری دوباره به خوبی آغاز گردد و گرده‌جوش مناسب با استحکام کافی به‌دست آید. برای شروع مجدد قوس باید نخست اطراف حوضچه مذاب را از گل‌جوش و سرباره 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 (گرده‌جوش)، حرکت نوسانی الکترود به سمت حفره مذاب را شروع می‌کنیم و خط جوش را در جهت جوشکاری، ادامه می‌دهیم (شکل ۱ـ۶).

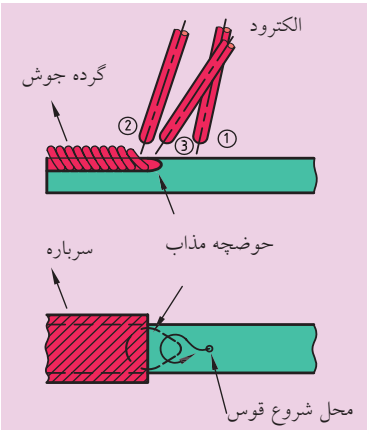
زمانی‌که قوس در جلوی حفره جوش ایجاد شد و الکترود به سمت عقب حفره هدایت گردید، با ادامه جوشکاری نشانه‌های ایجاد قوس از بین می‌رود (شکل ۲ـ۶).

۴ـ۶ پایان خط جوش و قطع قوس

پایان دادن به خط جوش از اهمیت بالایی برخوردار است. اگر جوشکار نتواند خط جوش را به‌صورت مناسبی تمام کند، یک گودی در انتهای خط جوش ایجاد می‌شود که محل تجمع آلودگی‌ها و سرباره خواهد بود و باعث ایجاد ترک یا سوراخ در گرده‌جوش می‌گردد (شکل ۳ـ۶).

الکترود ذوب شود و به انتها رسیده باشد، لازم است که قوس را با دقت قطع کرد. چنانچه در پایان، خط جوش الکترود را به‌تدریج به‌روی 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 ۴ـ۶)

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.

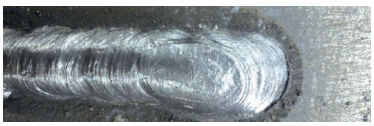


شکل ۱ـ۶

(a) شروع مجدد ناقص

(b) شروع مجدد صحیح

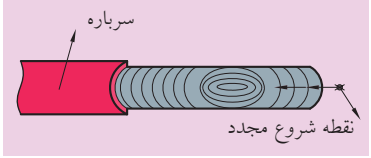
شکل ۲ـ۶


(a) قطع قوس صحیح

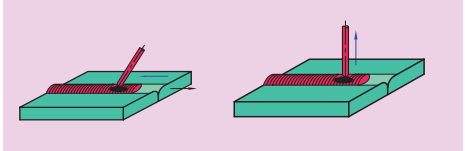
(b) قطع قوس صحیح

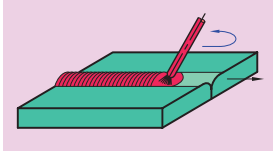
(c) قطع قوس ناقص

شکل ۳ـ۶



شکل ۴ـ۶


روش دوم


روش اول

شکل ۵ـ۶

دستور کار

قطع قوس و شروع مجدد قوس در جوشکاری قوس الکتریکی

(۱۸۰ دقیقه)

۱. یک قطعه فولادی به ضخامت ۵ تا ۱۰ میلی‌متر و با ابعاد ۵۰ × ۱۵۰ میلی‌متر آماده سازید و سطح آن‌را به کمک برس سیمی یا سنباده تمیز کنید (شکل ۶ـ۶).

۲. برای مشخص بودن مسیر خط جوش، به کمک سنبه نشان یا سنگ صابون، خط مستقیمی ایجاد کنید (شکل ۶ـ۷).

۳. با رعایت اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری، دستگاه را در حالت قطب مستقیم [− =] قرار دهید. برای ایجاد خط جوش از الکترود E6013 استفاده کنید و آمپر را روی ۱۲۰ تنظیم کنید. (شکل‌های ۶ـ۸ و ۶ـ۹)

شکل ۶ـ۹

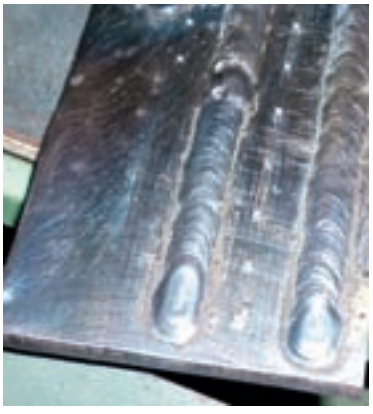
شکل ۶ـ۸

۴. خط جوشی به اندازه ۵ cm ایجاد کرده و برای قطع قوس آماده شوید. دقت شود که قطع قوس به‌درستی اجرا گردد تا در هنگام شروع مجدد قوس، مشکل و عیبی به‌وجود نیاید. قطع قوس را با هر دو روش انجام دهید(شکل ۶ـ۱۰).

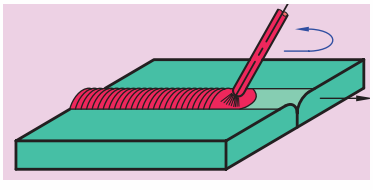
۵. در روش اول، در پایان خط جوش و در محل حوضچه مذاب، الکترود را به‌صورت نیم‌دایره حرکت داده و با کمی مکث، الکترود را از کار جدا سازید (شکل ۶ـ۱۱).

شکل ۶ـ۶

شکل ۶ـ۷



شکل ۶ـ۱۰



شکل ۶ـ۱۱

نکته

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

در صورتی‌که در محل قطع قوس، حفره ایجاد شده باشد، قطع قوس به‌صورت صحیح انجام نگرفته اســت. در این‌صورت خط جوش‌هایی ایجاد کرده و قطع قوس با این روش را تمرین کنید.

۶. برای قطع قوس در روش دوم، الکترود را به اندازه ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر بر روی گرده‌جوش برگردانید. برگردان الکترود 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 گرده‌جوش شــکل مناســبی دارد و به حفظ شکل گرده جوش در هنگام شروع مجدد قوس، کمک خواهد کرد (شکل ۱۲ـ۶).

۸. برای شروع مجدد قوس الکتریکی، نخست محل شروع قوس را پاک کنید.

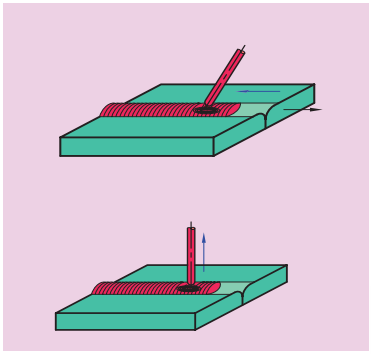
برای این‌کار می‌توانید به کمک چکش شلاکه‌زن و برس سیمی، ۲۵ میلی‌متر از انتهای گرده‌جوش را از سرباره پاک کنید.

۹. حــدود ۱۰ میلی‌متر جلوتر از گرده‌جوش، قوس را شــروع کرده و به بالای حوضچه مذاب حرکت کنید. ســپس دوباره مســیر خط جــوش را ادامه دهید (شکل ۱۴ـ۶ و شکل۱۵ـ۶).

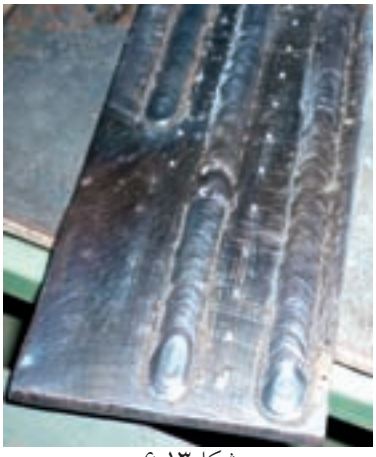
۱۰. در صورتی‌کــه الکترود به انتها رســید، نــکات لازم در مورد قطع قوس را به‌کار بندید.

۱۱. قطعه را به هنرآموز محترم خود نشان داده و اصلاحات لازم را انجام دهید (شکل۱۶ـ۶).

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

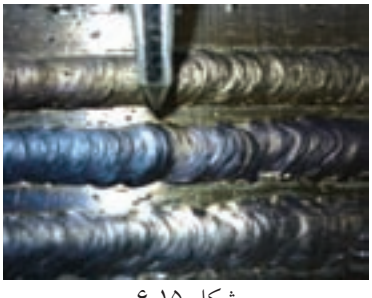


شکل۱۲ـ۶

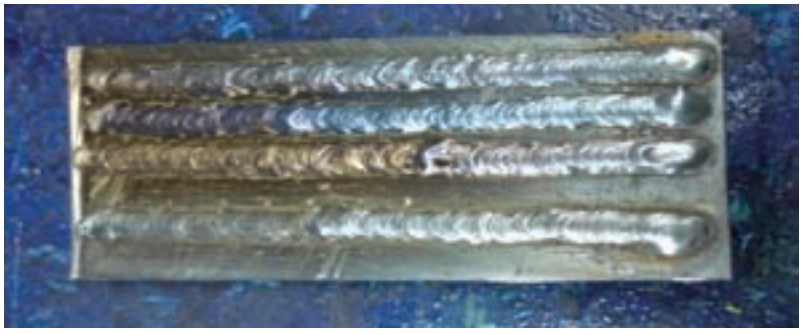


شکل۱۳ـ۶

شکل۱۴ـ۶



شکل ۱۵ـ۶



شکل ۱۶ـ۶

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 به‌وجود می‌آید را شرح دهید.
۴. روش‌های درست قطع قوس و پایان خط جوش را بیان کنید.
۵. چگونه می‌توان روی گرده‌جوش موجود، دوباره قوس ایجاد کرد؟

فصل هفتم

شناسایی الکترودها و کاربرد آن‌ها

◄ هدف‌های رفتاری

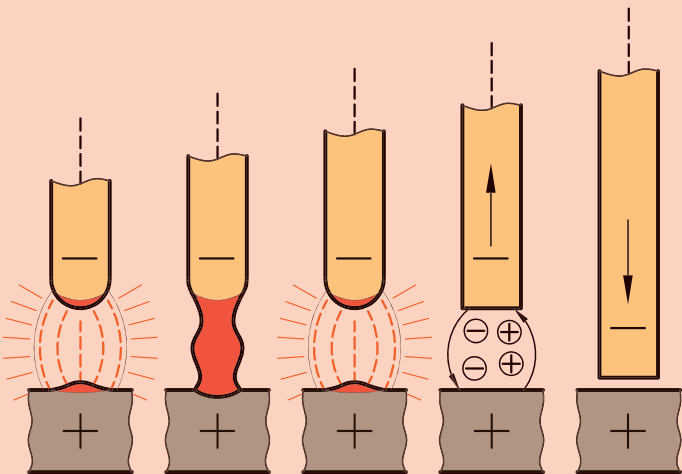
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ انواع الکترودها را شناخته و کدهای استاندارد آن‌ها را مشخص کند.

ـ طبقه‌بندی الکترودها را از نظر جنس و روکش بنویسد.

ـ موارد کاربرد هر یک از انواع الکترودها را نام ببرد.

ـ روش‌های نگه‌داری الکترودها را شرح دهد.



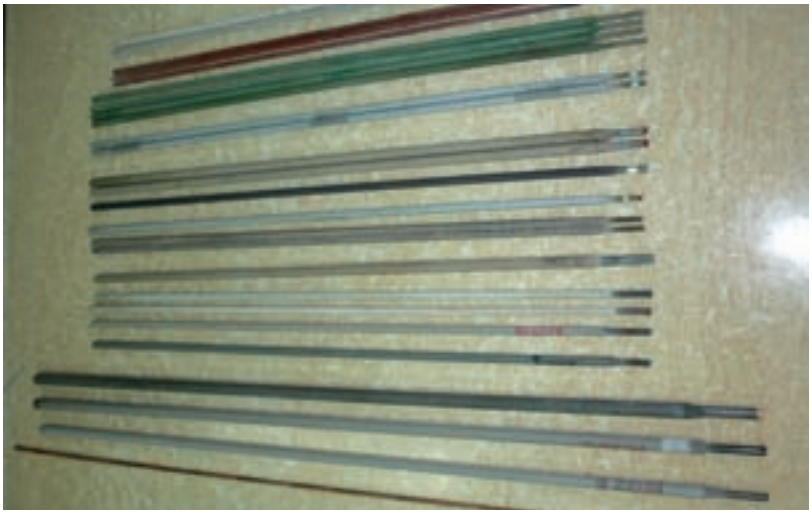
مقدمه

الکترود به‌معنای 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. الکترود به‌عنوان ماده اولیه و اصلی جوشکاری قوس الکتریکی به‌صورت روکش‌دار یا بدون روکش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱ـ۷ انواع الکترودها

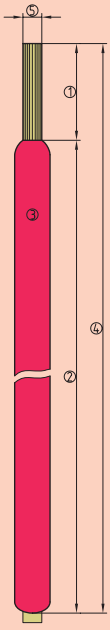
الکترودها در حالت کلی به دو دسته ذوبی و غیر ذوبی تقسیم می‌شوند. الکترودهای غیر ذوبی در پروسه‌هایی همچون جوشکاری آرگون (TIG) به‌کار می‌روند که فقط وظیفه برقراری قوس را داشته و مفتول پرکننده به‌طور جداگانه به محل جوشکاری تغذیه می‌شود و حوضچه مذاب توسط گاز محافظ، محافظت می‌شود (شکل ۱ـ۷).

الکترودهای ذوبی که کاربرد گسترده و عمومی‌تری دارند در پروسه‌هایی همچون جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار (SMAW) به‌کار می‌روند. این نوع الکترودها شامل یک مغزی فلزی بوده که روی آن‌را لایه‌ای با ترکیبات ویژه پوشانده است. در انتهای هر الکترود یک بخش بدون روکش وجود دارد که برای گرفتن الکترود توسط انبر جوشکاری در نظر گرفته شده است (شکل ۲ـ۷ و ۳ـ۷).



شکل ۱ـ۷

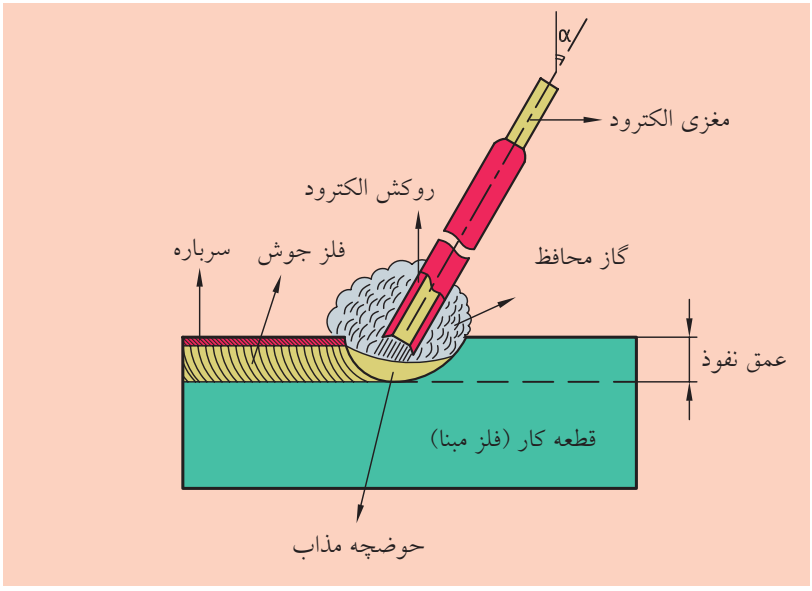
شکل ۲ـ۷



شکل ۳ـ۷

۲ـ۷ ساختمان الکترودهای ذوبی روپوش‌دار

۱. مغزی الکترود؛ میله‌ای فلزی است که در سرتاسر الکترود ادامه دارد و در هنگام ذوب با لبه‌های قطعه‌کار حوضچه مذاب را تشکیل داده و اتصال را ایجاد می‌کنند. قسمت زیادی از فلز جوش توسط مغزی الکترود تأمین می‌شود، بنابراین مواد موجود در مغزی الکترودها باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که با ترکیبات موجود در فلز مبنا سازگار باشند (شکل ۴ـ۷).



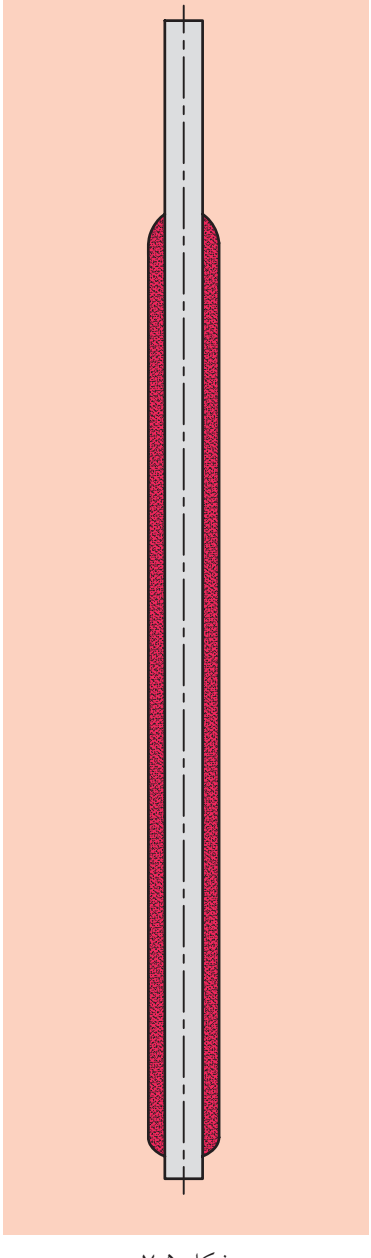
شکل ۴ـ۷

۲. روکش الکترودها؛ 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 (به‌جز قسمت انتهایی) و در هنگام ذوب میله الکترود، ذوب شده و بر خواص جوش تأثیر بسزایی دارد (شکل ۵ـ۷).

مهم‌ترین وظایف روکش الکترودها عبارت‌اند از:

ـ جلوگیری از اکسید شدن جوش از طریق ایجاد دود و گازهای محافظ در اطراف منطقه مذاب

ـ تشکیل سرباره بر روی جوش به‌منظور جلوگیری از سرد شدن سریع مذاب. در غیر این‌صورت مذاب به‌سرعت سرد شده و جوش شکننده می‌شود.



شکل ۵ـ۷

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

ـ عناصـر موجود در روکش الکتـرود بر روی فرم و ظاهر گرده جوش (از نظر برجستگی و فرورفتگی) تأثیر می‌گذارند (شکل ۶ـ۷ و ۷ـ۷).

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

در استاندارد جوش امریکا (AWS)، کدهای الکترود به‌صورت حروف و اعداد تعریف می‌شـوند. همچنیـن الکترودها به‌صورت کدهای رنگی نیز مشـخص می‌شوند.

در اسـتاندارد الکترودها (ASME) آن‌ها با یک حرف و چهار رقم (یا پنج رقم) مشخص می‌شوند (شکل۸ـ۷).

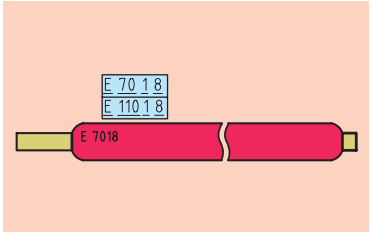
ـ حرف اول «E» نشانه الکترود در جوشکاری قوس الکتریکی است.

ـ دو عدد بعد در کدهای چهاررقمی (یا سـه عدد در کدهای پنج رقمی) نشـانه استحکام کششی فلز جوش برحسب کیلوپوند بر اینچ مربع است.

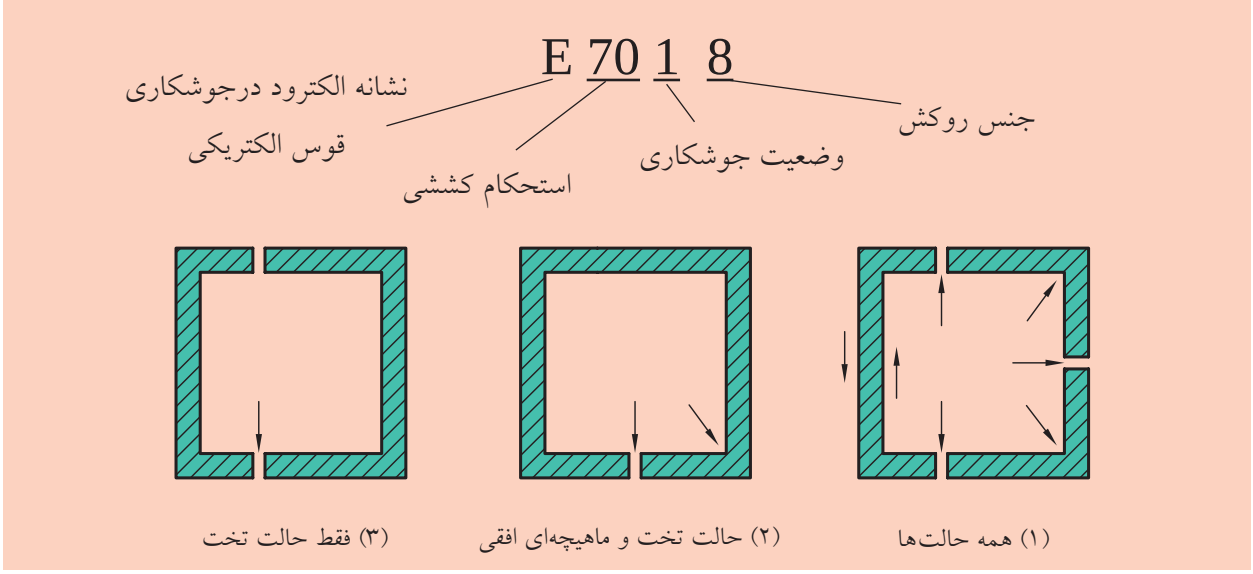
ـ رقم دوم از سـمت راسـت بیانگر وضعیت قابل جوشکاری با الکترود است. عدد ۱ برای جوشـکاری در تمام حالت‌ها، عدد ۲ برای جوشـکاری در حالت سـطحی و یا جـوش ماهیچه‌ای در حالت افقی و عدد ۳ برای جوشـکاری در حالت تخت به‌کار می‌رود (شکل۹ـ۷).

شکل ۶ـ۷

شکل ۷ـ۷



شکل ۸ـ۷



شکل ۹ـ۷

ـ رقـم اول از سـمت راسـت بیانگر نوع روکـش الکترود و نـوع جریان برق قابل اسـتفاده برای آن اسـت. این رقم می‌تواند بین ۰ تا ۸ باشـد. جدول ۱ـ۷ ویژگی‌های الکترودهای موجود را نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ۷

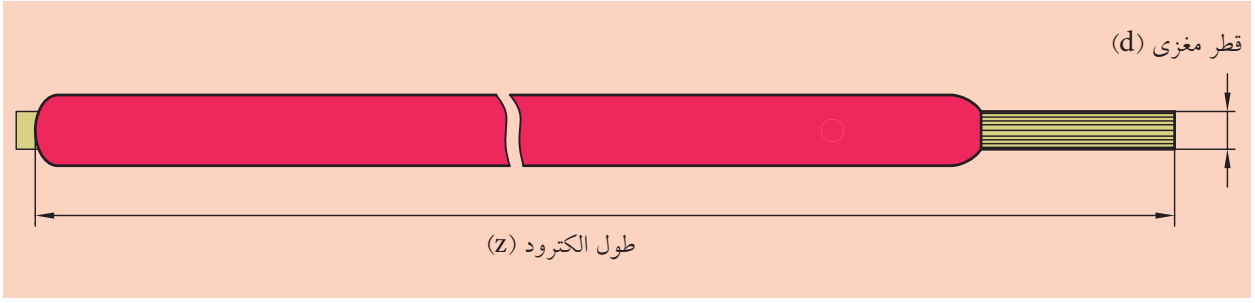
رقم آخر	نوع روکش	نوع جریان
۰	سلولزی	DCRP
۱	سلولزی	AC و DCRP
۲	روتایلی	AC و DCRP
۳	روتایلی	AC و DCSP و DCRP
۴	روتایلی با پودر آهن ۳۰ ٪	AC و DCSP و DCRP
۵	قلیایی	DCRP
۶	قلیایی	AC و DCRP
۷	اسیدی با پودر آهن ۵۰ ٪	AC و DCSP و DCRP
۸	قلیایی با پودر آهن ۲۵ ٪	AC و DCSP و DCRP
۲۰	اکسیدی	AC و DCSP و DCRP

۴. طول و قطر الکترود؛ طول میله الکترودها به‌صورت اسـتاندارد و متناسـب با قطر آن‌ها دسـته‌بندی شده اسـت. جدول ۲ـ۷، اندازه الکترودها را بر اساس استاندارد AWS نمایش می‌دهد.

شکل ۱۰ـ۷

جدول ۲ـ۷

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



شکل ۱۱ـ۷

۳ـ۷ جنس روکش الکترودها

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

شکل ۱۲ـ۷

◄ 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 به‌راحتی از روی کار کنده می‌شود. به‌دلیل وجود هیدروژن در ترکیبات روکش، حرارت بالایی ایجاد شده و عمق نفوذ جوش افزایش می‌یابد.

◄ الکترودهای روتایلی

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

◄ الکترودهای قلیایی

این نوع الکترود به‌علت کم بودن میزان هیدروژن، بهترین نوع الکترود 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، به‌همین دلیل در کارهای معمولی که به استحکام بالایی نیاز ندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. ظاهر جوش آن در جوش‌های گوشه یک‌پاسه مناسب است.

شکل ۱۳ـ۷

◄ الکترودهای اسیدی

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

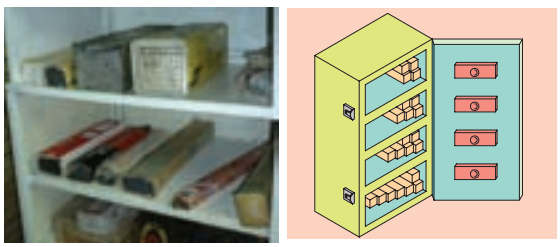
سرباره جوشکاری با این الکترود پرحجم بوده و به‌راحتی از روی کار جدا می‌شود. منگنز ویسکوزیته سرباره را کاهش داده و در شکل ظاهری جوش مؤثر است. جدول ۳ـ۷ نمونه‌هایی از الکترودها و موارد کاربرد آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۳ـ۷

الکترود (ASME)	نوع الکترود	ویژگی‌ها و موارد کاربرد
E6010 E6011	سلولزی	جوشکاری پاس اول ریشه، با نفوذ ریشه‌ها
E6013	روتایلی	جوشکاری فولادهای ساختمانی و ورق‌ها در تمام حالت‌ها
E7016	قلیایی	جوشکاری فولادهای پرکربن و روکش مقاوم
E7018	قلیایی	جوشکاری مخازن تحت فشار و فولاد پرکربن
E7020	اکسیدی	گرده‌جوش‌های مناسب در جوشکاری‌های تخت و افقی درز گوشه و لب به لب
E6027	اکسیدی	حاوی ۵۰٪ پودر آهن با نرخ رسوب بالا ـ جهت جوشکاری درز لب به لب

۴ـ۷ نگه‌داری از الکترودها

الکترودها معمولاً جاذب رطوبت هستند و در چنین شرایطی از خواص و کیفیت آن‌ها کاسته می‌شود. به‌طور معمول الکترودها را در بسته‌بندی‌های عایق یا بسته‌های فلزی و پلاستیکی به بازار عرضه می‌کنند. الکترودهای روکش‌دار همچنین باید در مقابل ضربه و فشار و همچنین چرب شدن روکش، محافظت شوند (شکل ۱۴ـ۷).



شکل ۱۴ـ۷

شکل ۱۵ـ۷

گرم‌کن‌های الکترود

گرم‌کن‌ها (کوره) برای خشک کردن و آماده سازی الکترودها پیش از جوشکاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. گرم‌کن می‌تواند به‌صورت دستی و همراه هر جوشکاری باشد که حداکثر ظرفیت آن‌ها یک بسته الکترود است (شکل ۱۵ـ۷). در کارگاه‌ها با حجم مصرف الکترود بالا از گرم‌کن‌های بزرگ‌تر استفاده می‌شود (شکل ۱۶ـ۷).

شکل ۱۶ـ۷

دستور کار

(۱۸۰ دقیقه)

شناسایی و خواندن الکترودها و ایجاد خط جوش با انواع الکترودها

۱. از انواع الکترودهای موجود در کارگاه یک نمونه را انتخاب کنید (شکل ۱۷ـ۷).

۲. نوع کدگذاری آن‌را تعیین کنید. کدها ممکن است به‌صورت رنگی یا بر اساس استانداردهای مختلفی باشند. بیشتر الکترودها دارای کدهای AWS هستند (شکل ۱۸ـ۷).

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

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

۵. برای تشخیص رطوبت در الکترودها می‌توان از طریق وزن کردن یا حرکت دادن چند الکترود در کف دست و صدای ایجاد شده در آن‌ها، عمل کرد (شکل ۱۹ـ۷).

۶. الکترودهای مرطوب را در گرم‌کن قرار داده و دمای آن‌را بر اساس اطلاعات روی پاکت الکترود تنظیم کنید. دمای خشک کردن از ۱۵۰°C درجه تا ۲۵۰°C متغیر است.

۷. پس از مدت زمان معین الکترودها را از گرم‌کن خارج کنید (شکل ۲۰ـ۷).کم یا زیاد بودن زمان خشک کردن باعث خراب شدن الکترودها می‌شود.

۸. اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری را رعایت کنید و سپس گرده‌جوش‌ها و خط جوش‌هایی را با هر یک از الکترودها ایجاد کنید (شکل ۲۱ـ۷).

۹. سرباره جوش‌ها 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 ۱۷ـ۷

شکل ۱۸ـ۷

شکل ۱۹ـ۷

شکل ۲۰ـ۷

شکل ۲۱ـ۷

ارزشیابی پایانی

۱. وظیفه روکش الکترودها چیست؟

۲. مزایای جوشکاری با الکترود سلولزی را بنویسید.

۳. موارد کاربرد الکترودهای قلیایی را بیان کنید.

۴. الکترودهای E-6011، E-6013، E-7018 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 لب‌به‌لب در حالت سطحی

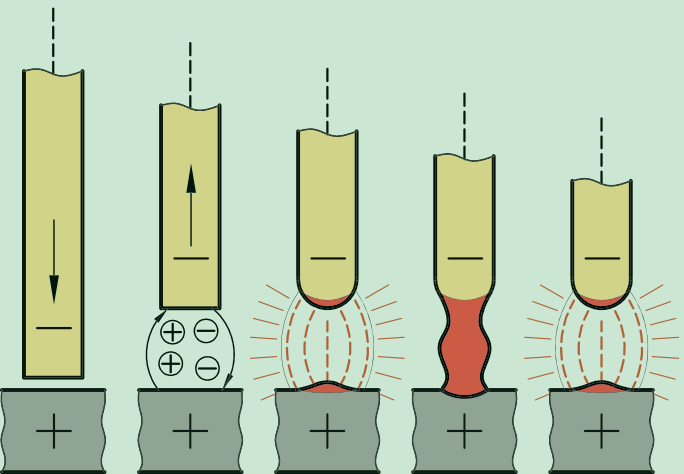
هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ اصول جوشکاری لب‌به‌لب قطعات فولادی را بیان کند.

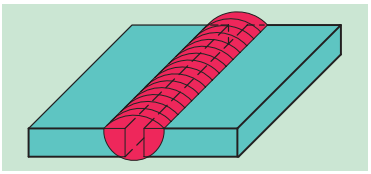
ـ دو قطعه کار را به‌صورت لب‌به‌لب جوشکاری کند.

ـ اصول ایمنی و حفاظتی مربوط به شروع جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار رعایت کند.



۸ـ۱ تعریف

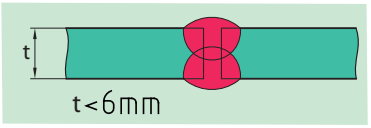
جوش لب‌به‌لب جوشی است که بین دو قطعه‌کار کنار هم، به‌صورت لب‌به‌لب (سربه‌سر) قرار گرفته‌اند، ایجاد می‌شود. جوشکاری لب‌به‌لب قطعات براساس ضخامت قطعه‌کار و با روش‌های گوناگونی اجرا می‌شود (شکل ۸ـ۱). در صورتی‌که ضخامت قطعات بیش از ۶ mm باشد، به پخ‌زنی لبه قطعات در محل اتصال نیاز است (شکل ۸ـ۲).



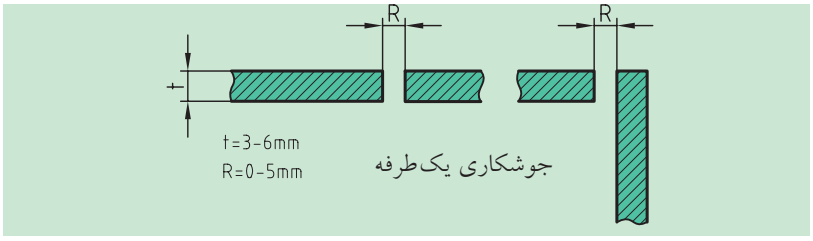
شکل ۸ـ۱

در صورتی‌که ضخامت قطعات کم‌تر از ۶ mm باشد، جوشکاری قطعات بدون پخ‌زنی صورت می‌گیرد (شکل ۸ـ۳). به‌منظور تشکیل گرده‌جوش 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 لب به لب را نشان می‌دهد. (شکل ۸ـ۴ و ۸ـ۵)

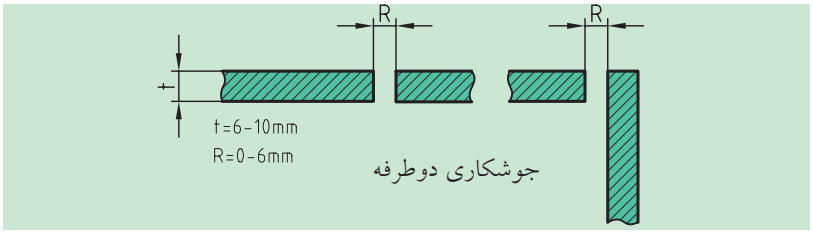
شکل ۸ـ۲



شکل ۸ـ۳



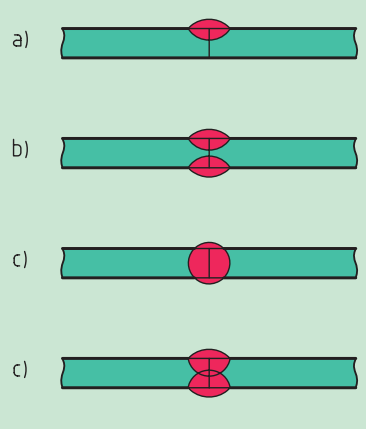
شکل ۸ـ۴



شکل ۸ـ۵

۸ـ۲ جوشکاری لب‌به‌لب با ریشه بسته

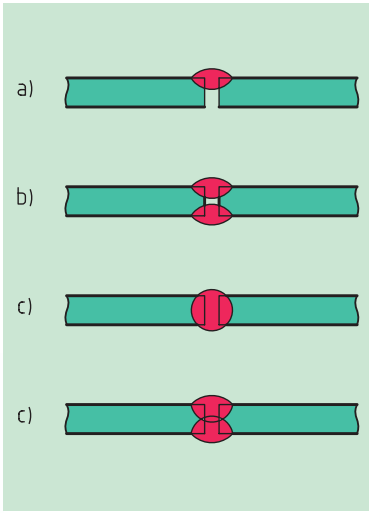
آماده‌سازی قطعات برای جوشکاری در این حالت بسیار آسان و ارزان خواهد بود و کافی است که قطعات را در کنار هم قرار دهید. در جوشکاری با ریشه بسته باید نفوذ به‌صورت کامل صورت گیرد. در جوشکاری یک‌طرفه، حداکثر نفوذ ۵ mm است، بنابراین برای قطعات ضخیم‌تر باید جوشکاری از هر دو طرف صورت گیرد (شکل ۸ـ۶).



شکل ۸ـ۶

۸ـ۳ جوشکاری لب‌به‌لب با ریشه باز

در این حالت برای حصول اطمینان از نفوذ کامل جوش، قطعات را از هم فاصله داده و بعد جوشـــکاری می‌کنند. این روش برای جوشـــکاری قطعات ضخیم‌تر استفاده می‌شود (شکل ۸ـ۷).

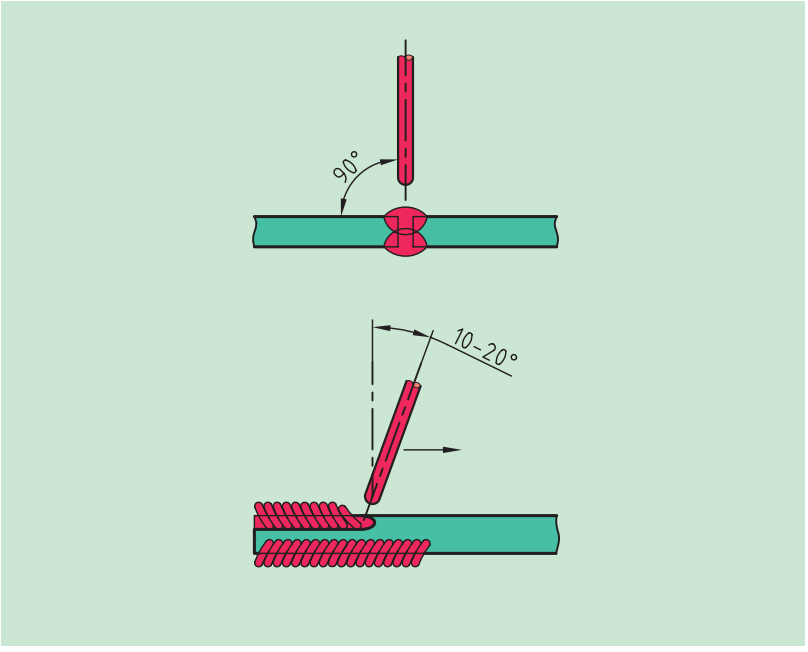


شکل ۸ـ۷

۸ـ۴ عوامل مؤثر در جوشکاری لب‌به‌لب

از آن‌جا که جوشـــکاری قطعات به‌صورت لب‌به‌لب ســـاده و بدون پخ صورت می‌گیرد، لذا میزان نفوذ جوش دارای اهمیت بالایی اســـت. عمق نفوذ جوش به ضخامت قطعات، قطر مغزی الکترود، فاصله بین دو قطعه (ریشـــه) و ســـرعت حرکت الکترود (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 پاشـــش جرقه و نفوذ ســـطحی و ظاهر نامناسب گرده‌جوش می‌شـــود. کاهش طول قوس نیز باعث تماس روکش الکترود با حوضچه مذاب گشته و در نتیجه استحکام جوش کاهش می‌یابد (شکل ۸ـ۸).



شکل ۸ـ۸

نکته

عمق نفـــوذ جوش به ضخامت قطعات، قطر مغـــزی الکترود، فاصلـــه بین دو قطعه (ریشـــه) و ســـرعت حرکـــت الکتـــرود (پیشروی) بستگی دارد.

دستورکار

۱۸۰ دقیقه

جوشکاری قطعات به‌صورت لب به لب در حالت تخت

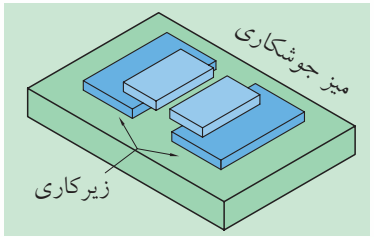
۱. یک قطعه فولادی به ابعاد mm ۱۵۰×۵۰ و با ضخامت mm ۶ را آماده سازید و لبه‌های آن‌ها را در محل اتصال، به‌طور کامل از آلودگی و زنگ‌زدگی پاک کنید. (شکل ۹ـ۸ و ۱۰ـ۸)

شکل ۹ـ۸

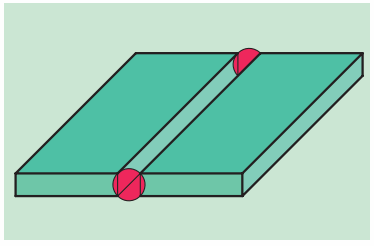
۲. برای اتصال لب‌به‌لب قطعات بهتر است از قطعات فولادی در زیر کار استفاده شود تا جوش آلوده نشده و رویه میز نیز آسیب نبیند. فاصله لبه‌های قطعات را mm ۳ انتخاب کنید و دستگاه را در حالت قطب مستقیم قرار دهید (شکل ۱۱ـ۸).

شکل ۱۰ـ۸

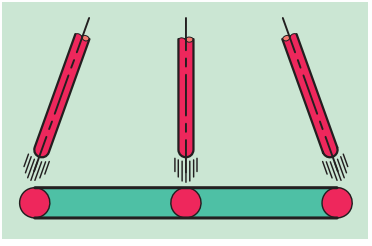
۴. دو قطعه را از هر طرف به هم خال‌جوش بزنید (شکل۱۲ـ۸). درصورتی‌که طول قطعه بزرگ باشد، خال‌جوش‌ها از وسط شروع شده و به‌سمت لبه قطعه کار خال جوش بزنید. (شکل ۱۳ـ۸) "معمولاً فاصله بین هر دو خال‌جوش mm ۱۵۰ درنظر گرفته می‌شود."



شکل ۱۱ـ۸



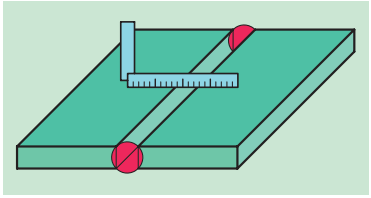
شکل ۱۲ـ۸



شکل ۱۳ـ۸

شکل ۱۴ـ۸

۵. بعد از خال‌جوش زدن و برداشتن شلاکه از روی خال جوش ها، سطح قطعات را توسط گونیا کنترل کرده تا قطعات هم‌راستا شده و به‌صورت صحیح جوشکاری شوند (شکل ۱۵ـ۸).



شکل ۱۵ـ۸

۶. آمپر دستگاه را روی ۱۱۰ تنظیم کنید و از الکترود E6013 استفاده کنید. در صورتی‌که الکترود به کار بچسبد، شدت جریان را به‌مقدار ۱۰ آمپر افزایش دهید (شکل ۱۶ـ۸).

۷. خط جوش باید درست در مرکز درز ایجاد شود. پس از کامل شدن خط جوش و پایین آمدن دمای قطعه‌کار، آن‌را با انبر گرفته و در آب سرد قرار دهید. سپس با برس خط جوش را تمیز کنید (شکل ۱۷ـ۸).

شکل ۱۶ـ۸

۸. عمق نفوذ جوش را از پشت قطعه کار بررسی کنید. در صورتی‌که نفوذ کافی باشد باید نشانه‌های فرو چکیدن از حوضچه مذاب و یا تغییررنگ شدید فلز، قابل رؤیت باشد (شکل ۱۸ـ۸).

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.

شکل ۱۷ـ۸

۱۰. قطعه‌کار جوشکاری‌شده را به هنرآموز محترم خود نشان داده و اصلاحات لازم را انجام دهید.

۱۱. در صورتی‌که قطعه‌کار را از هر دو طرف جوشکاری می‌کنید، اطراف خط‌جوش را کاملاً پاک کنید. در این‌حالت می‌توانید آن‌را با آمپر بالاتری جوشکاری کنید.

شکل ۱۸ـ۸

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

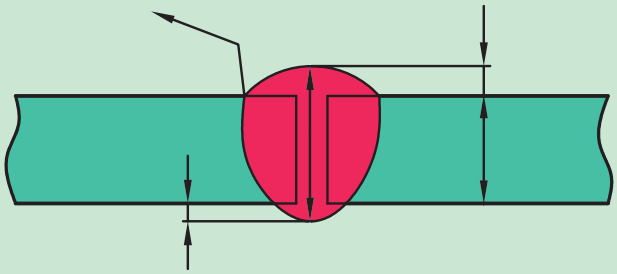
ارزشیابی پایانی

۱. جوشکاری چه قطعاتی به‌صورت لب‌به‌لب و بدون پخ‌زنی انجام می‌شود؟

۲. جوشکاری لب‌به‌لب قطعات بدون پخ به چه صورتی امکان‌پذیر است؟

۳. عمق نفوذ جوش در جوشکاری لب‌به‌لب بدون پخ، به چه عواملی بستگی دارد؟

۴. اصطلاحات مورد استفاده برای توصیف بخش‌های مختلف یک جوش شیاری را نام ببرید.



شکل ۱۹ـ۸

۵. روش خال‌جوش زدن قطعات برای جوش لب‌به‌لب چگونه است؟

فصل نهم

جوشکاری درزجناغی یک‌طرفه در حالت سطحی

◄ هدف‌های رفتاری

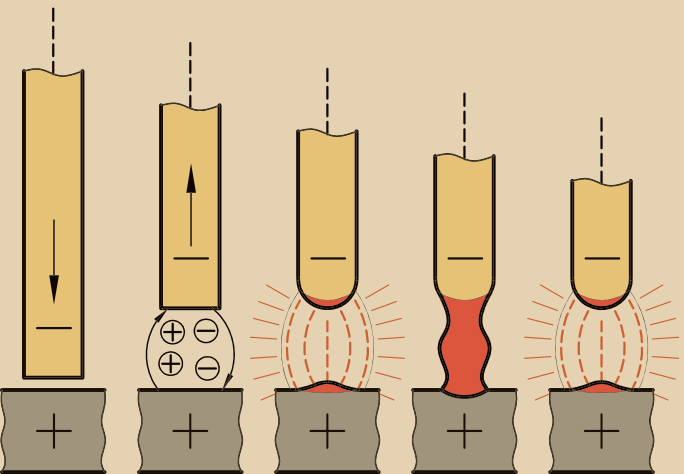
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ لبه قطعات را به‌صورت جناغی آماده‌سازی کند.

ـ اصول جوشکاری را در پاس اول شرح دهد.

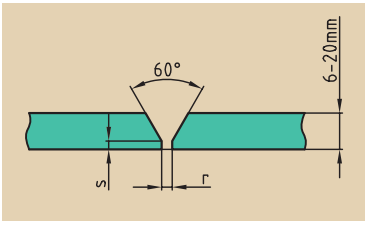
ـ دو قطعه را به‌صورت لب‌به‌لب و در سه پاس جوشکاری کند.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار رعایت کند.



مقدمه

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

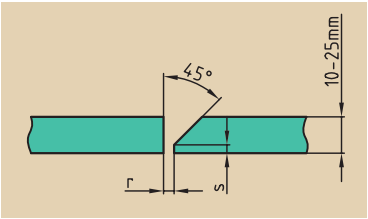


پاشنه جوش (s) فاصله ریشه (r)

شکل ۱ـ۹

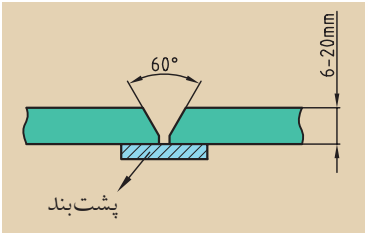
۱ـ۹ درز جناغی (V شکل)

اجرای پخ در لبه اتصال باعث اطمینان از نفوذ کامل جوش گشته و جوش حاصل دارای کیفیت و استحکام کافی خواهد بود. (شکل های ۱ـ۹ و ۲ـ۹) درز جناغی (V شکل) ممکن است به‌صورت یک‌طرفه یا دوطرفه صورت گیرد. آماده‌سازی پخ نیازمند صرف هزینه و زمان بوده و برای پرکردن درزجوش نیز مقدار بیشتری الکترود مصرف می‌شود.

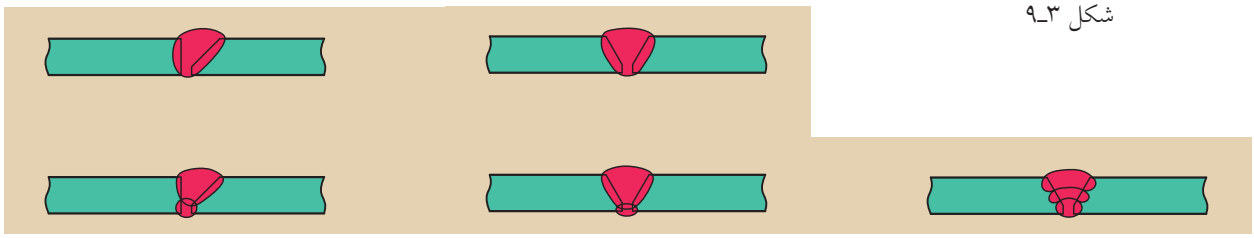


شکل ۲ـ۹

فاصله ریشه را معمولاً ۰/۶ mm انتخاب می‌کنیم و اندازه پاشنه جوش ۰/۳ mm درنظر گرفته می‌شود. درصورتی که به فاصله ریشه بزرگتری نیاز باشد، از پشت‌بند استفاده می‌شود و در پایان جوشکاری پشت‌بند به کمک سنگ‌زنی برداشته می‌شود. (شکل ۳ـ۹)



شکل ۳ـ۹



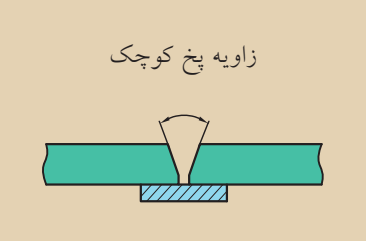
شکل ۴ـ۹

در صورت لزوم، جوشکاری در هر دوطرف انجام می‌شود.

برای پرکردن درزجوش جناغی قطعات ضخیم، معمولاً جوشکاری در سه پاس انجام می‌شود. پاس اول به‌عنوان پاس ریشه بوده که نفوذ کامل را به‌وجود می‌آورد. پاس دوم به‌عنوان پاس گرم (پاس پرکن) و پاس سوم برای نمای خط جوش تمیز صورت می‌گیرد و به‌نام پاس نما شناخته می‌شود (شکل ۴ـ۹).

در صورتی‌که زاویه پخ، کوچک درنظر گرفته شود، امکان استفاده از الکترودهای با قطر بالا وجود ندارد، بنابراین تعداد پاس‌های جوشکاری و درنتیجه زمان جوشکاری افزایش می‌یابد.

به‌منظور استفاده از الکترودهای با قطر بیشتر می‌توان فاصله ریشه را بیشتر درنظر گرفت و در طرف دیگر درزجوش از پشت‌بند استفاده کرد (شکل ۵ـ۹).



شکل ۵ـ۹

دستورکار

(۱۸۰ دقیقه)

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

۱. دو قطعه‌کار به ضخامت ۸ یا ۱۰ میلی‌متر و با ابعاد ۵۰×۱۵۰ mm آماده کنید و سطح آن‌ها را به کمک برس سیمی، از آلودگی و زنگ‌زدگی پاک کنید (شکل ۶ـ۹).

شکل ۶ـ۹

۲. یکی از قطعات را محکم به گیره بسته و توسط دستگاه سنگ سنباده دستی، یک پخ ۳۰ درجه‌ای را برروی لبه اتصال ایجاد کنید. در هنگام سنگ‌زنی توجه داشته باشید که حدود ۲ mm به‌عنوان پاشنه جوش سالم بماند (شکل ۷ـ۹).

شکل ۷ـ۹

۳. در هنگام سنگ‌زنی 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 به‌وجود آید (شکل ۸ـ۹).

شکل ۸ـ۹

۵. قطعه دوم را نیز به‌همین ترتیب آماده‌سازی و پخ‌زنی کنید. در صورت وجود پلیسه در لبه قطعات، پلیسه را با سوهان بگیرید (شکل‌های ۹ـ۹ و ۱۰ـ۹).

شکل ۹ـ۹

شکل ۱۰ـ۹

۶. وسایل ایمنی لازم برای جوشکاری را به‌کار گیرید و دستگاه را روشن کرده و آمپر آن‌را روی ۱۱۰ تنظیم کنید. سپس اتصال دستگاه را در حالت قطب مستقیم قرار دهید (شکل ۱۱ـ۹).

شکل ۱۱ـ۹

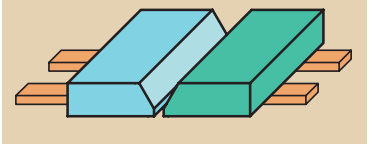
۷. دو لبه قطعه‌کار را به فاصله ۳ mm از یکدیگر قرار داده و آن‌ها را از پشت به‌هم خال‌جوش بزنید. انتهای خال‌جوش‌ها را برای از بین بردن گل جوش سنگ بزنید (شکل ۱۲ـ۹).

۸. برای جلوگیری از قرار گرفتن قطعه روی میز کار و احتمال چسبیدن قطعه کار به میز، از زیرکاری استفاده کنید (شکل ۱۳ـ۹).

شکل ۱۲ـ۹

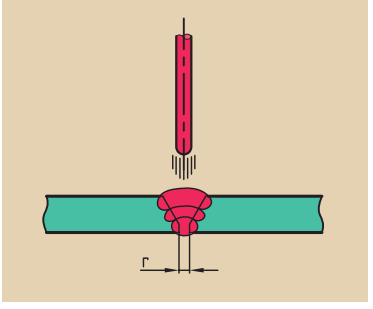
۹. در تمامی مراحل جوشکاری، زاویه الکترود نسبت به سطح قطعات ۹۰° و در جهت پیشروی نسبت به خط قائم زاویه ۲۰°ـ۱۰° است (شکل‌های ۱۴ـ۹ و ۱۵ـ۹).

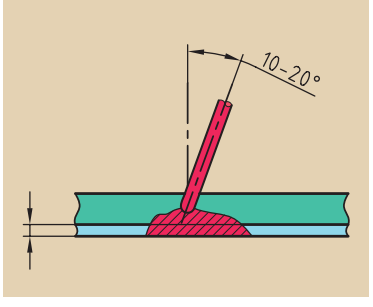
۱۰. پاس اول (پاس ریشه) را جوشکاری کنید. طول قوس را تا حد امکان کوتاه و ثابت نگه‌دارید. سعی کنید سطح جوش به‌صورت مسطح باشد. در صورت محدب بودن سطح جوش، باید آن‌را با سنگ‌زنی، تخت کنید (شکل‌های ۱۶ـ۹ و ۱۷ـ۹).


شکل ۱۳ـ۹ جلوگیری از چسباندن قطعات به میز کار

نکته

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

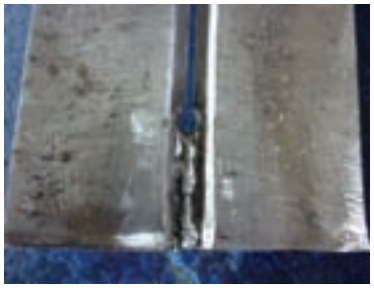

شکل ۱۴ـ۹



شکل ۱۵ـ۹

شکل ۱۶ـ۹

۱۱. برای اجرای پاس دوم جوشکاری نخست گل‌جوش پاس اول را کاملاً تمیز کنید و سپس به جوشکاری بپردازید. از الکترود E6013 استفاده کنید. نوسان الکترود از یک سطح پخ به سطح دیگر انجام شده و در کناره‌های جوش کمی توقف کنید تا از سوختگی کناره‌ها جلوگیری شود (شکل‌های ۱۷ـ۹ و ۱۸ـ۹).



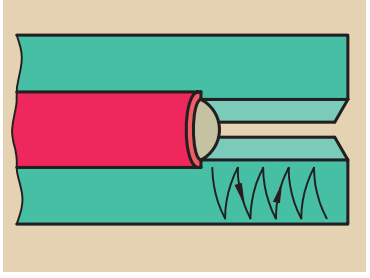
شکل ۱۷ـ۹

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 الکترودی با قطر ۴ mm جوشکاری کرد (شکل ۲۰ـ۹).

شکل ۱۸ـ۹

۱۳. سرباره‌ها را به‌طور کامل پاک کرده و جوش را بررسی کنید. گرده‌جوش باید کمی برجسته بوده و کناره‌ها عاری از سررفتگی یا بریدگی باشد. همچنین باید پشت درزجوش نیز کمی برجستگی وجود داشته باشد (شکل ۲۱ـ۹).

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



شکل ۱۹ـ۹

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

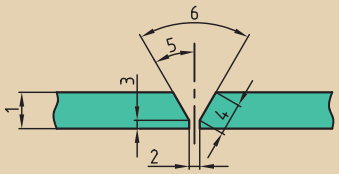
شکل ۲۰ـ۹

شکل ۲۱ـ۹

ارزشیابی پایانی

۱. در چه مواردی لبه قطعات در محل اتصال، پخ زده می‌شود؟

۲. اصطلاحات مورد استفاده در درزجناغی پخ Vشکل را نام ببرید.



۳. درز جناغی دوطرفه برای چه ضخامت‌هایی به‌کار می‌رود؟

۴. حالت‌های مختلف اتصال قطعات به‌صورت لب‌به‌لب با پخ Vشکل را با رسم شکل نشان دهید.

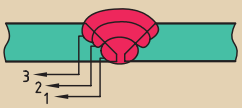
۵. تأثیر زاویه پخ بر جوش چیست؟

۶. مزیت درز لاله‌ای نسبت به درزجناغی چیست؟

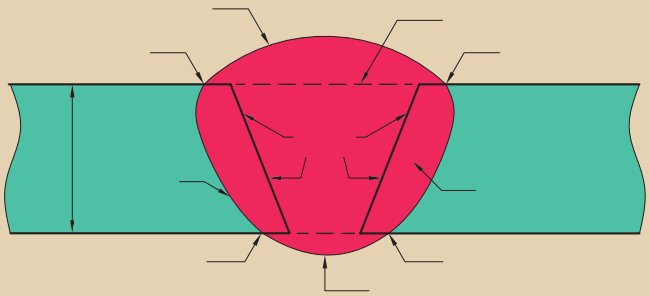
درز لاله‌ای

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 درزگلویی (اتصال سپری)

در سه پاس در وضعیت تخت

◄ هدف‌های رفتاری

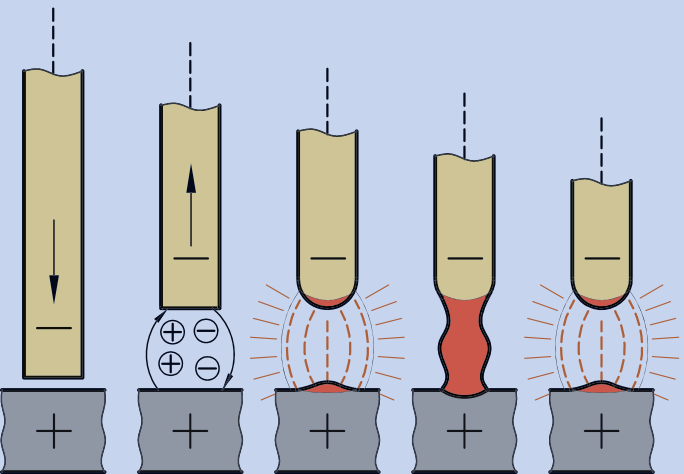
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ جوشکاری سپری را شرح دهد.

ـ نحوه خال‌جوش‌زنی برای اتصال سپری، را انجام دهد.

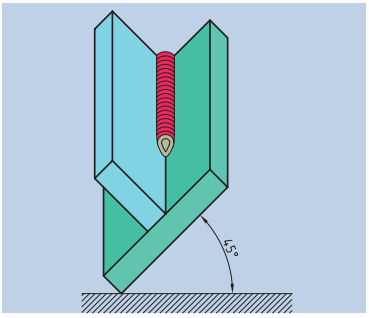
ـ دو قطعه را به‌صورت سپری در حالت تخت جوشکاری کند.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حالت جوشکاری سپری رعایت کند.



مقدمه

یکی از انواع اتصال پرکاربرد در صنعت، جوشکاری قطعات به‌صورت T شکل (سپری) است. در این نوع جوشکاری، اتصال براساس ضخامت قطعات، به‌صورت پخ‌دار یا بدون پخ اجرا می‌گردد شکل(۱ـ۱۰).



شکل ۱ـ۱۰

۱ـ۱۰ پخ‌زنی قطعات در اتصال سپری

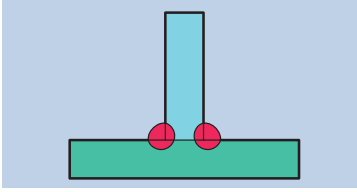
ورق‌های معمولی تا ضخامت ۱۲ mm را می‌توان بدون پخ جوشکاری کرد. جهت افزایش استحکام، جوش را در دو طرف ورق انجام می‌دهند (شکل ۲ـ۱۰).

ورق‌های با ضخامت ۱۵ـ۹ میلی‌متر را می‌توان با پخ یک‌طرفه انجام داد. در این‌صورت برای پر کردن محل اتصال ممکن است از یک یا دو پاس جوشکاری استفاده شود (شکل ۳ـ۱۰). برای جوشکاری ورق‌هایی با ضخامت بالای ۲۵ میلی‌متر از انواع پخ‌ها و به‌صورت دوطرفه استفاده می‌شود (شکل ۴ـ۱۰).

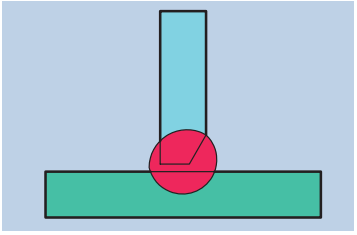
در صورتی‌که اتصال سپری به‌صورت درست اجرا شود، مطمئن‌ترین و قابل اعتمادترین نوع جوش خواهد بود.

در اجرای پاس اول جوشکاری، زاویه الکترود نسبت به سطح قطعات ۴۵ درجه و در جهت حرکت الکترود زاویه ۲۰°ـ۱۰° نسبت به‌قائم را باید داشته باشد (شکل‌های ۵ـ۱۰ و ۶ـ۱۰).

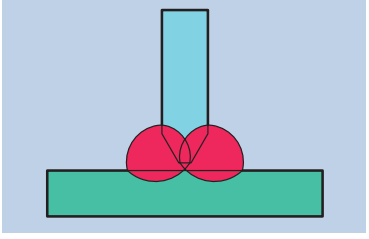
برای انجام پاس‌های دوم و سوم، الکترود حرکت جانبی (نوسانی) انجام داده و در گوشه‌ها اندکی مکث لازم است تا از سوختگی کناره‌جوش جلوگیری شود. دامنه حرکت جانبی الکترود به اندازه گرده‌جوش ایجادشده در پاس قبل است (شکل‌های ۷ـ۱۰ و ۸ـ۱۰).



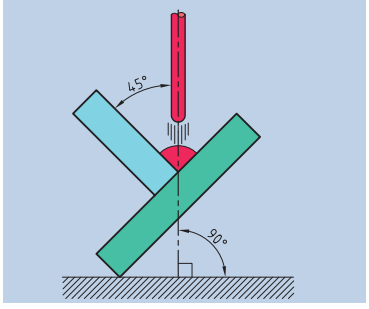
شکل ۲ـ۱۰



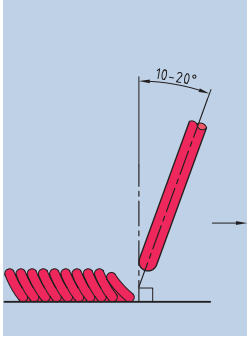
شکل ۳ـ۱۰



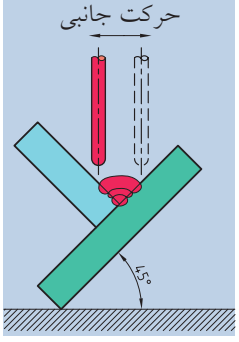
شکل ۴ـ۱۰



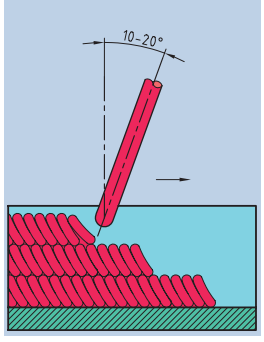
شکل ۵ـ۱۰



شکل ۶ـ۱۰



شکل ۷ـ۱۰



شکل ۸ـ۱۰

دستورکار

(۱۸۰ دقیقه)

جوشکاری سپری (Tشکل) در حالت تخت در سه پاس

۱. دو قطعه به ضخامت ۸ـ۶ میلی‌متر و ابعاد mm ۱۵۰×۵۰ تهیه کرده و سطوح آن‌ها را به کمک برس سیمی پاک کنید (شکل ۹ـ۱۰).

شکل ۹ـ۱۰

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 (شکل‌های ۱۰ـ۱۰ و ۱۱ـ۱۰).

شکل ۱۰ـ۱۰

شکل ۱۱ـ۱۰

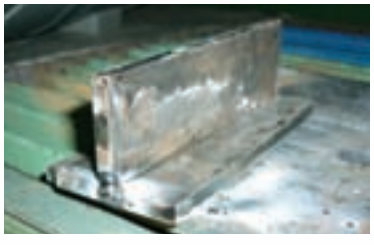
۳. دستگاه جوش را روشن کنید. مقدار آمپر را برروی A۱۱۰ـ ۱۰۰ تنظیم کنید و اتصال را به‌صورت قطب مستقیم [– =] برقرار سازید (شکل ۱۲ـ۱۰).

شکل ۱۲ـ۱۰

نکته

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

۴. یکی از قطعات را بر سطح قطعه دیگر (عمود برآن) قرار دهید و آن‌ها را در هر دو انتها، توسط خال‌جوش به یکدیگر متصل کنید (شکل ۱۳ـ۱۰).



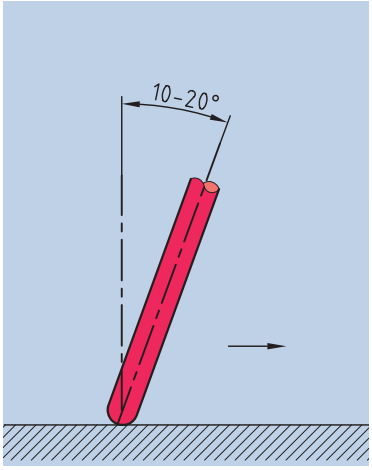
شکل ۱۳ـ۱۰

در صورتی‌که طول قطعات بلند باشند، خال‌جوش‌ها را از پشت و به فاصله ۱۵۰ mm از یکدیگر ایجاد کنید.

شکل ۱۴ـ۱۰

۵. برای اجرای پاس اول (پاس ریشه) بهتر است از الکترود سلولزی با قطر مناسب استفاده کنید (E6010 یا E6011). قطعه کار را به کمک یک تکیه‌گاه در وضعیتی قرار دهید که خط جوش به‌صورت تخت انجام شود (شکل ۱۴ـ۱۰). زاویه الکترود نسبت به سطوح قطعه ۴۵ درجه و نسبت به جهت حرکت ۲۰°ـ۱۰° درجه خواهد بود (شکل ۱۵ـ۱۰).

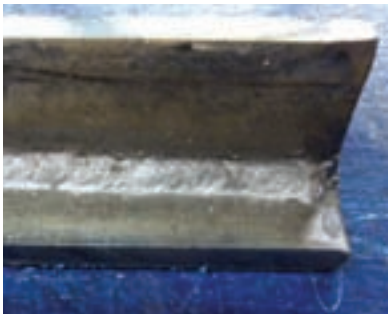
۶. در پایان پاس اول، سرباره را به‌طور کامل از سطح گرده‌جوش پاک‌سازی کنید شکل(۱۶ـ۱۰) و قطعه کار را برای انجام پاس دوم (پاس تقویتی) آماده سازید (شکل‌های ۱۷ـ۱۰ و ۱۸ـ۱۰).



شکل ۱۵ـ۱۰

۷. پاس دوم را به‌کمک الکترود E6013 انجام دهید. در هنگام پیشروی الکترود حرکت عرضی (جانبی) نیز صورت می‌گیرد که مقدار دامنه این حرکت به اندازه پهنای گرده‌جوش اول خواهد بود. در هنگام حرکت عرضی، الکترود را از وسط گرده‌جوش اول به‌سرعت و به‌طور یکنواخت حرکت دهید و در گوشه‌ها کمی مکث کنید. حرکت سریع به‌منظور جلوگیری از ذوب بیشتر فلز جوش در مرکز و انباشته شدن آن صورت می‌گیرد (شکل ۱۸ـ۱۰).

شکل ۱۶ـ۱۰

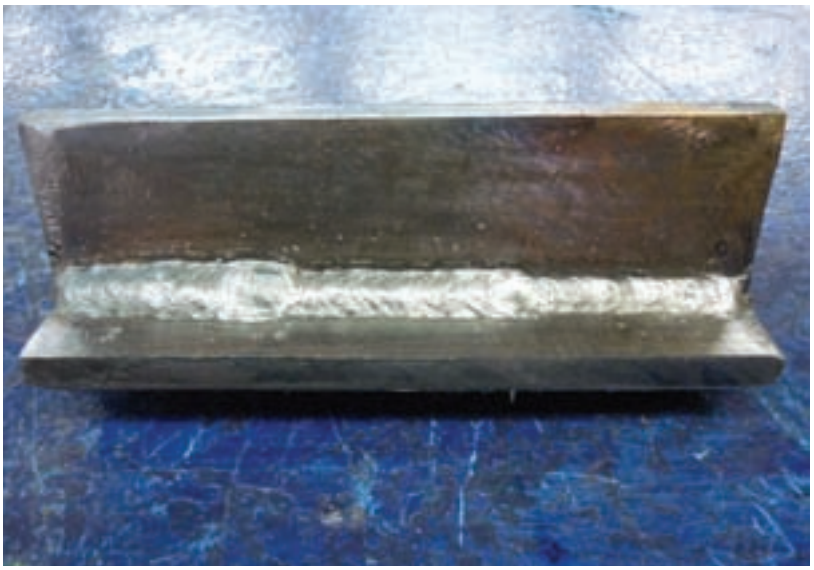


شکل ۱۷ـ۱۰

شکل ۱۸ـ۱۰

۸. در هنگام اجرای هر یک از پاس‌ها، زمان لازم برای سرد شدن قطعه را درنظر بگیرید. در صورتی‌که 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، الکترود به پایان برسد. در این‌صورت باید به روش توضیح داده‌شده خط جوش را قطع و دوباره شروع کنید (شکل ۱۹ـ۱۰).



شکل ۱۹ـ۱۰

۱۰. سرباره را با چکش پاک کنید و سطح گرده‌جوش را به‌کمک 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.

یادآوری

یک مطلب در مورد اهمیت گزارش نویسی بیاید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

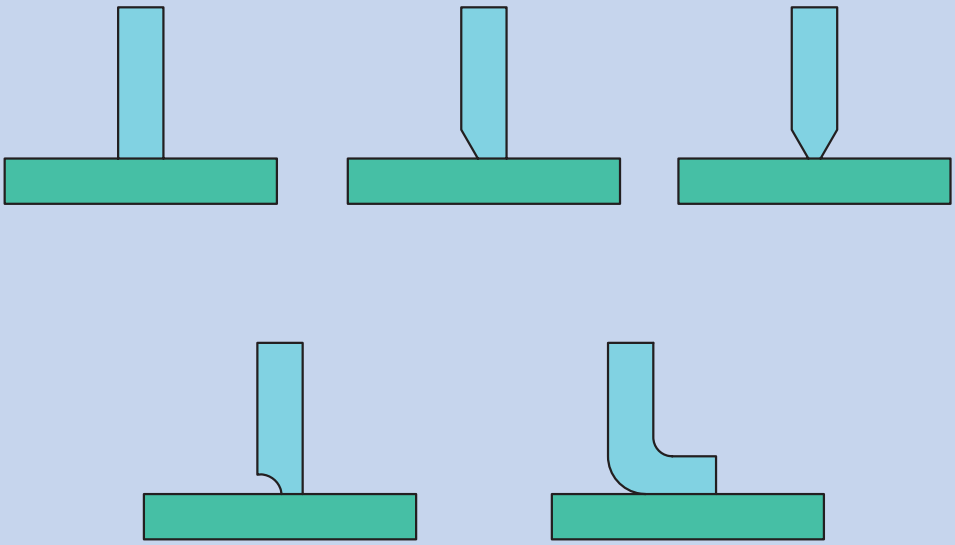
.....

.....

.....

ارزشیابی پایانی

۱. انواع آماده‌سازی جوش برای اتصال سپری (Tشکل) 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 دوطرفه 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

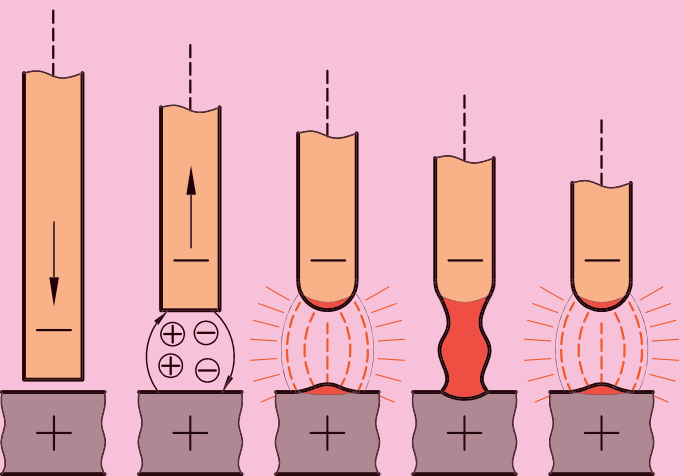
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ قطعات را برای انجام جوشکاری حالت نبشی خارجی آماده کند.

ـ قطعات را در زاویه لازم جهت جوشکاری نبشی خارجی به یکدیگر خال‌جوش بزند.

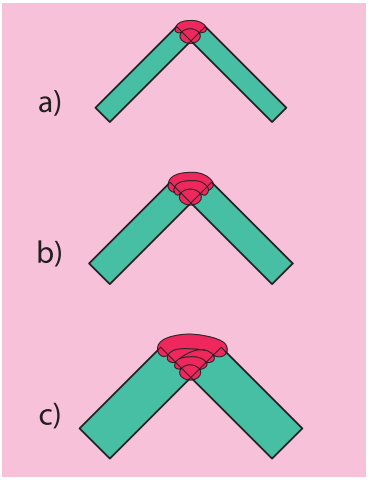
ـ روش تعیین تعداد پاس‌های لازم جهت پرکردن گوشه را شرح دهد.

ـ 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 ۱ـ۱۱).

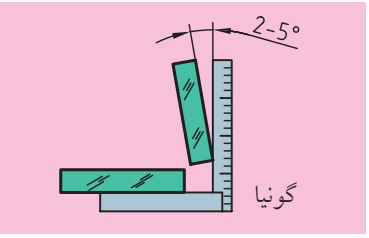


شکل ۱ـ۱۱

۱ـ۱۱ 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.

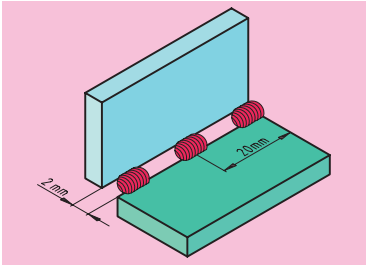
به‌علت جوشکاری کردن قطعه در یک سوی قطعه، بعد از سرد شدن، انقباضات جوش باعث تغییر زاویه می‌گردد. برای کنترل انقباض حاصل از حرارت به‌طور معمول زاویه اولیه در دو قطعه نسبت به یکدیگر، مطابق (شکل ۲ـ۱۱) ۲ تا ۵ درجه کم‌تر درنظر گرفته می‌شود و سپس قطعه را به هم جوش می‌دهند. همچنین برای نفوذ کامل جوش در ریشه، فاصله دو قطعه در حدود ۲mm انتخاب می‌شود. در صورتی‌که طول قطعه زیاد باشد، بهتر است خال‌جوش‌ها با فاصله ۲۰cm از یکدیگر و در سمت داخل ایجاد شوند (شکل ۳ـ۱۱).



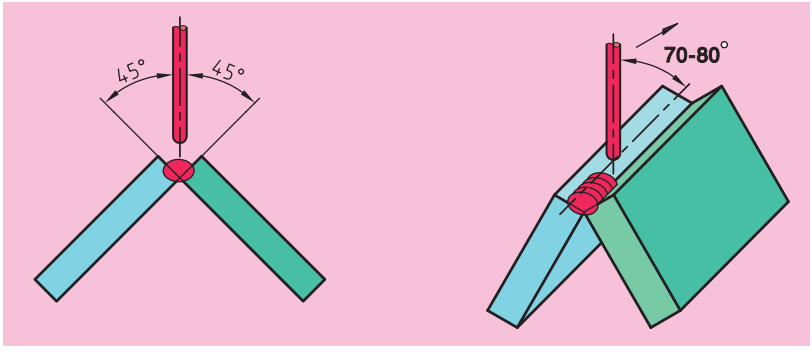
شکل ۲ـ۱۱

زاویه الکترود نسبت به دو قطعه، متقارن و به‌صورت عمود است. زاویه الکترود نسبت به مسیر حرکت ۸۰ ـ ۷۰ درجه درنظر گرفته می‌شود (شکل ۴ـ۱۱).

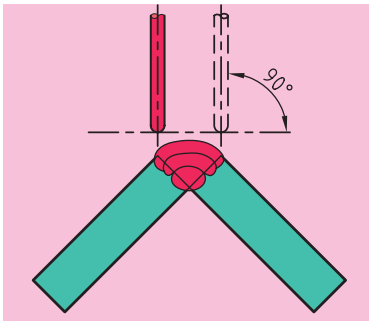
شرایط جوشکاری درز نبشی به‌صورت جوشکاری درزجناغی (پخ Vشکل) است (شکل ۵ـ۱۱).



شکل ۳ـ۱۱



شکل ۴ـ۱۱



شکل ۵ـ۱۱

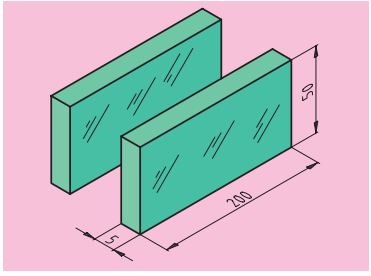
دستورکار

۱۸۰ دقیقه

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

۱. دو قطعه با ابعاد ۵۰×۲۰۰ mm با ضخامت ۵ mm تهیه کنید (شکل۶ـ۱۱). سطح قطعات را به‌کمک برس سیمی یا سنگ‌سنباده فیبری، از آلودگی و زنگ‌زدگی پاک کنید. (قبلاً از سالم بودن دستگاه سنگ و کابل آن اطمینان یابید) (شکل۷ـ۱۱).

۲. پلیســـه‌های لبه قطعات را ســـوهان بزنید و لبه‌های کار را با گونیا کنترل کنید. شکل‌های (۸ـ۱۱و ۹ـ۱۱).



شکل ۶ـ۱۱

شکل ۷ـ۱۱

شکل ۸ـ۱۱

شکل ۹ـ۱۱

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 (۱۰ـ۱۱). تجهیزات ایمنی را به کار گرفته و تهویه کابین را روشن کنید.

جدول ۱ـ۱۱

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

شکل ۱۰ـ۱۱

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

۵. لبه و سطح خال‌جوش‌ها را از طرفی که باید جوشکاری شوند، به‌کمک سنباده دستی از گل‌جوش پاک کنید. قطعه کار را گونیا کنید و چنانچه نیاز است آن را اصلاح کنید.(شکل‌های ۱۱ـ۱۱ و ۱۲ـ۱۱).

۶. قطعه‌کار را برای جوشکاری نبشی خارجی در حالت تخت بر روی میز قرار دهید. (شکل ۱۳ـ۱۱) جوشکاری باید در سه پاس انجام شود. پاس اول را بدون حرکت نوسانی و با الکترود روتایلی با قطر ۳/۲۵ انجام دهید، به‌طوری که خط جوش تا آخر درز ادامه یابد. (شکل ۱۴ـ۱۱) در پاس اول از شدت جریان کم‌تر و طول قوس کوتاه‌تر استفاده کنید. توجه داشته باشید که نفوذ به‌صورت کامل صورت گیرد.

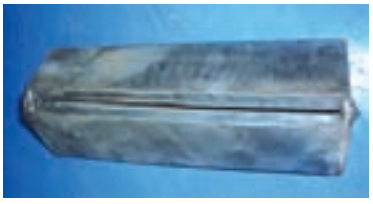
۷. گل‌جوش را به‌کمک برس سیمی پاک کرده و قطعه‌کار را برای پاس‌های دوم و سوم آماده سازید (شکل۱۵ـ۱۱). خط جوش را با نوسان جزئی و با کنترل زوایای الکترود انجام دهید. در این روش می‌توان شدت جریان بالاتری را هم انتخاب کرد. الکترود را در هنگام نوسان از لبه کار بیرون نبرید و جهت جلوگیری از بریدگی کناره، اندکی در گوشه‌ها مکث کنید

۸. در هر پاس سرعت پیشروی باید کنترل شده باشد تا کیفیت مطلوب به‌دست آید. پس از اجرای هر پاس، قطعه را به هنرآموز محترم خود نشان داده و عیب‌ها را شناسایی کنید (شکل ۱۶ـ۱۱).

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

شکل ۱۱ـ۱۱

شکل ۱۲ـ۱۱


شکل ۱۳ـ۱۱

شکل ۱۴ـ۱۱

شکل ۱۵ـ۱۱

شکل ۱۶ـ۱۱

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

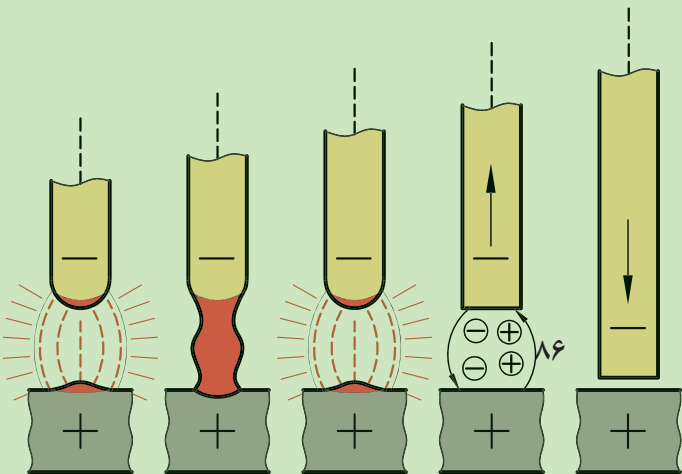
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ قطعات را برای انجام جوشکاری نبشی داخلی آماده سازد.

ـ قطعات را با زاویه مطلوب جهت جوشکاری، خال‌جوش بزند.

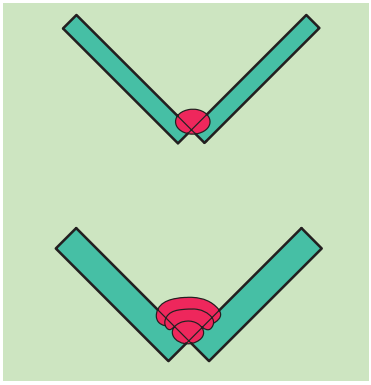
ـ روش تعیین تعداد پاس‌های جوشکاری در جوشکاری نبشی داخلی را شرح دهد.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار رعایت کند.



مقدمه

جوشـــکاری نبشی داخلی نیز مشابه جوشکاری نبشی خارجی صورت می‌گیرد. این نوع جوشـــکاری در یک الی ســـه پاس انجام می‌شـــود. قطعات تا ضخامت ۵ mm در یک پاس و قطعات ضخیم‌تر در ســـه پاس جوشـــکاری می‌شـــوند (شکل ۱ـ۱۲).



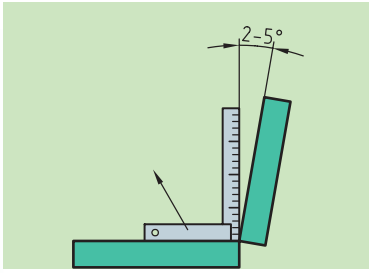
شکل ۱ـ۱۲

جوشـــکاری نبشـــی داخلی در ســـه پاس دقیقاً به‌صورت جوشکاری سپری در حالت تخت در سه پاس انجام می‌گیرد.

تفاوت این نوع جوشـــکاری با جوشکاری نبشـــی خارجی به‌صورت تخت، در انتخاب زاویه برای کنترل انقباض بعد از جوش است.

۱ـ۱۲ اصول جوشکاری نبشی داخلی

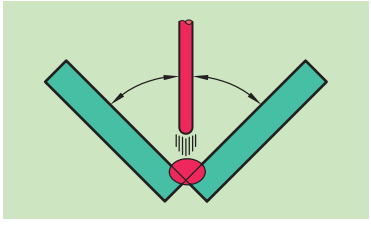
میـــزان زاویه بـــرای جبران انقباض پس از جوش، ۲ تـــا ۵ درجه درنظر گرفته می‌شود (شکل ۲ـ۱۲).



شکل ۲ـ۱۲

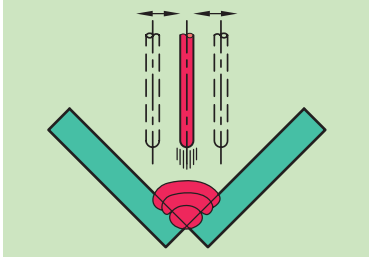
زاویه الکترود باید در مســـیر حرکت ۷۵ـ۷۰ درجه باشـــد و دو سطح قطعات به‌صورت متقارن نسبت به الکترود قرار گیرد (شکل ۳ـ۱۲).

در اجـــرای پـــاس دوم و ســـوم، الکترود مقداری نوســـان جانبـــی نیز خواهد داشـــت. ســـطح گرده‌جوش در حالت ایده‌آل بایســـتی به‌صورت تخت باشد (شکل ۴ـ۱۲).



شکل ۳ـ۱۲

کاربرد جوش درز نبشـــی نســـبت به اتصال‌های لب به لب، و لب روی هم و یا جوشـــکاری ســـپری کم‌تر اســـت. این نوع جوش به‌علت آماده شدن سریع قطعات و عدم نیاز به پخ‌زنی، برای تمرین جوشکاری بسیار مناسب است.



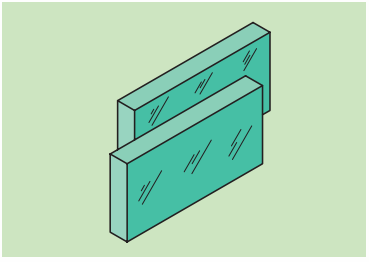
شکل ۴ـ۱۲

دستورکار

(۱۸۰ دقیقه)

جوشکاری نبشی داخلی قطعات در حالت تخت در وضعیت تخت (1F)

۱. دو قطعه با ابعاد ۱۵۰×۵۰ mm و با ضخامت ۵ mm انتخاب کنید و سطح آن‌را برای جوشکاری آماده سازید (شکل ۵ـ۱۲).



شکل ۵ـ۱۲

۲. لبه‌های قطعات را به‌کمک سوهان یا سنگ، تخت کرده و با گونیا کنترل کنید (شکل‌های ۶ـ۱۲ و ۷ـ۱۲).

۳. دستگاه را روشن کنید و پس از تنظیم آمپر برروی(A)۱۱۰ ـ۱۰۰، اتصال را در حالت قطب مستقیم قرار دهید (شکل ۸ـ۱۲).

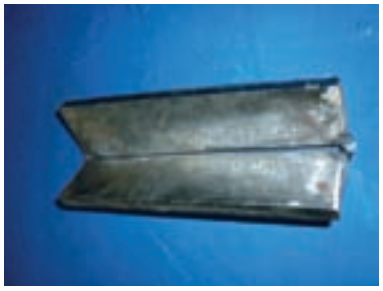
شکل ۶ـ۱۲

۴. دو قطعه را در قسمت بیرونی به هم خال‌جوش بزنید. نخست برای نفوذ کامل جوش، فاصله دو قطعه را به‌کمک یک سیم جوشکاری گاز تنظیم کنید و سپس آن‌را خال‌جوش بزنید (شکل‌های ۹ـ۱۲ و ۱۰ـ۱۲).

شکل ۷ـ۱۲

شکل ۸ـ۱۲

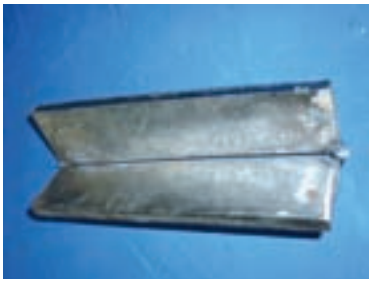
شکل ۹ـ۱۲



شکل ۱۰ـ۱۲

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

۶. قطعه را در وضعیت مناســـب بر روی میـــز کار قرار دهید و خط جوش اول را بـــا الکترود E6013 با قطر 3.25 انجام دهید. میزان نفوذ جوش را کنترل کنید (شکل ۱۱ـ۱۲).



شکل ۱۱ـ۱۲

نکته

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

۷. بـــرای پـــاس دوم ابتدا ســـرباره را از روی پاس اول به‌کمک برس ســـیمی و چکش، کاملاً پاک کنید (شکل ۱۲ـ۱۲).

شکل ۱۲ـ۱۲

۸. پاس دوم را با نوســـان الکترود و اندکی مکث در کناره‌ها اجرا کنید. ســـپس سرباره را پاک کرده و به اجرای پاس سوم بپردازید (شکل ۱۳ـ۱۲).

۹. قطعـــه کار را برای بررســـی و کنتـــرل به هنرآموز محترم خود نشـــان داده و اصلاحات لازم را انجام دهید.

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

شکل ۱۳ـ۱۲

شکل ۱۴ـ۱۲

شکل ۱۵ـ۱۲

ارزشیابی پایانی

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

الف) لب به لب بدون پخ
ب) لب به لب با پخ 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 الکترود 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

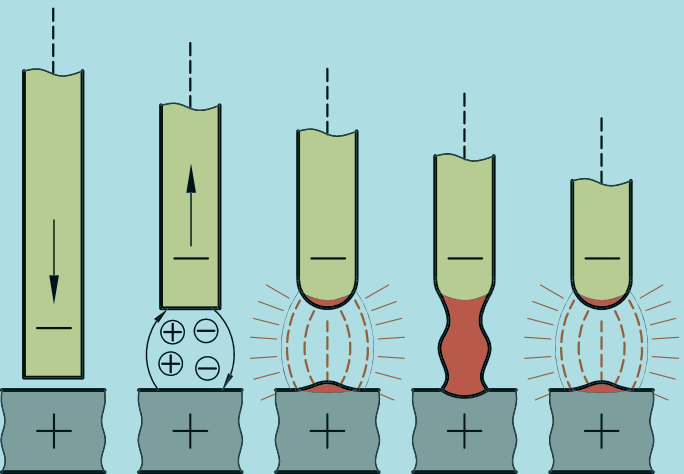
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ اصول نام‌گذاری وضعیت‌های جوشکاری را بر اساس استاندارد AWS ، شرح دهد.

ـ قطعات را برای انجام جوشکاری سپری در حالت افقی به یکدیگر خال‌جوش بزند.

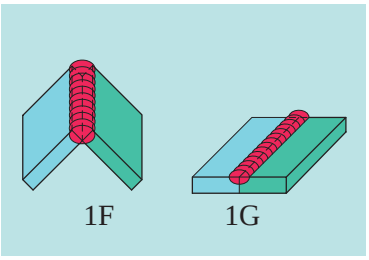
ـ زوایای لازم برای الکترود در هنگام جوشکاری را بیان کند.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار رعایت کند.



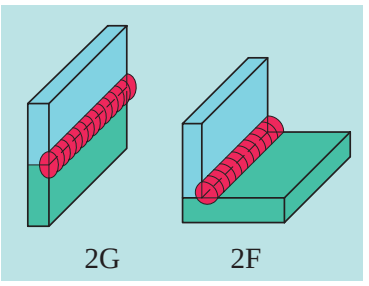
مقدمه

اتصالاتی که تاکنون معرفی شده‌اند، در حالت تخت به اجرا در می‌آمدند. اتصالاتی نیز وجود دارند که می‌توان آن‌ها را به‌صورت درزجوش (شیاری) یا به‌صورت ماهیچه‌ای (فیلت) اجرا کرد.



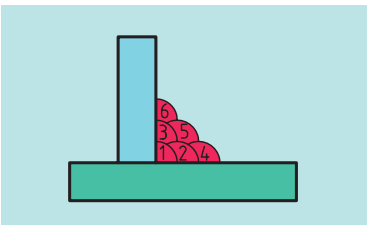
۱ـ۱۳ تعیین حالت‌ها و وضعیت‌های جوشکاری در استاندارد AWS

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 ۱ـ۱۳).



شکل ۱ـ۱۳

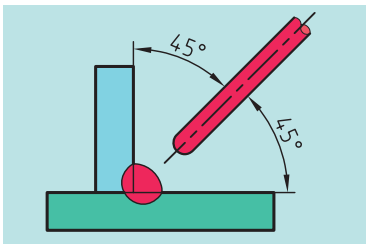
علامت	وضعیت جوشکاری در AWS
۱	جوشکاری در وضعیت تخت
۲	جوشکاری در وضعیت افقی
۳	جوشکاری در وضعیت عمودی
۴	جوشکاری در وضعیت سقفی



شکل ۲ـ۱۳

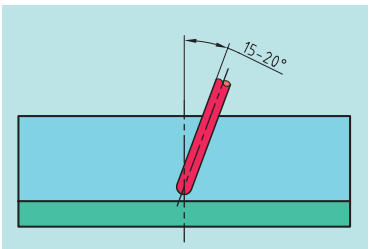
۲ـ۱۳ اصول جوشکاری سپری در حالت افقی

اتصالات سپری در حالت افقی از موارد پرکاربرد در صنعت است که در یک یا چند پاس قابل اجراست (شکل ۲ـ۱۳). تعداد پاس‌های جوشکاری براساس اندازه نهایی جوش تعیین می‌شود. زاویه الکترود در هنگام ایجاد پاس اول، نسبت به سطح قطعات به‌صورت متقارن شکل می‌گیرد (شکل ۳ـ۱۳).



شکل ۳ـ۱۳

در مسیر حرکت به‌صورت ۲۰ـ ۱۵ درجه قرار می‌گیرد (شکل ۴ـ۱۳) در صورتی‌که سرباره در جلوی جوش ایجاد شود، زاویه الکترود در جهت پیشروی را بیش‌تر انتخاب می‌کنند تا سرباره کنترل شود.



شکل ۴ـ۱۳

دستور کار

(۱۸۰ دقیقه)

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

۱. دو قطعه به ابعاد mm ۱۵۰×۵۰ و با ضخامت mm ۵ آماده و سطح آن‌ها را به کمک برس سیمی و یا سنگ‌سنباده از آلودگی و زنگ‌زدگی پاک کنید (شکل ۵ـ۱۳).

شکل ۵ـ۱۳

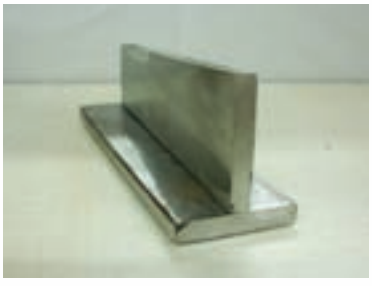
۲. لبه‌های قطعات را به‌کمک سوهان، آماده‌سازی کنید و آن‌را با گونیا کنترل کنید (شکل‌های ۶ـ۱۳ و ۷ـ۱۳).

۳. پس از روشن کردن دستگاه، آن‌را برای جوشکاری در حالت قطب مستقیم تنظیم کنید. آمپر را برروی ۱۲۰ـ ۱۰۰ آمپر قرار دهید. با رعایت اصول ایمنی، تجهیزات ایمنی لازم برای جوشکاری قوس الکتریکی را به‌کار گیرید (شکل ۸ـ۱۳).

شکل ۶ـ۱۳

۴. قطعات را برای خال‌جوش‌زدن آماده کنید. یکی از قطعات را روی میز کار بگذارید و قطعه دیگر را به‌صورت عمود برروی آن قرار دهید (شکل ۹ـ۱۳). در هنگام خال‌جوش‌زدن، برای کنترل و جبران انقباضات بعد از جوشکاری در یک طرف، قطعه بالا را با زاویه ۲/۵ درجه در طرف مقابل خط جوش، ثابت نگه‌دارید و سپس خال‌جوش بزنید. بعد از خال‌جوش، قطعات را به‌کمک چکش با هم جفت کنید(شکل‌های ۱۰ـ۱۳ و ۱۱ـ۱۳).

شکل ۷ـ۱۳



شکل ۹ـ۱۳

شکل ۸ـ۱۳

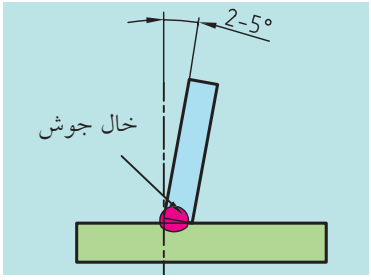
۵. جوشـکاری را به‌صـورت خطی آغـاز کنید. دقت کنید که پیشـروی کاملاً یکنواخت و با طول قوس ثابت انجام شـود. شـما می‌توانید نوک الکترود را در تمام طول خط جوش در درون حوضچه مذاب نگهدارید (شکل ۱۲ـ۱۳).

۶. در صورتی‌که بریدگی کناره وجود داشته باشد، زاویه‌بندی الکترود به‌صورت درست انجام نگرفته است. حال قطعه کار را برای جوشکاری در طرف دیگر آماده کنید.

۷. در هنـگام اجرای خط جوش، قوس الکتریکی بایـد به هر دو قطعه متمایل باشـد. زاویه تمایل نسبت به قطعه کار قائم بیشتر است. در روش دیگر و برای نفوذ بهتر پاس اول، حرکت الکترود را به‌صورت رفت و برگشـتی نیز می‌توان انجام داد. این عمل باعث پیش‌گرم شدن قطعات می‌گردد.

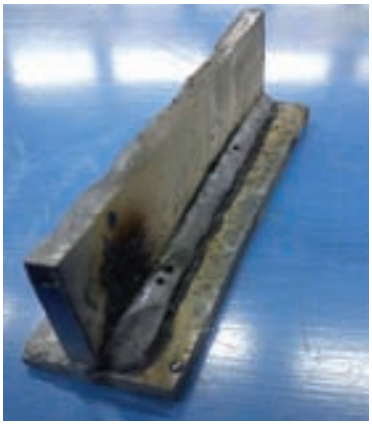
۸. قطعه کار را جهت بررسـی و کنترل به هنرآموز محترم خود نشـان دهید و اصلاحات لازم را انجام دهید (شکل‌های ۱۳ـ۱۳ و ۱۴ـ۱۳).

۹. دسـتگاه را خاموش کنید و پس از جمـع‌آوری تجهیزات و تحویل آن‌ها به انبار، به نظافت محل کار بپردازید.

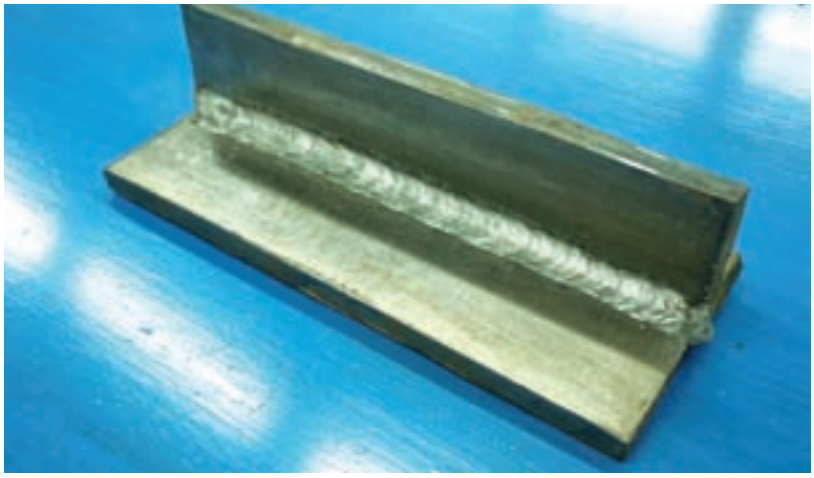


شکل ۱۰ـ۱۳

شکل ۱۱ـ۱۳


شکل ۱۲ـ۱۳

شکل ۱۳ـ۱۳


شکل ۱۴ـ۱۳

ارزشیابی پایانی

۱. علامت اختصاری جوش شیاری، حرف ..... و جوش سپری، حرف ..... است.

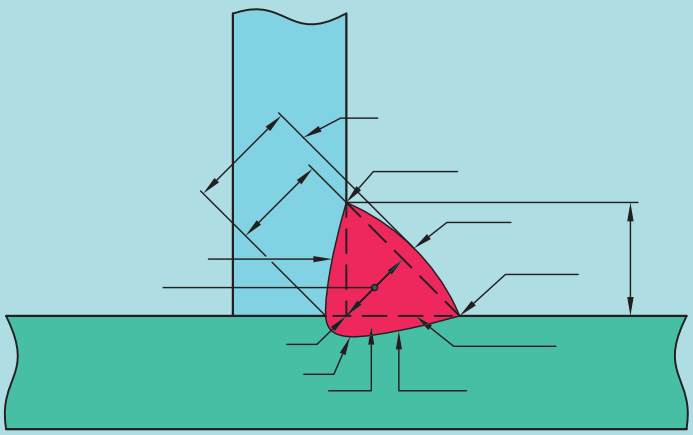
۲. حالت‌ها و وضعیت‌های مختلف جوشکاری و شماره مربوط به هر یک را بیان کنید.

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 به‌صورت سپری در دو پاس با گرده‌سازی خطی در حالت افقی (2F)

◄ هدف‌های رفتاری

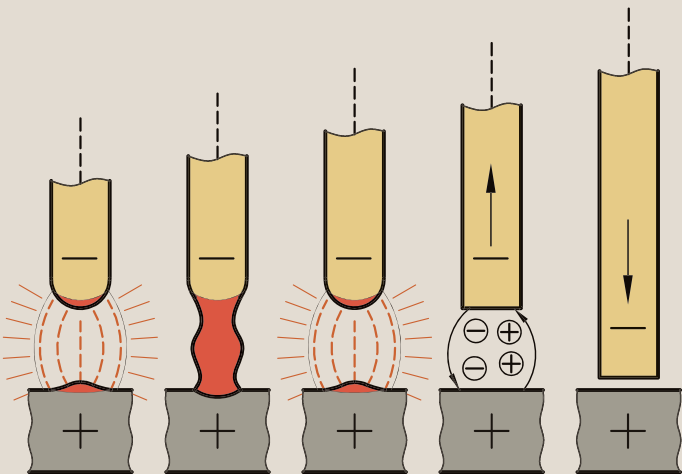
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ هدف از اجرای پاس‌های جوشکاری در اتصالات سپری را شرح دهد.

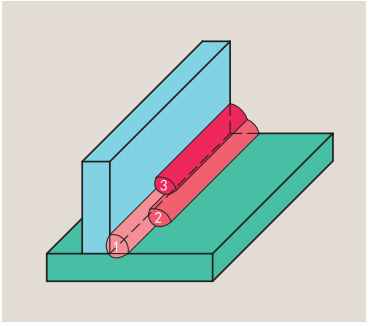
ـ اصول و روش اجرای پاس دوم در اتصال سپری را شرح دهد.

ـ قطعات را به‌صورت سپری در دو پاس جوشکاری کند.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار رعایت کند.



مقدمه



شکل ۱ـ۱۴

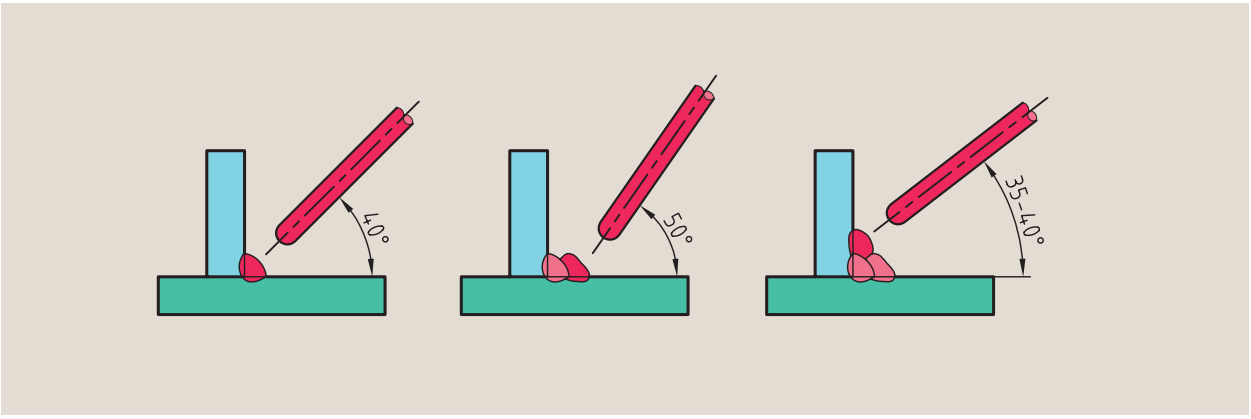
اتصال سپری در حالت افقی در دو پاس، توسط سه خط جوش ایجاد می‌شود. پاس اول شـامل یک خط است که به‌عنوان پاس ریشه به‌کار می‌رود و مطابق با اصول بیان‌شده در فصل پیش، اجرا می‌شود شکل(۱ـ۱۴).

۱ ـ۱۴ اصول جوشکاری سپری در دو پاس

پـاس دوم کـه به‌عنوان پـاس تقویتی بـه‌کار می‌رود، دو خط‌جوش را شـامل می‌شود.

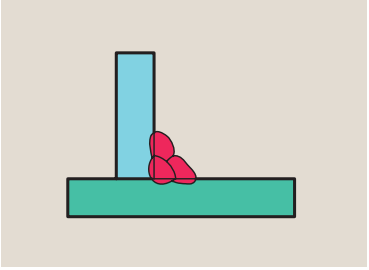
در هنـگام اجرای پاس‌های دوم، سـوم و یا چهارم به‌صورت گرده‌سـازی خطی، زاویه الکترود متغیر خواهد بود. شدت‌جریان در این حالت، معمولاً کم‌تر از مقداری است که اتصال سپری با یک پاس صورت می‌گیرد.

زاویه الکترود نسبت به قطعه کار درشکل ۲ـ۱۴ نشان داده شده است.



شکل ۲ـ۱۴

خط‌جوش‌ها به‌صورت سـاده و بدون نوسـان انجام می‌شوند و طول قوس تا حد امکان باید کوتاه نگه‌داشـته شـود. پیش از اجرای هر خط‌جوش بایستی سـرباره را کاملاً پاک کنیم. فرم‌های نهایی گرده‌جوش نیز باید به گونه‌ای باشد که سـطح گرده‌ها تقریباً به‌صورت مسطح و با هم‌پوشانی مناسب خط‌جوش‌ها همراه باشـد. در هم‌پوشـانی خط‌جوش‌ها، معمولاً هر گرده‌جوش گرده‌جوش قبلی را پوشش می‌دهد (شکل ۳ـ۱۴).



شکل ۳ـ۱۴

دستورکار

(۱۸۰ دقیقه)

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

۱. دو قطعه به ابعاد ۵۰ mm × ۱۵۰ 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 ۴ـ۱۴ و ۵ـ۱۴).

شکل ۴ـ۱۴

۲. پلیسه‌های لبه‌ها را با سوهان از بین ببرید و لبه قطعات را به‌کمک سوهان به‌صورت مسطح درآورید و سپس با گونیا آن را کنترل کنید (شکل‌های ۶ـ۱۴ و ۷ـ۱۴).

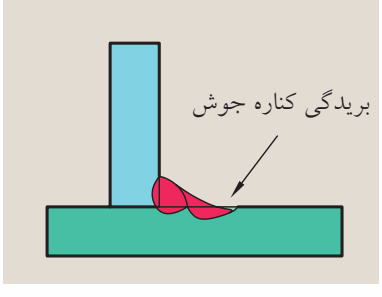
۳. دستگاه را روشن و تنظیم کنید و دستگاه تهویه را روشن کنید. سپس پاس اول را دقیقاً مشابه دستورالعمل توانایی فصل پیش انجام دهید (دستورالعمل شماره ۴ تا ۷).

شکل ۵ـ۱۴

۴. برای انجام پاس دوم، ابتدا بایستی به اجرای خط‌جوش زیرین بپردازید و سپس سطح گرده‌جوش را کاملاً از سرباره تمیز کنید. زاویه الکترود را کمی بیش از ۴۵ درجه انتخاب کنید و خط‌جوش را اجرا کنید. برای هم‌پوشانی گرده‌ها می‌توان الکترود را مقداری نوسان داد (شکل۸ـ۱۴).

شکل ۶ـ۱۴

شکل ۷ـ۱۴



شکل ۸ـ۱۴

دقت داشــته باشــید که ســوختگی کناره ایجاد نشــود. برای جلوگیری از سوختگی کناره، آمپر را در حد مجاز کم کنید و در گوشه‌ها اندکی مکث داشته باشید شکل (۸ـ۱۴).

۵. سطح جوش را به‌کمک برس سیمی از سرباره تمیز کنید. برای اجرای خط سوم، زاویه الکترود را اندکی کمتر از ۴۵ درجه انتخاب کنید (شکل ۹ـ۱۴ و ۱۰ـ۱۴).

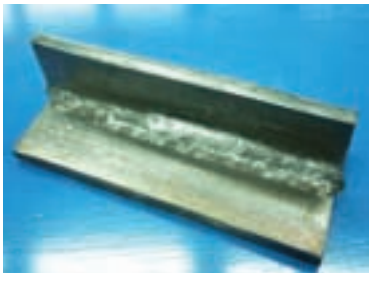
۶. قــوس را برقــرار، و خط‌جوش را ایجاد کنید. برای جلوگیری از ســوختگی کناره می‌توان اندکی در گوشه‌ها مکث داشت. هم‌پوشانی گرده‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که لبه خط جوش‌ها موازی با هم باشند شکل (۱۱ـ۱۴).

۷. ســرباره را با برس ســیمی تمیز کــرده و قطعه را جهت بررســی 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 ۹ـ۱۴

شکل ۱۰ـ۱۴



شکل ۱۱ـ۱۴

تحقیق

۱. درباره عیوب جوشــکاری و دلایــل به‌وجودآمــدن آن‌ها تحقیق کنید.

.....

.....

.....

.....

.....

۲. روش‌هــای جدید تســت جوش را بنویسید.

.....

.....

.....

.....

ارزشیابی پایانی

۱. نام‌های دیگر جوشکاری سپری کدام‌اند؟

۲. جوش سپری در حالت افقی در استاندارد AWS چگونه مشخص می‌شود؟

۳. زاویه الکترود 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

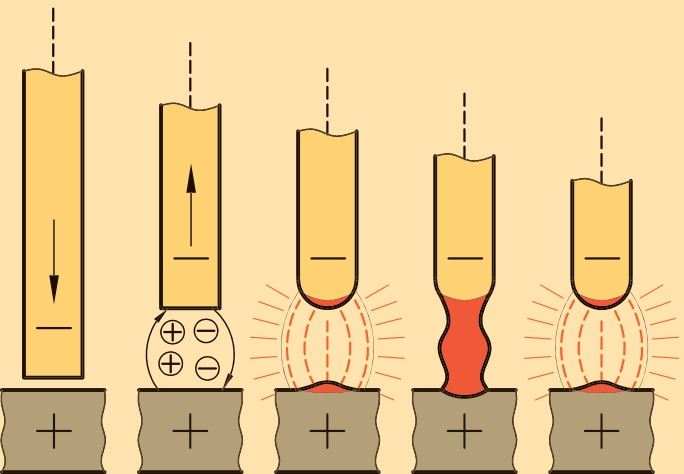
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ دلیل اتصال سپری با سه پاس را در جوشکاری شرح دهد.

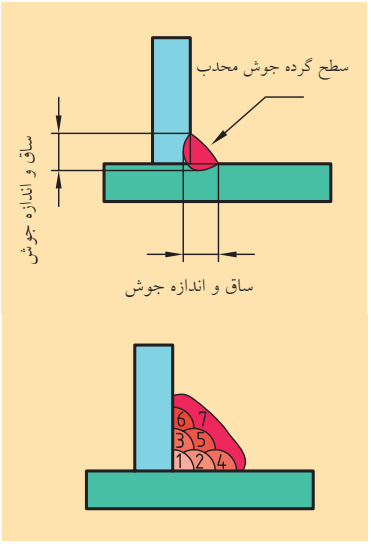
ـ نحوه جوشکاری اتصال سپری در حالت افقی در سه پاس را شرح دهد.

ـ اتصال سپری در حالت افقی در سه پاس را جوشکاری کند.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی را در حین انجام کار جوشکاری رعایت کند.



مقدمه

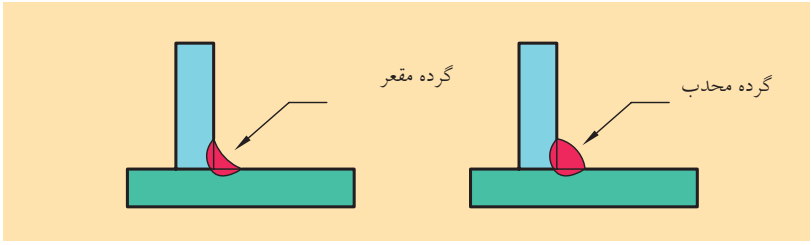


شکل ۱ـ۱۵

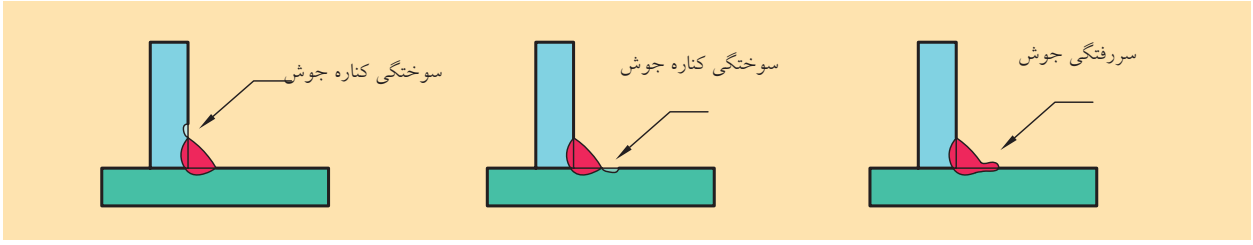
به‌منظـور اتصال قطعات ضخیم به‌صورت سـپری در حالتی‌که به اندازه جوش بزرگ‌تری نیاز باشـد، عمل جوشـکاری در چند پاس انجـام می‌گیرد و اندازه جوش در حالت سپری بر اساس ساق‌جوش تعیین می‌شود.

۱ـ۱۵ جوشکاری سپری در سه پاس در حالت افقی

حالـت ایده‌آل برای جوش‌های ماهیچه‌ای زمانی اسـت که سـطح گرده‌جوش مسـطح باشد. در هنگام اجرای خط‌جوش باید توجه داشت که عیوبی همچون سوختگی کناره جوش، یا سر رفتگی جوش اتفاق نیفتد (شکل‌های ۲ـ۱۵ و ۳ـ۱۵).

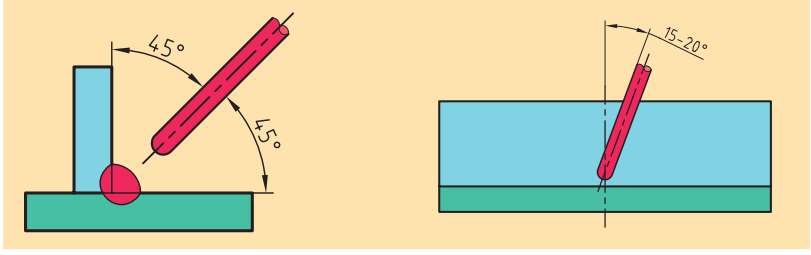


شکل ۲ـ۱۵



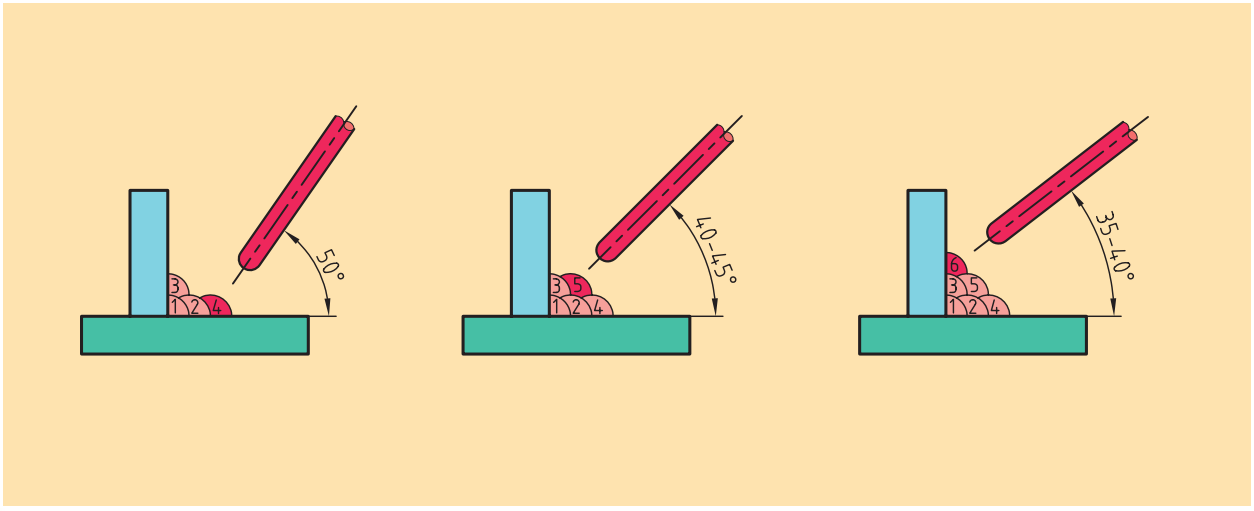
شکل ۳ـ۱۵

در جوشـکاری سپری با سـه پاس که در آن گرده‌ها به‌صورت خطی ایجاد می‌شوند، پاس اول به‌عنوان پاس ریشه کاربرد دارد و بر اساس اصول بیان‌شده در فصل سیزدهم ایجاد می‌شود (شکل ۴ـ۱۵).



شکل ۴ـ۱۵

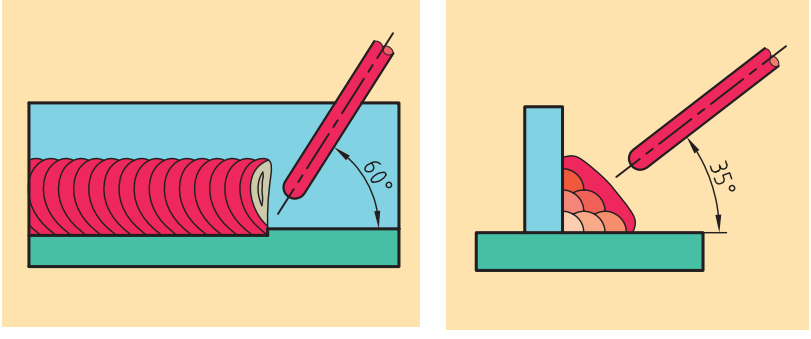
پاس‌های دوم و سوم نیز به‌عنوان پاس تقویتی به‌کار می‌روند. پاس دوم شامل دو خط‌جوش است که با هم‌پوشانی گرده‌ها اجرا می‌کنیم. زاویه الکترود در هنگام اجرای پاس سوم که سه خط‌جوش را شامل می‌شود در شکل (۵ـ۱۵) آمده است.



شکل ۵ـ۱۵

پاس آخر (پاس چهارم) به‌عنوان پاس نما است که این پاس به‌صورت یک خط با نوسان الکترود، تمام گرده‌جوش‌ها را پوشش می‌دهد و سطح نهایی جوش را ایجاد می‌کند (شکل‌های ۵ـ۱۵ و ۶ـ۱۵).

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



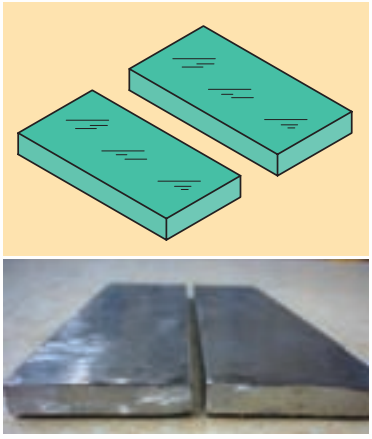
شکل ۶ـ۱۵

دستورکار

(۱۸۰ دقیقه)

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

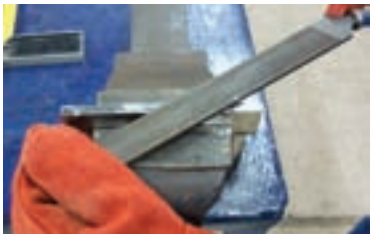
۱. دو قطعه به ابعاد mm ۵۰ × ۲۰۰ و با ضخامت mm ۵ آماده سازید و سطح آن‌ها را با برس سیمی یا سنگ فرز دستی، از آلودگی تمیز کنید (شکل ۷ـ۱۵).



شکل ۷ـ۱۵

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 به‌کار گیرید (شکل ۸ـ۱۵).

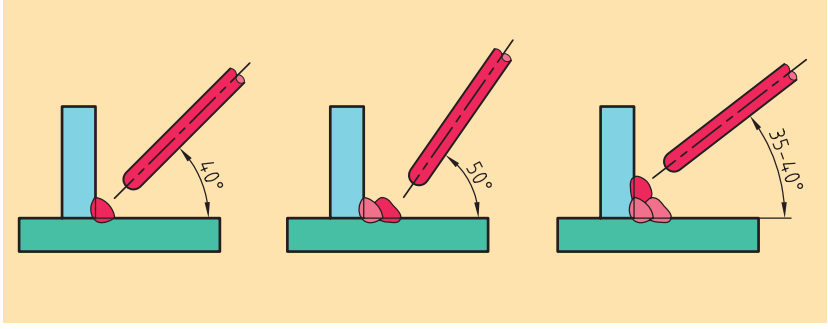
۳. دستگاه جوش و تهویه را روشن کرده و پاس‌های اول و دوم را مطابق با دستورالعمل فصل سیزدهم و چهاردهم اجرا کنید (۹ـ۱۵ و ۱۰ـ۱۵).



شکل ۸ـ۱۵

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

شکل ۹ـ۱۵



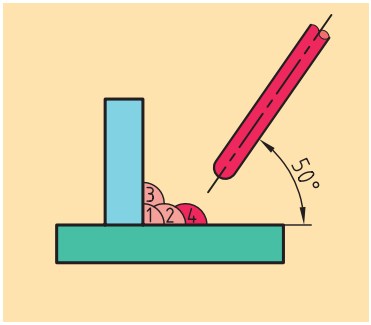
شکل ۱۰ـ۱۵

۵. خط دوم از پاس سوم تحت زاویه ۴۵ـ۴۰ درجه انجام می‌شود. این خط باید نصف خط قبلی را پوشش داده باشد (۱۲ـ۱۵).

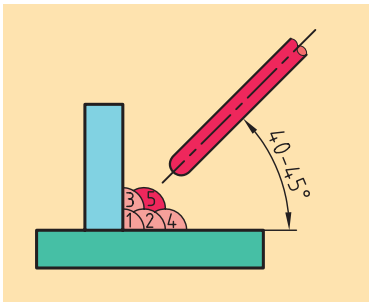
۶. خط سوم از پاس سوم تحت زاویه ۳۵ درجه اجرا می‌شود و به‌گونه‌ای است که ورق قائم و خط‌جوش دوم را پوشش می‌دهد.در اجرای این خط‌جوش باید توجه کنید که بریدگی یا سوختگی کناره جوش در ورق قائم ایجاد نشود. پیش از اجرای هر خط‌جوش، سـربارهها بایستی به‌طور کامل تمیز شوند شکل های (۱۳ـ۱۵) و (۱۵ـ۱۵).

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

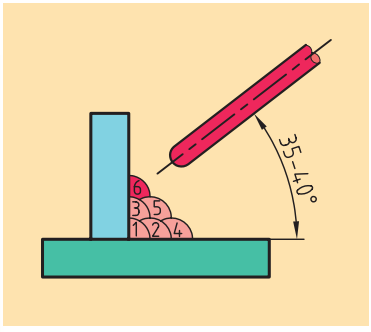
۸. در پایان کار دستگاه را خاموش کرده و پس از جمع‌آوری تجهیزات و تحویل آن‌ها به انبار، محل کار را نظافت کنید.



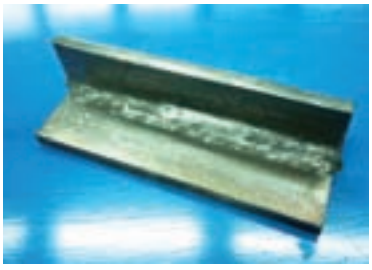
شکل ۱۱ـ۱۵



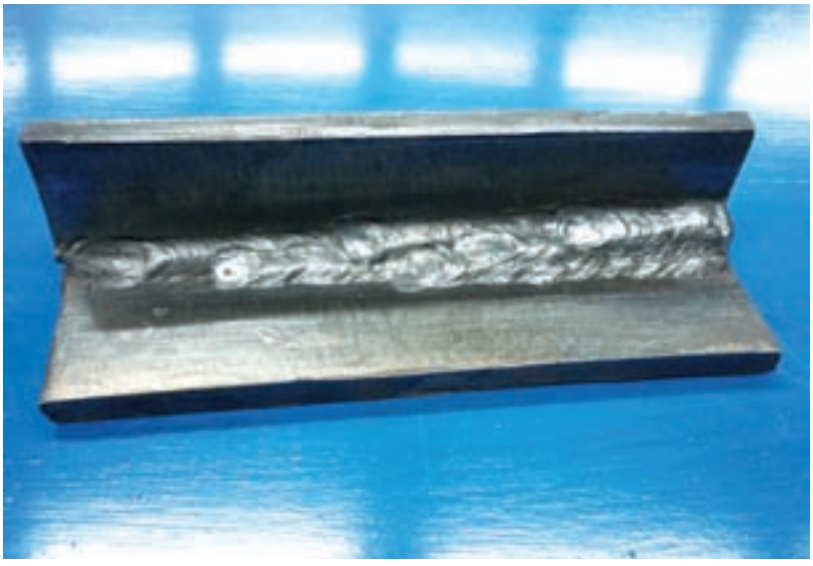
شکل ۱۲ـ۱۵



شکل ۱۳ـ۱۵


شکل ۱۴ـ۱۵

شکل ۱۶ـ۱۵


شکل ۱۵ـ۱۵

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 پاس‌نما در جوشکاری چیست؟

فصل شانزدهم

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

◄ هدف‌های رفتاری

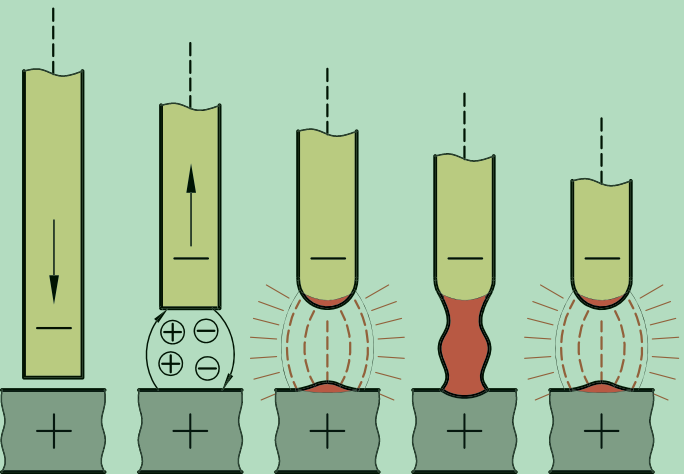
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ مزایای کاربرد جوشکاری لب روی هم را شرح دهد.

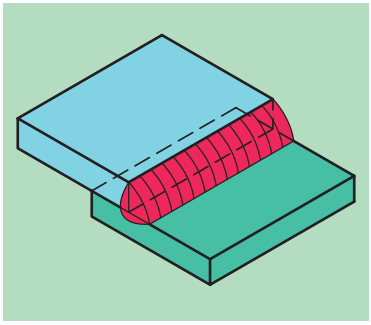
ـ اصول جوشکاری لب روی هم را بیان کند.

ـ قطعات را برای انجام جوشکاری لب روی هم آماده کند و خال‌جوش بزند.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار رعایت کند.



مقدمه



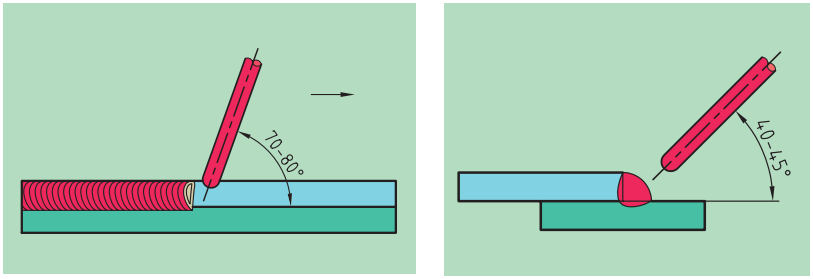
شکل ۱ـ۱۶

اتصال لب روی هم در حالت سطحی و غیر سطحی، از موارد پرکاربرد جوشکاری در صنایع گوناگون به شمار می‌رود (شکل ۱ـ۱۶). 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 به‌صرفه است. ازجمله 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 ۲ـ۱۶).

۱۶ـ۱ اصول جوشکاری لب روی هم

جوشکاری لب روی هم معمولاً با آمپر کم‌تری انجام می‌شود و طول قوس را نیز کوتاه انتخاب می‌کنیم. زوایای الکترود در هنگام اجرای خط‌جوش در شکل‌های ۳ـ۱۶ نشان داده شده است.

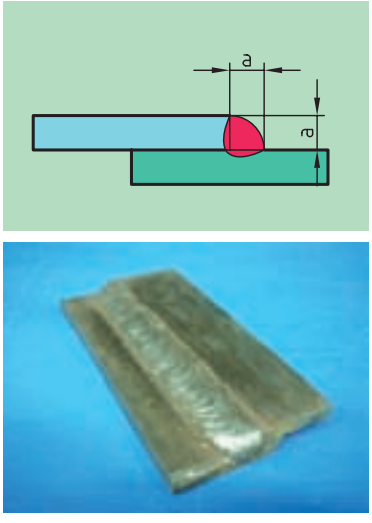
شکل ۲ـ۱۶



شکل ۳ـ۱۶

گرده‌جوش باید به‌صورت متقارن به هر دو ورق جوش بخورد. با ثابت نگه‌داشتن سرعت پیشروی و تغذیه یکنواخت الکترود، سطح گرده‌جوش مناسبی ایجاد می‌کنیم. لبه بالای قطعه کار باید شروع به ذوب‌شدن کند تا باعث سوختگی نگردد. سطح گرده جوش نیز اندکی محدب است (شکل ۴ـ۱۶).

به‌منظور پرکردن کامل گوشه و همچنین عقب‌راندن سرباره، بهتراست یک حرکت آرام رفت و برگشت در مسیر پیشروی الکترود 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.



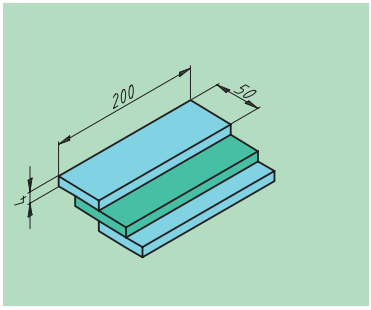
شکل ۴ـ۱۶

دستورکار

(۱۸۰ دقیقه)

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

۱. سه قطعه به ابعاد mm ۵۰ × ۲۰۰ و با ضخامت ۴ـ۳ میلی‌مترآماده سازید و سطح آن‌ها را از آلودگی و زنگ‌زدگی تمیز کنید. (شکل ۵ـ۱۶).



۲. با روشن کردن دستگاه تهویه، دستگاه جوش را برای جوشکاری با شدت جریان A ۱۱۰ـ۱۰۰ تنظیم و راه‌اندازی کنید (شکل ۶ـ۱۶ و ۷ـ۱۶).

۳. دو قطعه را از انتها توسط خال‌جوش به یکدیگر متصل کنید. توجه داشته باشید که در این حالت لبه‌های قطعات کاملاً برروی هم باشد و درزجوش فاصله نداشته باشد (شکل ۸ـ۱۶). در غیر این‌صورت سطح قطعات را با چکش صاف کنید.

شکل ۵ـ۱۶

شکل ۶ـ۱۶

شکل ۷ـ۱۶

شکل ۸ـ۱۶

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

ـ کنترل زاویه الکترود

ـ کنترل طول قوس و نرخ تغذیه الکترود

ـ کنترل سرعت پیشروی با حرکت رفت و برگشت برای پیش‌گرم کردن جهت استقرار صحیح قطعه‌کار برروی میز جوشکاری، از زیرکاری استفاده کنید.

۵. در صورتی‌که در هنگام اجرای خط‌جوش 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 راهنمایی‌های لازم، به هنرآموز محترم خود ارائه کنید.

۷. برای افزایش مهارت، قطعات دیگر را نیز به‌صورت لب روی هم به قطعات قبلی متصل کنید (شکل‌های ۹ـ۱۶ و ۱۰ـ۱۶)

۸. در پایان دستگاه را خاموش‌کرده و پس از تحویل وسایل جمع‌آوری شده به انبار، محل کار را نظافت کنید.

شکل ۹ـ۱۶

شکل ۱۰ـ۱۶

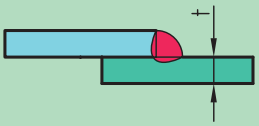
ارزشیابی پایانی

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 می‌شود؟

۴. ورق‌ها تا ضخامت ..... را می‌توان در یک پاس به‌صورت لب روی هم جوشکاری کرد.



فصل هفدهم

جوشکاری لب روی هم در دو پاس (2F)

◄ هدف‌های رفتاری

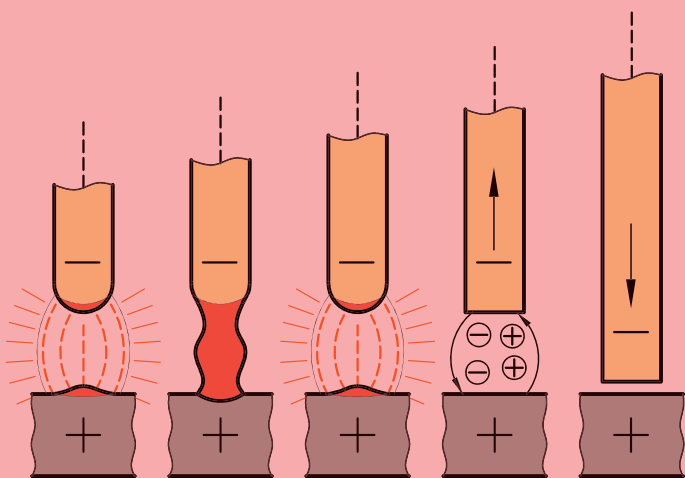
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ موارد کاربرد جوشکاری لب روی هم در دو پاس را بیان کند.

ـ اصول جوشکاری لب روی هم در دو پاس را شرح دهد.

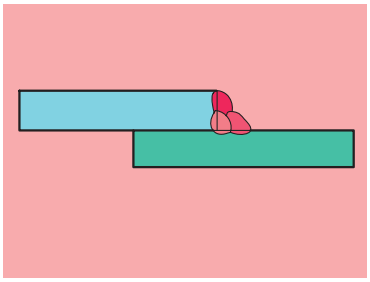
ـ قطعات را برای جوشکاری لب روی هم آماده و آن‌ها رادر دو پاس جوشکاری کند.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی را در حین انجام کار به کار گیرد.



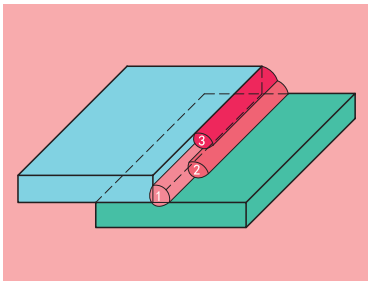
مقدمه

در صورتی‌که ضخامت قطعات بیش از ۵ mm باشـد، درز اتصال لب روی هم درچنـد پاس پر می‌شـود. خط‌جوش‌ها به‌روش اتصال سـپری در حالت افقی انجام می‌شـوند. خط جـوش اول به‌عنوان پاس نفوذی و مطابق دسـتورالعمل فصل شانزدهم اجرا می‌شود (شکل‌های ۱ـ۱۷ و ۲ـ۱۷).



شکل ۱ـ۱۷

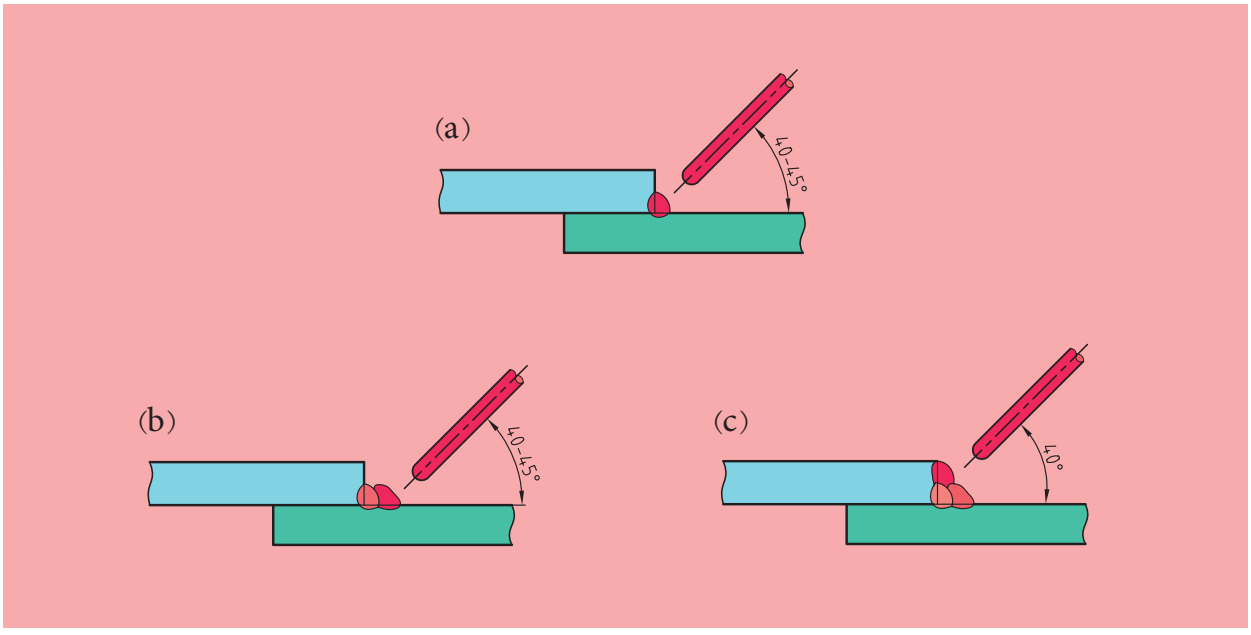
۱ـ۱۷ اصول جوشکاری لب روی هم در دو پاس



شکل ۲ـ۱۷

پاس دوم شامل دو پاس است. خط‌جوش دوم و سوم به‌عنوان پاس تقویتی بوده و زوایای آن‌ها مطابق شکل ۳ـ۱۷ خواهد بود. زاویه الکترود در جهت پیشروی نسبت به مسیر حرکت، ۸۰ ـ ۷۰ درجه است.

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



شکل ۳ـ۱۷

مطالعه آزاد

دستور کار

(۱۸۰ دقیقه)

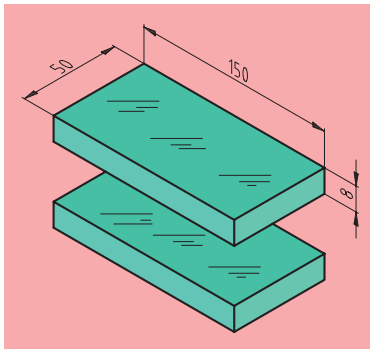
اتصال لب روی هم در حالت افقی در دو پاس

۱. دو قطعه به ابعاد ۵۰ × ۱۵۰ mm و با ضخامت ۸ mm آماده سازید و سطح آن‌ها را از آلودگی و زنگ‌زدگی تمیز کنید (شکل ۴ـ۱۷).

۲. قطعات را آماده‌سازی و با گونیا کنترل کنید (شکل ۵ـ۱۷).

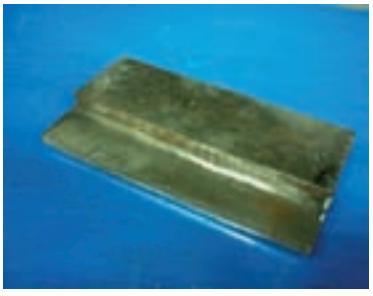
۳. دو قطعه را روی میز جوشکاری قرار داده و برای خال‌جوش‌زدن تنظیم کنید (شکل ۶ـ۱۷).

۴. دستگاه تهویه و دستگاه جوشکاری را روشن کنید و آن‌را برروی قطب مستقیم تنظیم کنید. تنظیمات شدت جریان را نیز برروی ۱۲۰ـ ۱۰۰ آمپر قرار دهید (شکل‌های ۷ـ۱۷ و ۸ـ۱۷).



شکل ۴ـ۱۷

شکل ۵ـ۱۷

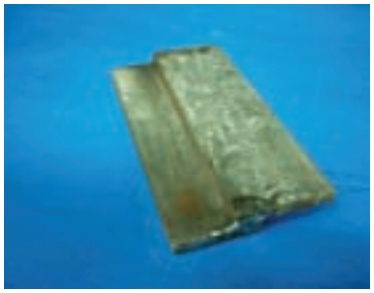


شکل ۶ـ۱۷

شکل ۷ـ۱۷

شکل ۸ـ۱۷

۵. قطعـات را مطابـق شـکل ۹ـ۱۷ لـب روی هـم خال‌جـوش بزنیـد. لبـه قطعـات بایـد کاملاً روی هم قـرار گیرند و درز آن‌ها فاصله نداشـته باشـد.



شکل ۹ـ۱۷

۷. زاویه الکترود نسـبت به لبه قطعات، طول قوس، سـرعت پیشـروی و نرخ تغذیـه را در هنـگام اجرای پاس اول کنترل کنیـد. تمرکز قوس باید روی خط درزجوش باشـد تا نفوذ کافی حاصل شـود. الکترود را در هنگام پیشـروی در امتداد درز، به‌صورت رفت و برگشتی نوسان دهید. این کار باعث پیش‌گرم شدن قطعات شده و از ورود سرباره به خط‌جوش جلوگیری می‌کند. همچنین گوشه‌ها به‌صورت کامل پر می‌شود.

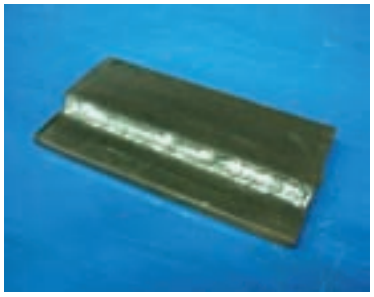
۸. سـرباره پاس اول را به‌کمک برس سـیمی کاملاً تمیز کنید و قطعه را برای پاس‌های بعدی آماده سازید (شکل ۱۰ـ۱۷).

۹. پـاس دوم را بـا کنترل زاویه الکتـرود و کوتاه نگه‌داشـتن طول قوس اجرا کنیـد. بعد از اجرای هر خط‌جوش، قطعـه کار را به هنرآموز محترم خود برای ارزشـیابی نشـان دهید. قطعه را از طرف دیگر نیز در دو پاس جوشکاری کنید (شکل ۱۲ـ۱۷).

شکل ۱۰ـ۱۷

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

شکل ۱۲ـ۱۷



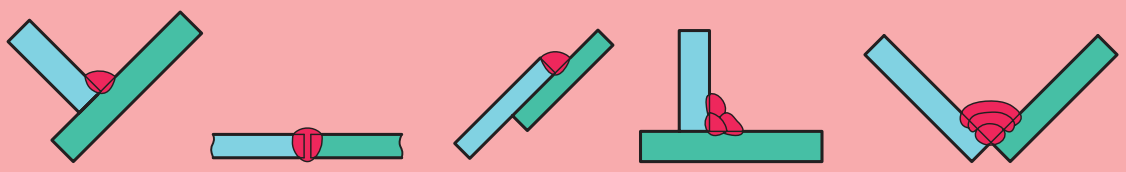
شکل ۱۱ـ۱۷

ارزشیابی پایانی

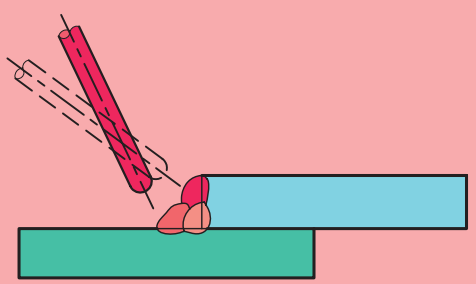
۱. در اتصالات لب روی هم، ورق با ضخامت بیشتر از ..... را در دو یا چند پاس جوشکاری می‌کنند.

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:

ـ اصول انتخاب گاز مناسب برای جوشکاری گاز را بیان کند.

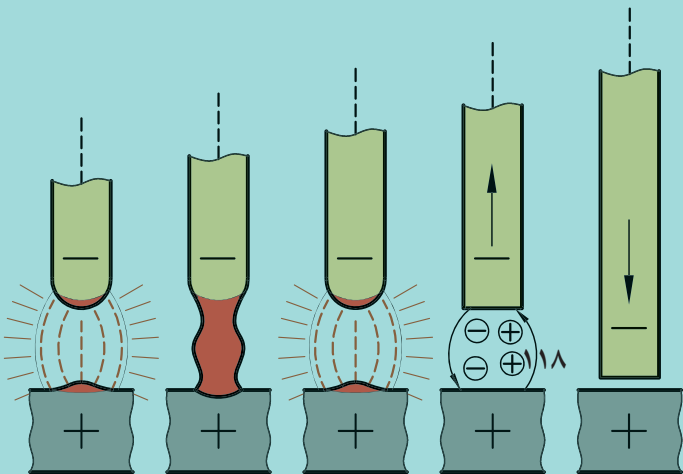
ـ روش‌های تهیه گاز استیلن را شرح دهد.

ـ ویژگی‌های کپسول‌های اکسیژن و استیلن را نام ببرد.

ـ روش‌های تهیه گاز اکسیژن را شرح دهد.

ـ انواع دستگاه‌های مولد استیلن را نام برده و کارآیی هر یک را شرح دهد.

ـ 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 به‌طور گسترده‌ای کاربرد دارد. ازجمله این صنایع می‌توان به جوشـــکاری و برشـــکاری اشاره کرد.

در این حالت گاز می‌تواند به‌عنوان عامل تولید حرارت یا محافظ جوش به‌کار رود.

در جوشکاری گازی، از حرارت ناشی از سوختن برای ذوب لبه قطعات اتصال یا ذوب مفتول، استفاده می کنیم.

شکل ۱ـ۱۸

۱ـ۱۸ گازهای قابل اشتعال

تأمین انرژی لازم برای جوشـــکاری با شـــعله گاز، از ترکیب مناسب گاز ســـوختنی با اکسیژن حاصل می‌شود. ســـوختن گاز یک واکنش شیمیایی اســـت که انرژی شـــیمیایی گاز را به انرژی حرارتی تبدیل می‌کند. مهم‌ترین گازهای قابل احتراق در جدول (۱ـ۱۸) مشـــخص شده است.

انـــرژی حرارتی هر یک از گازهای فوق متفاوت بوده که هرچه ارزش حرارتی بالاتر باشـــد، 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.

جدول ۱ـ۱۸

نوع گاز	ارزش حرارتی kj/m^3	دمای سوختن با اکسیژن خالص
استیلن (C_2H_2)	۵۶۹۰۰	۳۲۰۰° C ـ ۳۱۰۰
پروپان (C_3H_8)	۹۲۹۹۰	۲۵۳۰° C
بوتان	۱۲۲۸۰۰	۱۹۰۰° C
گاز طبیعی	۱۸۰۰۰	۲۵۴۰° C

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

ـ ارزش حرارتی بالا

ـ قابلیت اشتعال بالا

ـ جلوگیری از اکسیدشدن فلز جوش

ـ قابلیت دسترسی آسان و ارزان

نکته

سـنگ کاربید را همواره در ظروف سـر بسـته و بدون منفـذ و در مـکان خشـک نگه‌داری کنید.

۱۸ـ۲ گاز استیلن

گاز استیلن به‌علت داشتن شرایط بالا به‌طور نسبی، برای جوشکاری گاز مورد اسـتفاده قرار می‌گیرد. گاز اسـتیلن گازی بدون رنگ، بدون طعم و بدبو است. بوی بد گاز استیلن به‌علت وجود ناخالصی‌هایی همچون سولفور است.

برای ذخیره کردن گاز اسـتیلن، آن‌را با مایع اسـتون حل و به‌صورت فشرده در کپسـول ذخیره‌سازی می‌کنند (شـکل ۱۸ـ۲). حرارت ناشی از سوختن این گاز درحدود ۳۲۰۰ درجه سانتی‌گراد است.

شکل ۱۸ـ۲

۱۸ـ۳ تهیه گاز استیلن

گاز اسـتیلن بر اثر واکنش شیمیایی آب با کاربید کلسیم (CaH_2) تولید می‌شود. سـنگ کاربید نسبت به آب و رطوبت واکنش نشان می‌دهد و تولید گاز استیلن می‌کنـد و آهک مرده ($Ca(OH)_2$) بر جای می‌گذارد. سـنگ کاربید از ترکیب دو مـاده کک و آهـک زنده (اکسـید کلسـیم) در کوره الکتریکـی و در دمای ۳۰۰۰° C طبق واکنش زیر تهیه می‌شود. در شکل۱۸ـ۳ دستگاه تهیه گاز استیلن را مشاهده می کنید.

$$3C + CaO \longrightarrow C_2Ca + CO\uparrow$$

(منواکسید کربن)+ (کاربید کلسیم) ⟵ (اکسید کلسیم)+(کک)

از آن‌جا که سـنگ کاربید تجاری با ناخالصی‌هایی همراه است، لذا ضریب بهره آن نسبت به گاز استیلن خالص کم‌تر بوده و چیزی در حدود ۷۰٪ است.

شکل ۱۸ـ۳

تولید گاز اســتیلن از ســنگ کاربید و آب، یک واکنش شیمیایی گرمازاست که انفعالات شیمیایی آن عبارت است از:

$$C_2Ca + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2\uparrow + Ca(OH)_2\downarrow + Q$$

آب اکسید کلسیم — استیلن — آهک مرده — انرژی

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

شکل ۱۸ـ۴

۱۸ـ۴ مولد یا ژنراتور استیلن

مولد اســتیلن دستگاهی است برای ذخیره‌سازی گاز تولیدشده از واکنش آب با ســنگ کاربید. (شکل ۱۸ـ۴) مولدها بر اساس نوع رساندن آب به سنگ کاربید به سه دسته سقوطی، ریزشی و تماسی دسته‌بندی می‌شوند. گاز استیلن در فشار بیــش از ۲ bar قابلیت انفجار دارد، بنابراین یک مولد اســتیلن باید حتماً دارای سوپاپ اطمینان باشد تا فشار اضافه را به موقع از مخزن مولد تخلیه کند (شکل ۱۸ـ۵).

شکل ۱۸ـ۵

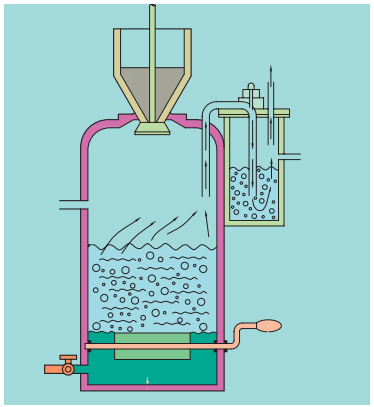
جدول ۱۸ـ۲

دسته‌بندی مولدهای استیلن								
نوع ساختار مولد			گنجایش و ظرفیت کاربید			فشار تولیدی		
تماسی	ریزشی	سقوطی	بزرگ (S)؛ (4000kg)	متوسط (I)؛ (3-20kg)	کوچک (M)؛ (1-2kg)	فشارقوی؛ (1/5bar)	فشارمتوسط؛ (0/12bar)	فشارضعیف؛ (0/04bar)

۱ـ۴ـ۱۸ مولدهای سقوطی (ثابت)

در این نوع مولدها از کاربید ریزدانه استفاده می‌شود. کاربید از طریق یک دریچه در آب سقوط کرده و گاز استیلن تولید می‌شود. رسوبات نیز از راه مجرایی در پایین خارج می‌شود (شکل ۱۸ـ۶).

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



شکل ۱۸ـ۶

۱۸ـ۴ـ۲ مولدهای ریزشی

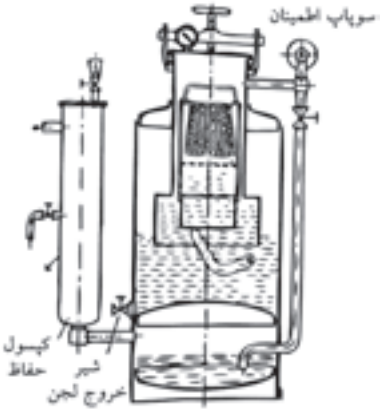
در این نوع مولدها سنگ کاربید درون یک محفظه کشویی قرار گرفته و روی آن آب ریخته می‌شود. بدین ترتیب گاز استیلن تولید شده، مطابق شکل ۱۸ـ۷ در بالای مخزن آب ذخیره‌سازی می‌شود. پس از اتمام واکنش و آزادشدن کامل گاز استیلن، هیدرات کلسیم (آهک مرده) در ظرف کشویی بر جای می‌ماند که می‌توان آن‌را با سنگ کاربید تعویض کرد. مولد ریزشی شامل مانومتر، جهت نمایش فشار گاز استیلن، سوپاپ اطمینان، فلکه آب، کشویی کاربید و درپوش‌های بدنه مولد است.

شکل ۱۸ـ۷

۱۸ـ۴ـ۳ مولدهای تماسی (متغیر)

در مولدهای تماسی، کاربید به‌طور مستقیم با سطح بالایی آب مخزن تماس یافته و گاز استیلن تولید می‌کند. در صورتی‌که فشار گاز تولیدشده بیش از حد باشد، گاز به‌سطح آب فشار آورده و آن‌را به‌قسمت جداره می‌فرستد و تماس سبد کاربید با سطح آب قطع می‌شود. اگر فشار گاز استیلن کم شود، آب موجود در جداره به قسمت مرکزی مخزن منتقل شده و با سبد کاربید تماس پیدا می‌کند (شکل ۱۸ـ۸).

در هنگام راه‌اندازی این نوع مولد باید توجه داشت که سطح آب دقیقاً زیر کاربید باشد. رسوب هیدرات کلسیم در ته سبد کاربید در آب حل شده و در انتهای مخزن جمع‌آوری می‌شود و از راه دریچه به همراه آب تخلیه خواهد شد.



شکل ۱۸ـ۸

تمامی مولدها دارای یک کپسول یا استوانه حفاظتی هستند که برای جلوگیری از برگشت اکسیژن به درون مخزن و لوله‌های استیلن درنظر گرفته شده است. برگشت اکسیژن به درون شیلنگ‌ها را پس‌زدن شعله می‌گویند (شکل ۱۸ـ۹).

شکل ۱۸ـ۹

۱۸ـ۵ کپسول استیلن

کپسول‌های استیلن از ورق فولادی با ضخامت ۵ ـ 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 bar ـ ۱۵ از گاز استیلن پر کرد.

برای ذخیره‌سازی استیلن در کپسول‌ها، از حلال استون ($Co\,CH_3\,CH_3$) استفاده می‌شـود. یک لیتر اسـتون قابلیت حل‌کردن ۲۰ لیتر استیلن را دارد. در حالی‌که یک لیتر آب تنها ۱/۰۳ لیتر گاز اسـتیلن را در خود حل می‌کند(شـکل ۱۰ـ۱۸).

در هنگام ساخت کپسول نخست آن‌را 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 ۱۱ـ۱۸و ۱۲ـ۱۸).

شکل ۱۰ـ۱۸

۶ـ۱۸ کپسول اکسیژن

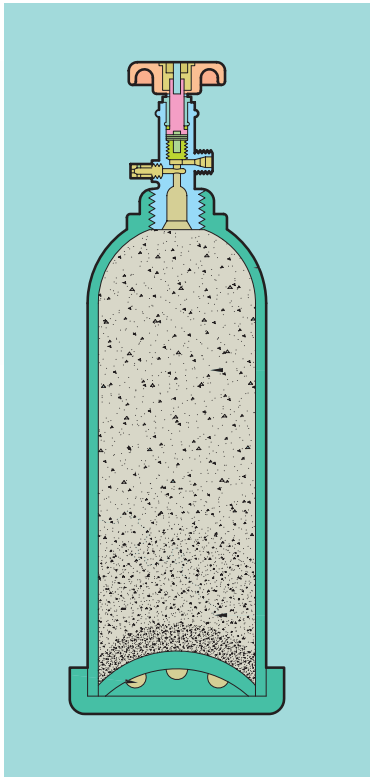
کپسول‌های اکسیژن بدون درز و با ضخامت ۸/۷۵ mm ساخته می‌شوند و توان تحمـل فشـار ۱۵۰ bar را دارند. قطر آن‌هـا ۲۰۴ mm(۸ inch) بوده و معمولاً به رنگ آبی هسـتند. کپسول اکسیژن نسبت به کپسول استیلن، دارای قطر کم‌تر و ارتفاع بیشـتری است. حجم این کپسـول‌ها معمولاً ۴۰ لیتر و گنجایش آن‌ها ۶ متر مکعب گاز بوده و در ارتفاع ۱۸۰ cm سـاخته می‌شـوند (شکل ۱۴ـ۱۸).

ویژگی‌های اکسیژن

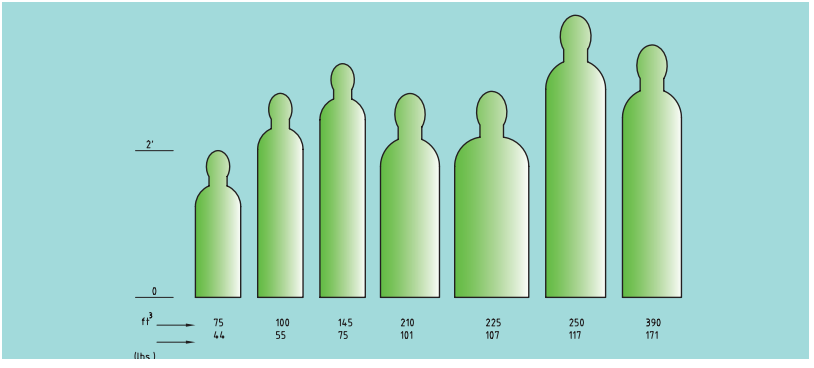
اکسیژن گازی است بی‌رنگ و بی‌بو و بدون مزه و فراوان‌ترین عنصر موجود در طبیعت است. اکسیژن در دمای $-183^{\circ}C$ به‌صورت مایع در می‌آید. گاز اکسیژن به‌تنهایی قابلیت اشتعال ندارد، ولی برای هر احتراق و اشتعالی لازم است.

تهیه اکسیژن

از آن‌جا که $\frac{7}{8}$ وزن آب و $\frac{1}{5}$ حجم هوا را اکسـیژن تشـکیل می‌دهد، لذا تهیه اکسـیژن نیز از این دو منبع صورت می‌گیرد. ۱) تجزیه الکتریکی آب (الکترولیز آب). ۲) جداسازی از هوا (با خلوص ۹۸٪).

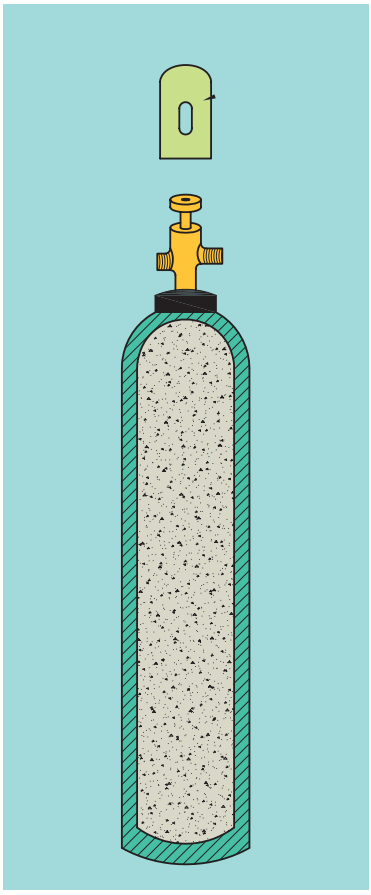


شکل ۱۱ـ۱۸



شکل ۱۲ـ۱۸

تهیه اکسیژن به‌روش 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 درحین جوشکاری باعث ایجاد حفره (مک) در جوش می‌گردد. این روش از لحاظ اقتصادی مقرون به‌صرفه است، اما در مقیاس صنعتی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.



شکل ۱۳ـ۱۸

مراحل تهیه اکسیژن از هوا عبارت‌اند از:

۱. تصفیه هوا از ناخالصی‌هایی همچون بخارآب، گرد و غبار وغیره توسط فیلترهای ویژه

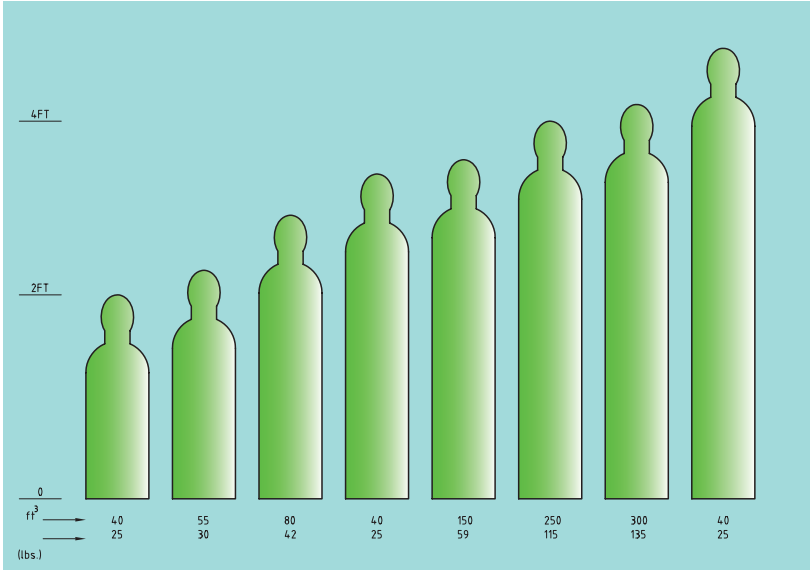
۲. متراکم کردن هوا تا فشار ۲۰۰ bar و سپس سردکردن آن تا $-۱۷۵^{\circ}C$

۳. کاهش فشار تا ۴/۳ bar و مایع‌شدن هوا (در این حالت ازت از هوای مایع خارج می‌شود)

۴. سردکردن مجدد هوای مایع تا $-۱۸۳^{\circ}C$ و به‌دست آوردن اکسیژن خالص (۹۸٪)

۵. ذخیره‌سازی اکسیژن مایع در کپسول‌ها با فشار ۱۵۰ bar

ذخیره‌سازی اکسیژن در کپسول‌ها در حالت مایع نسبت به حالت گازی‌شکل از لحاظ اقتصادی در حمل و نقل و نگه‌داری با صرفه‌تر است. به‌طوری که هر لیتر اکسیژن مایع می‌تواند به ۸۵۰ لیتر اکسیژن گازی‌شکل تبدیل شود (شکل ۱۳ـ۱۸).



شکل ۱۴ـ۱۸

دستور کار ۱

(۶۰ دقیقه)

راه‌اندازی و نصب کپسول‌های اکسیژن و استیلن

۱. برای راه‌اندازی کابین جوشکاری گاز، درصورتی‌که در هر کابین از کپسول‌های مستقلی استفاده می‌شود بایستی آن‌ها را در نزدیکی محل کابین با رعایت فاصله ایمنی قرار دهید. فاصله کپسول‌ها از کابین جوشکاری حداقل ۲/۵ متر انتخاب می‌شود (شکل ۱۴ـ۱۸).

۲. به‌منظور جابه‌جا کردن کپسول‌ها به محل کار باید از وسیله چرخ‌دار مخصوص حمل کپسول استفاده کنید. گاری بایستی قابلیت نگه‌داری و بستن کپسول‌ها را داشته باشد (شکل ۱۵ـ۱۸).

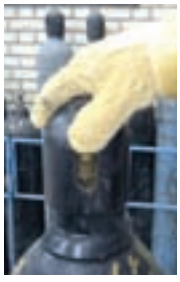
شکل ۱۴ـ۱۸

شکل ۱۵ـ۱۸

نکته

از آلوده‌شدن تمامی قسمت‌های مختلف کپسول اکسیژن با موادی مانند گریس، روغن و سایر چربی‌ها جداً خودداری شود.

شکل ۱۷ـ۱۸



شکل ۱۶ـ۱۸

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 ۱۶ـ۱۸).

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 درنتیجه نشتی گاز به‌همراه خواهد داشت (شکل ۱۷ـ۱۸).

۵. برای جلوگیری از ورود گردوغبار از دهانه کپسول به درون رگولاتور و مسدودشدن احتمالی مسیر گاز، شیر فلکه کپسول را یک بار باز و بسته کنید و سپس دهانه آن‌را با پارچه نرم، تمیز کنید (شکل ۱۸ـ۱۸).

شکل ۱۸ـ۱۸

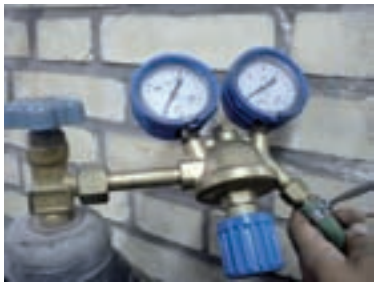
۶. مهره رگولاتور را به‌کمک آچار مناسب برروی کپسول محکم کنید. (شکل ۱۹ـ۱۸) رگولاتور گاز استیلن را نیز به‌همین ترتیب روی کپسول استیلن نصب کنید. درصورتی‌که اتصال رگولاتور استیلن به کپسول توسط گیره قلبی صورت می‌گیرد، باید پیچ گیره را تا حد امکان برروی گیره محکم کنید (شکل ۲۰ـ۱۸).

شکل ۱۹ـ۱۸

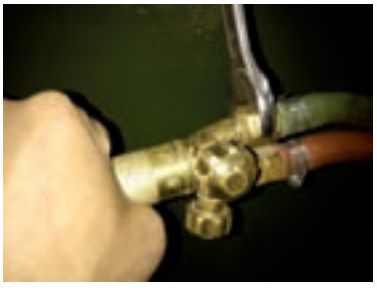
۷. شیلنگ‌های مخصوص استیلن و اکسیژن را با توجه به رنگ آن‌ها و نیز قطر داخلی شیلنگ‌ها، برروی رگولاتورهای مربوطه متصل و با بست در جای خود محکم کنید (شکل ۲۱ـ۱۸ و ۲۲ـ۱۸).

شکل ۲۰ـ۱۸

شکل ۲۱ـ۱۸



شکل ۲۲ـ۱۸



شکل ۲۳ـ۱۸

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 ۲۳ـ۱۸و ۲۴ـ۱۸).

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 ۲۵ـ۱۸).

شکل ۲۴ـ۱۸

نکته

درصورتی‌که از شـیلنگ‌های تازه و نو برای بار اول استفاده می‌کنید، قبل از بسـتن شیلنگ‌ها به مشعل، شـیرفلکه گاز کپسـول را باز کنید تا مواد نگه‌دارنده درون شیلنگ‌ها (پودر تالک) از درون آن‌ها خارج شود.

شکل ۱۸ـ۲۵

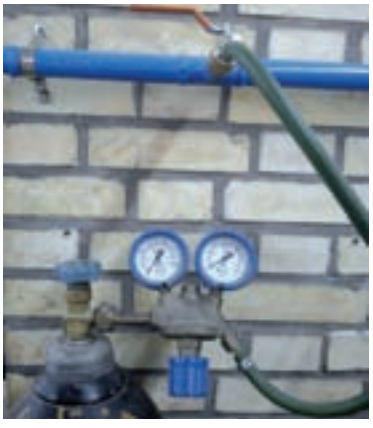
۱۰. بـرای حصول اطمینان از اتصالات شـیلنگ‌ها و رگولاتور، شـیر کپسـول اکسـیژن و اسـتیلن و سـایر محل‌های اتصال را با کف صابون برای نشت‌یابی آزمایش کنید (شکل۱۸ـ۲۶).

شکل ۱۸ـ۲۶

نکته

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

۱۱. درصورتی‌که برای جوشـکاری گاز از کابین‌هایی با لوله‌کشی گاز و سیستم پسـت 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 ۱۸ـ۲۷).



شکل ۱۸ـ۲۷

نکته

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

مطالعه آزاد

دستورکار ۲

(۱۲۰ دقیقه)

توانایی راه‌اندازی مولد استیلن (ریزشی)

شکل ۱۸ـ۲۸

۱. مولد اســتیلن را در نزدیکی محل کار (جوشکاری) قرار دهید و شیلنگ‌های آن‌را پس از بررسی از نظر سالم بودن، توسط بست برروی دستگاه نصب کنید. (شکل ۱۸ـ۲۸)

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 ۱۸ـ۲۹).

۳. اصول حفاظتی و ایمنی را رعایت کنید و تجهیزات ایمنی فردی مناســب را به‌کار گیرید.

۴. مخزن مولد را از آب پر کنید و درپوش آن‌را محکم ببندید (شکل ۱۸ـ۳۰).

شکل ۱۸ـ۲۹

شکل ۱۸ـ۳۰

۵. مخزن جانبی (کپسول حفاظتی) که برای جلوگیری از برگشت شعله است را از نظر سالم بودن بررسی کنید (شکل ۱۸ـ۳۱).

۶. از سالم بودن شیر اطمینان مولد، مطمئن شوید (شکل ۱۸ـ۳۲).

۷. درپوش ذخیره سنگ کاربید را باز کرده و کشویی آن‌را خارج کنید (شکل ۱۸ـ۳۳). چند تکه سنگ کاربید (حدود نیم کیلو) در آن قرار دهید و سپس کشویی را در جای خود قرار دهید و درپوش آن‌را محکم ببندید (شکل ۱۸ـ۳۴) و (شکل ۱۸ـ۳۵).

۸. شیر آب را به اندازه یک دور باز کنید تا مقداری آب روی سنگ کاربید ریخته شود و تولید گاز کند (شکل ۱۸ـ۳۶).

۹. فشار مقدار گاز تولید شده نباید بیش از ۲ bar باشد. درصورتی‌که فشار گاز در اثر مصرف کم شود، دوباره مقداری آب به سنگ کاربید بیفزایید تا فشار مناسب را ایجاد کند (شکل ۱۸ـ۳۷).

شکل ۱۸ـ۳۱

شکل ۱۸ـ۳۲

شکل ۱۸ـ۳۳

شکل ۱۸ـ۳۴

شکل ۱۸ـ۳۵

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

ـ هرگز درپوش کشویی مولد را درحالی‌که درون مخزن مولد فشار گاز وجود دارد، باز نکنید.
ـ 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 ۱۸ـ۳۶

شکل ۱۸ـ۳۷

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) ۱۰برابر ج) ۲۰ برابر د) ۳۰ برابر

۸. در فشار ۱/۵ 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 کاربید 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

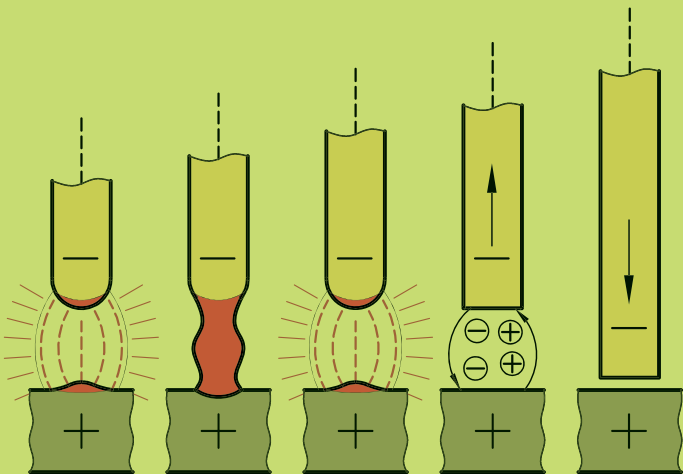
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ اصول کلی ایمنی در جوشکاری گاز اکسی‌استیلن را بیان کند.

ـ تجهیزات ایمنی فردی مورد استفاده در جوشکاری گاز را شرح دهد.

ـ اصول ایمنی و حفاظتی را در به‌کار بردن تجهیزات ایمنی جوشکاری گاز در حین انجام کار به‌کار گیرد.

ـ شرایط ایمن‌بودن محیط جوشکاری گاز را شرح دهد.



مقدمه

در جوشکاری و برشکاری با شعله گاز، به‌علت 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، به‌کارگیری تجهیزات ایمنی فردی، ایمنی در محیط جوشکاری، اجرای صحیح عملیات جوشکاری و برشکاری با گاز است.

شکل ۱ـ۱۹

۱ـ۱۹ 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 عبارت‌اند از:

عینک: شدت تابش نور حاصل از شعله اکسی‌استیلن کم‌تر از شدت نور قوس الکتریکی است و اشعه‌های مضری همچون مادون قرمز و ماوراءبنفش آن از قوس الکتریکی نسبتاً کم‌تر است (شکل ۱ـ۱۹).

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 اکسی‌استیلن 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 ۲ـ۱۹).

دستکش چرمی: در تمام طول جوشکاری یا برشکاری با گاز بایستی همواره از دستکش چرمی استفاده کنیم (شکل ۳ـ۱۹).

کلاه ایمنی: درحالتی که احتمال پاشش مذاب، برروی سر وجود داشته باشد، بایستی از کلاه ایمنی مخصوص استفاده کنیم (شکل ۴ـ۱۹).

پیش‌بند چرمی و سایر روپوش‌های حفاظتی مثل ساق‌بند دست و پا و...(شکل ۵ـ۱۹) استفاده از انبر و کارگیرهای مخصوص جهت گرفتن قطعات جوشکاری شده (شکل ۶ـ۱۹).

شکل ۲ـ۱۹

شکل ۳ـ۱۹

شکل ۴ـ۱۹

شکل ۵ـ۱۹

شکل ۶ـ۱۹

۲ـ۱۹ ایمنی تجهیزات جوشکاری و برشکاری گاز

شکل ۷ـ۱۹

به‌منظور 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 (شکل۷ـ۱۹).

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.

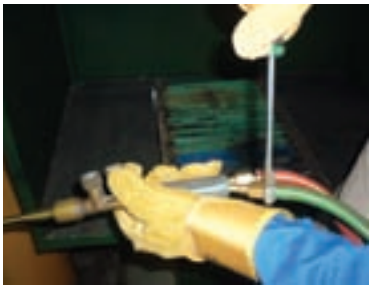
۳. شیلنگ‌های اکسیژن و استیلن دارای قطرهای متفاوتی هستند. قطر داخلی شیلنگ اکسیژن کم‌تر از قطر داخلی شیلنگ استیلن است (شکل۸ـ۱۹).

شکل ۸ـ۱۹

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 به‌صورت 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 (شکل۹ـ۱۹).



شکل ۹ـ۱۹

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 ۱۰ـ ۱۹ و ۱۱ـ۱۹).

شکل ۱۰ـ۱۹

شکل ۱۱ـ۱۹

۳ـ۱۹ ایمنی در محیط جوشکاری و برشکاری گاز

۱. توجه کنید که فضای جوشـــکاری باید همواره تهویه شود تا از تجمع گازها و بخارهای گازی و دود در محیط کارگاه جلوگیری شود.

۲. چنان‌چه کپســـول‌ها در نزدیکی میز کار قرار دارند، بایســـتی آن‌ها را در محل ثابتی قرار دهید و توسط زنجیر به پایه یا دیوار محکم کنید.

۳. درصورتی‌که محل نگه‌داری کپســـول‌ها از میز کار فاصله داشته باشد، بایستی کپســـول‌ها را به‌صورت پســـت مرکزی قرار دهید و آن‌ها را به‌وسیله کلکتور به یکدیگر متصل کنید. حتماً در محل پســـت مرکزی دســـتگاه باید تهویه مناسب نصب شود (شکل ۱۲ـ۱۹).

۴. در هنگام جوشکاری در محیط‌های سر بسته حتماً از ماسک دهنی یا ماسک با تهویه اســـتفاده کنید و از ســـالم بودن سیســـتم تهویه هوای داخل گاز مخزن اطمینان یابید (شکل ۱۳ـ۱۹).

۵. از قراردادن کپســـول‌های گاز و همچنین ظرف نگه‌داری کاربید کلســـیم در محیط‌های گرم یا در مجاورت جرقه خودداری کنید.

شکل ۱۲ـ۱۹

شکل ۱۳ـ۱۹

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 به‌طور 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 مشـــعل و جمع کردن تجهیزات، ابتدا شـــیر گاز اســـتیلن و سپس شـــیر 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

(۱۸۰ دقیقه)

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 ۱۴ـ۱۹). چون در غیر این‌صورت مقداری استون به‌همراه استیلن از کپسول خارج شده و در کیفیت جوش اختلال به‌وجود می‌آورد.

برای جلوگیری از افتادن کپسول‌ها، آن‌ها را با بست و زنجیر به حالت قائم به دیوار تکیه دهید.

ـ تهویه محل نگه‌داری کپسول‌ها را کنترل کنید.

ـ 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.

ـ درصورتی‌که از کپسول‌ها استفاده نمی‌کنید کلاهک محافظ را روی شیر کپسول بگذارید (شکل ۱۵ـ۱۹).

ـ محل نگه‌داری کپسول‌ها باید عاری از مواد سوختنی باشد و دیوارهای انبار نیز از مواد نسوز باشد.

ـ محل نگه‌داری کپسول‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که در هنگام وقوع آتش‌سوزی به‌راحتی بتوان کپسول‌ها را از منطقه خطر خارج ساخت.

ـ محل نگه‌داری کپسول‌ها از محل جوشکاری دست‌کم سه متر فاصله داشته باشد.

ـ کپسول‌های استیلن را در مقابل ضربه، حرارت و سرما محافظت کنید. در صورت یخ‌زدن محتوی کپسول، از آب گرم (نه آب جوش) استفاده کنید.

ـ اتصالات، لوله‌ها و واشرهای آب‌بندی تأسیسات استیلن را از جنس مس انتخاب نکنید، زیرا خطر انفجار را به‌دنبال 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.

ـ هرگز از اکسیژن فشرده درون کپسول برای تمیز کردن محیط کار یا لباس کار استفاده نکنید.

ـ کپسول‌ها را به‌صورت عمودی در محل مناسبی با بست و زنجیر محکم کنید و از

شکل ۱۴ـ۱۹

شکل ۱۵ـ۱۹

وارد کردن ضربه به آن‌ها خودداری کنید.

ـ از آلوده شدن و چرب شدن قسمت‌های مختلف کپسول اکسیژن جلوگیری کنید.

ـ کپسول‌ها را در محیط گرم قرار ندهید، زیرا باعث افزایش دما و فشار گاز داخل کپسول می‌شود.

ـ از غلتاندن کپسول‌ها برروی زمین خودداری کنید و برای جابه‌جایی آن‌ها از ارابه مخصوص کمک بگیرید.

ـ به‌منظور 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. هنگامی‌که رگولاتورروی 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 واردشدن به فشارسنج‌های رگولاتور شده و امکان پرت‌شدن شیشه و آسیب رسیدن به افراد وجود دارد.

۴. کاربید کلسیم را در ظرف‌های دربسته و به‌دور از رطوبت نگه‌داری کنید. به‌منظور حفاظت بهتر از کاربید 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.

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

ـ 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.

ـ درصورت استفاده از سیستم پست مرکزی، محل نگه‌داری کپسول‌ها را خارج از کارگاه درنظر بگیرید .

ـ در هنگام جوشکاری، تهویه‌ها و هواکش‌ها را روشن، و پنجره‌های کارگاه را باز کنید.

ـ در صورت استشمام بوی گاز محل اتصال شیلنگ‌ها، رگولاتورها و فلکه کپسول را با محلول آب و صابون نشت‌یابی کنید.

ـ 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.

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

نکته

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

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 به‌جای 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:

ـ تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری گاز اکسی‌استیلن را شرح دهد.

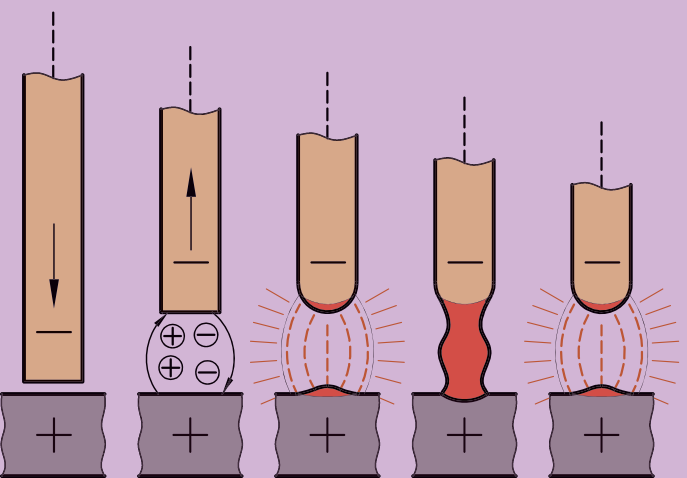
ـ تفاوت‌های میان رگولاتورهای اکسیژن و استیلن را بیان کند.

ـ ساختار و عملکرد کلی رگولاتورهای کاهنده فشار را شرح دهد.

ـ متعلقات مشعل جوشکاری را نام ببرد.

ـ نحوه اتصال شیلنگ‌های گاز به مشعل جوشکاری اکسی‌استیلن را شرح دهد.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به کاربرد تجهیزات جوشکاری گاز اکسی‌استیلن را رعایت کند.



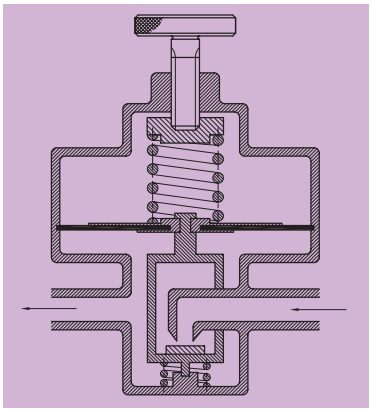
مقدمه

شکل ۱ـ۲۰

در جوشکاری با گاز اکسی‌استیلن تجهیزات و ادوات مخصوصی به‌کار می‌رود که آشنایی و نحوه به‌کارگیری آن‌ها برای یک جوشکار ضروری است. در فصل‌های پیش، گاز اکسیژن و استیلن، چگونگی تولید آن‌ها و همچنین کپسول‌های گاز معرفی شدند. سایر تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری گاز عبارت‌اند از: رگولاتورهای کاهنده فشار، شیلنگ‌ها و اتصالات، مشعل جوشکاری و سربک، فندک و عینک جوشکاری.

۱ـ۲۰ رگولاتورهای کاهنده فشار

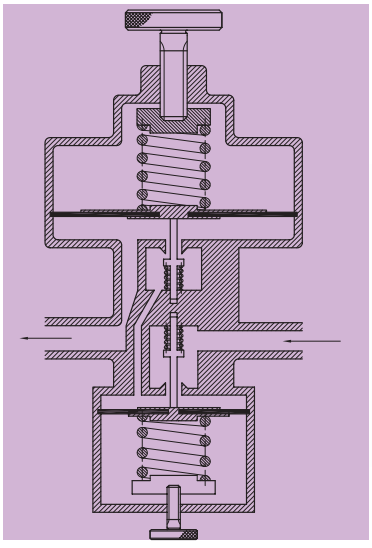
ذخیره‌سازی گاز در کپسول‌ها با فشار بالایی صورت می‌گیرد. فشار گاز اکسیژن در کپسول، تا حدود ۱۵۰ bar و فشار گاز استیلن در کپسول، در حدود ۱۵ bar است که این فشار بالا برای جوشکاری مناسب نیست. بنابراین برای دست‌یابی به فشار مناسب برای جوشکاری از رگولاتورهای کاهنده فشار استفاده می‌کنیم (شکل ۱ـ۲۰). میزان فشار مناسب برای جوشکاری گاز به اندازه مشعل بستگی دارد و مقدار آن برای گاز اکسیژن ۳ـ ۲/۵ اتمسفر و برای گاز استیلن ۰/۷ـ ۰/۱ اتمسفر است.



شکل ۲ـ۲۰ رگولاتور یک‌مرحله‌ای

هر رگولاتور دو وظیفه کلی دارد:

- **کاهش فشار گاز کپسول**
- **تنظیم و تثبیت فشار گاز خروجی جهت مصرف.**



شکل ۳ـ۲۰ رگولاتور دومرحله‌ای

رگولاتورها در دو نوع یک‌مرحله‌ای و دومرحله‌ای ساخته می‌شوند (شکل ۲ـ۲۰) و (شکل ۳ـ۲۰).

در رگولاتورهای کاهش فشار یک‌مرحله‌ای، افت فشار کپسول باعث افت فشار گاز در خروجی رگولاتور نیز می‌گردد، ولی در رگولاتورهای کاهش فشار دومرحله‌ای، فشار گاز خروجی در مشعل تا پایان یافتن گاز درون کپسول، ثابت باقی می‌ماند. رگولاتورهای دومرحله‌ای نوسان فشار گاز را در هنگام جوشکاری خنثی می‌کند و فشار یکنواختی را فراهم می‌سازد. رگولاتورها همچنین دارای دو فشارسنج (مانومتر) و یک سوپاپ اطمینان هستند (شکل ۴ـ۲۰).

شکل ۴ـ۲۰

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

فشار گاز توسط شیر پایین رگولاتور قابل تنظیم است (شکل ۵ـ۲۰).

رگولاتورهای کاهنده فشـــار برای اکســـیژن و استیلن از نظر سیستم عملکرد داخلی مشابه هم هستند.

ـ تفاوت‌های رگولاتورهای کاهنده فشار:

۱. نحوه اتصال به کپســـول: رگولاتورهای اکســـیژن معمولاً توسط مهره به سر کپسول متصل می‌شوند، درحالی‌که رگولاتورهای گاز استیلن را توسط یک گیره قلبی به سیلندر گاز اتصال می‌دهیم (شکل ۶ـ۲۰) و (شکل ۷ـ۲۰).

۲. درجه‌بندی فشارســـنج‌ها: فشارســـنج اول رگولاتور مربوط به اکســـیژن در قسمت کپســـول دارای درجه‌بندی تا ۳۰۰ bar (۳۰۰ kg/m^2) است، درحالی‌که فشارسنج اول گاز استیلن در قسمت کپسول ۴۰ـ ۳۰ bar درجه‌بندی شده است (شکل‌های ۸ـ۲۰ و ۹ـ۲۰).

شکل ۵ـ۲۰

شکل ۶ـ۲۰

شکل ۷ـ۲۰

شکل ۸ـ۲۰

شکل ۹ـ۲۰

۲ـ۲۰ مشعل جوشکاری

مشـــعل جوشکاری گاز وسیله‌ای اســـت که برای ترکیب گاز ســـوختنی با گاز اکسیژن به میزان معین مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۱۰ـ۲۰).

مقدار گاز سوختنی و اکسیژن خروجی از مشعل قابل تنظیم بوده و به‌همین دلیل می‌توان شعله‌های مورد نیاز را تنظیم کرد (شکل ۱۱ـ۲۰). اجزای تشکیل‌دهنده یک مشعل عبارتند از:

۱. شیرهای سوزنی تنظیم گاز

۲. دسته مشعل

۳. لوله اختلاط گاز

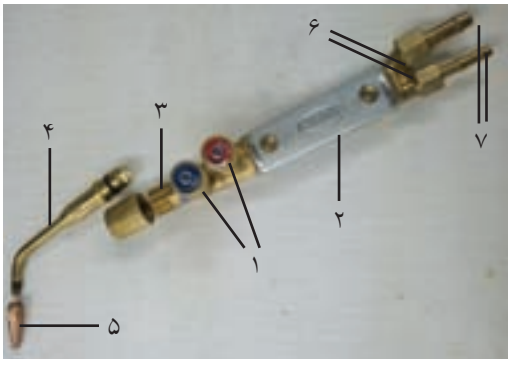
۴. لوله نازل

۵. سر مشعل

۶. پیچ‌های اتصال شیلنگ‌ها به مشعل

۷.دهانه ورودی گاز (پستانک)

شکل ۱۰ـ۲۰



شکل ۱۱ـ۲۰

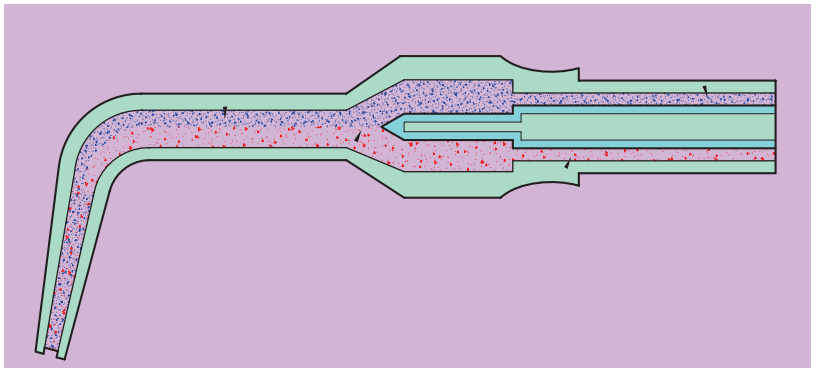
گاز اســتیلن و اکســیژن از راه شــیلنگ‌ها وارد مشعل می‌شــوند و مقدار آن‌ها توسط شیرهای سوزنی تنظیم فشار موجود برروی دسته مشعل قابل تنظیم است (شکل‌های ۱۲ـ۲۰ و ۱۳ـ۲۰).

شکل ۱۲ـ۲۰

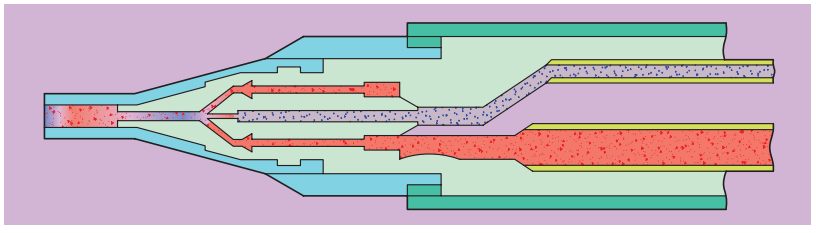
مشعل‌های جوشکاری در انواع فشار قوی و فشار ضعیف ساخته می‌شوند. نوع فشار قوی آن در مواردی به کار می‌رود که فشار گاز استیلن و اکسیژن با هم برابر باشند. در این حالت نسبت اختلاط گازها ۱:۱ خواهد بود (شکل ۱۴ـ۲۰).

در مشعل‌های فشار ضعیف (انژکتوری)، گاز استیلن با فشار پایین‌تری مورد اســتفاده قرار می‌گیرد. قسمت انژکتوری شــامل سوراخی است که اطراف آن‌را روزنه‌هایی فرا گرفته است. گاز اکسیژن از سوراخ مرکزی با فشار ۳ ـ ۱ اتمسفر عبور کرده و گاز اســتیلن را از روزنه‌های اطراف به محفظه انژکتور می‌کشاند و اختلاط گازها در آن‌جا صورت می‌گیرد (شکل ۱۵ـ۲۰).

شکل ۱۳ـ۲۰



شکل ۱۴ـ۲۰



شکل ۱۵ـ۲۰

نکته

مشعل‌های فشــارضعیف بیشــتر در مــواردی به‌کار می روند که فشــار استیلن تولیــدی پاییــن باشــد (مانند مولدهای اســتیلن) درحالی‌کــه مشــعل‌های فشــارقوی برای استیلن با فشار بالا مانند کپسول‌های استیلن مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲۰ـ۳ سر مشعل‌ها

به‌منظور جوشکاری قطعات با ضخامت‌های مختلف از سرمشعل‌های سربک‌های مختلفی استفاده می‌شود. درجه‌بندی سرمشعل‌ها در یکی از حالت‌های زیر صورت می‌گیرد (شکل ۱۶ـ۲۰):

- **بر اساس ضخامت قطعات (۱ـ۲ mm یا ۲ـ۴ mm)**
- **بر اساس قطر سوراخ سرمشعل (از شماره ۱۵ـ ۰)**
- **بر اساس مصرف گاز استیلن در ساعت (شماره ۱۰۰ یعنی در هر ساعت ۱۰۰ لیتر گاز مصرف می‌شود)**

شکل ۱۶ـ۲۰

شکل ۱۷ـ۲۰

معمول‌ترین درجه‌بندی بر اساس قطر سوراخ سربک صورت می‌گیرد (شکل‌های ۱۷ـ۲۰ و۱۸ـ۲۰). در هنگام جوشکاری، دهانه به‌علت جرقه‌ها و کربن و دوده و اکسیدهای فلزی تنگ و مسدود می‌شود که برای تمیزکاری آن از سوهان‌های سوزنی ویژه‌ای استفاده می‌شود (شکل ۱۹ـ۲۰).

شکل ۱۸ـ۲۰

شکل ۱۹ـ۲۰

جدول زیر نحوه انتخاب سـربک مناسب با توجه به ضخامت قطعه‌کار و میزان فشار گاز را مشخص می‌کند.

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

شکل ۲۰ـ۲۰

شکل ۲۱ـ۲۰

۴ـ۲۰ـ شیلنگ‌ها و سرشیلنگ‌ها

از شـیلنگ‌ها برای رساندن گاز از کپسـول به مشعل استفاده می‌شود. شیلنگ‌ها توسـط سرشیلنگ‌ها به مشعل متصل می‌شوند(شکل ۲۱ـ۲۰). 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 ۲۰ـ۲۰).

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 ۲۲ـ۲۰

۵ـ۲۰ـ فندک

از این وسیله برای روشن کردن مشعل جوشکاری استفاده می‌شود (شکل۲۲ـ۲۰). فندک‌ها به‌صورت سـنگی یا الکتریکی موجود هستند و در شرایطی‌که تعدادی هنرجو در حال فراگیری جوشـکاری باشـند از شمعک‌هایی که برروی هر میز قرار دارد، استفاده می‌کنند (شکل ۲۳ـ۲۰).

شکل ۲۳ـ۲۰

دستور کار

(۱۸۰ دقیقه)

راه‌اندازی و به‌کارگیری تجهیزات لازم برای جوشکاری گاز

۱. وسایل ایمنی فردی از قبیل روپوش مناسب، دستکش چرمی، پیش‌بند و ساق‌بند چرمی، کفش و کلاه ایمنی را آماده و استفاده کنید (شکل ۲۴ـ۲۰)

۲. از پر بودن کپسول استیلن و اکسیژن اطمینان حاصل کنید.

۳. رگولاتورهای مخصوص اکسیژن و استیلن را آماده سازید (شکل ۲۵ـ۲۰ و ۲۶ـ۲۰).

۴. شیلنگ‌های مخصوص گاز استیلن و اکسیژن را آماده کنید و بست‌های لازم برای محکم کردن شیلنگ‌ها را تهیه کنید (شکل ۲۷ـ۲۰)

۵. مشعل جوشکاری و سربک‌های 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 تنظیف پاک‌کننده، از آلودگی تمیز کنید (شکل ۲۸ـ۲۰).

۶. رگولاتور اکسیژن و استیلن را پس از برداشتن کلاهک محافظ کپسول و تمیز کردن پیچ کپسول، توسط آچار مخصوص برروی کپسول نصب کنید.

۷. شیلنگ اکسیژن دارای قطر داخلی کم‌تری نسبت به شیلنگ استیلن است. همچنین اتصالات شیلنگ‌ها در محل خروجی رگولاتورها، با قطرهای متفاوتی درنظر گرفته می‌شود تا از بستن اشتباه شیلنگ‌ها خودداری شود. مهره اتصال شیلنگ اکسیژن به رگولاتور راست‌گرد بوده و مهره اتصال شیلنگ استیلن به رگولاتور چپ‌گرد است.

شکل ۲۴ـ۲۰

شکل ۲۵ـ۲۰

شکل ۲۶ـ۲۰

شکل ۲۷ـ۲۰

شکل ۲۸ـ۲۰

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

شکل ۲۰ـ۲۹

۸. بعد از نصب شیلنگ، آن‌را با بست محکم کنید (شکل ۲۰ـ۲۹).

۹. انتهای دیگر شیلنگ‌ها را به ورودی‌های مشعل متصل کنید.(شکل) ورودی مشعل نیز برای اکسیژن و استیلن متفاوت است. مهره اتصال شیلنگ استیلن به‌صورت چپ‌گرد و با شیار Vشکل است، اما مهره اتصال شیلنگ اکسیژن به‌صورت راست‌گرد و ساده است. اتصالات را با آچار، و شیلنگ‌ها را با بست محکم کنید (شکل ۲۰ـ۳۰).

شکل ۲۰ـ۳۰

۱۰. لوله نازل مشعل مناسب با کار را انتخاب کنید.

۱۱. سرمشعل‌های مناسب با ضخامت قطعه‌کار را انتخاب کرده و روی لوله نازل مشعل متصل کنید (شکل ۲۰ـ۳۱).

شکل ۲۰ـ۳۱

۱۲. شیرهای سوزنی اکسیژن و استیلن را برروی 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 ۲۰ـ۳۲).

شکل ۲۰ـ۳۲

۱۴. شیرهای فلکه کپسول استیلن را یک دور و شیر کپسول اکسیژن را به‌طور کامل باز کنید. سپس پیچ های 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 $\frac{3}{4}$ دور باز کرده و فندک را در فاصله ۲/۵ سانتی‌متری انتهای سربک نگه دارید و آن‌را روشن کنید. این کار را به‌سرعت انجام دهید تا از هدر رفتن گاز جلوگیری شود. سپس شیر سوزنی گاز اکسیژن را به آرامی باز کنید (شکل ۲۰ـ۳۳).

شکل ۲۰ـ۳۳

نکته

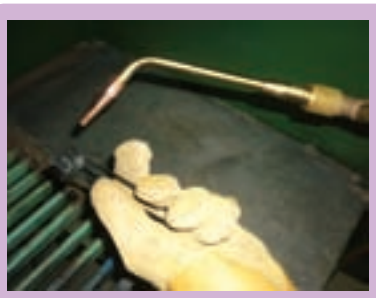
در این مرحله شیر استیلن را به اندازه کافی باز کنید. در غیر این‌صورت شعله با دود همراه خواهد بود.

نکته

ـ از روشن کردن مشعل با کبریت یا فندک‌های شعله‌ای کوتاه خودداری کنید، چون امکان سوختن دست توسط شعله استیلن وجود دارد.

ـ در روشن کردن مشعل، سربک را رو به پایین گرفته و آن را روی میز روشن کنید (شکل ۲۰ـ۳۴).

ـ از روشن کردن مشعل توسط مشعل دیگران خودداری کنید.



شکل ۲۰ـ۳۴

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 ۲۰ـ۳۵ و ۲۰ـ۳۶ و ۲۰ـ۳۷).

۱۷. در صورت بروز هرگونه اشکال در هنگام کار، موارد را به هنرآموز محترم خود گزارش کنید.

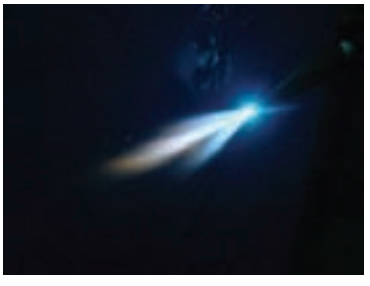
۱۸. شیر فلکه کپسول‌ها را بسته و برای خارج‌شدن گاز موجود در شیلنگ‌ها، شیرهای سوزنی مشعل را باز کنید تا گاز خارج شود و سپس آن‌ها را مجدداً ببندید (شکل ۲۰ـ۳۸).

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 ۲۰ـ۳۵

شکل ۲۰ـ۳۸



شکل ۲۰ـ۳۷

شکل ۲۰ـ۳۶

ارزشیابی پایانی

۱. تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری گاز اکسی‌استیلن 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 دومرحله‌ای نسبت به یک‌مرحله‌ای 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. شـــیلنگ‌های با قطر داخلی ۴/۵ mm برای تأمین حداکثر فشـــار ..... 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:

ـ انواع شعله را بیان کند.

ـ روش ایجاد انواع شعله را شرح دهد.

ـ اصول و مشخصات شعله خنثی را بیان کند.

ـ عوامل مؤثر بر شعله در هنگام کار را بیان کند.

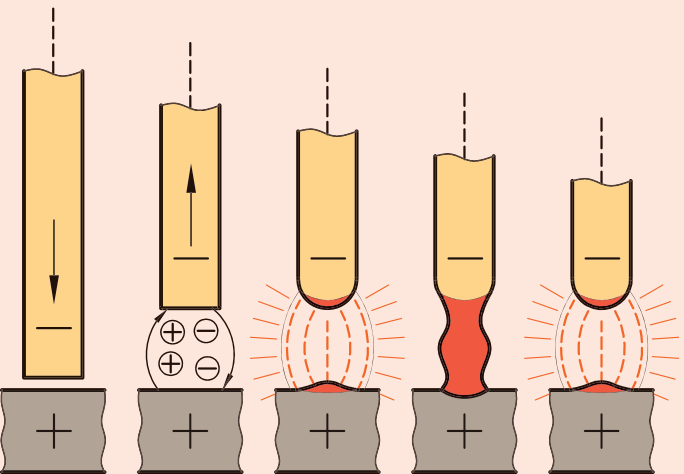
ـ دلایل به تأخیر افتادن شعله را شرح دهد.

ـ اصول مربوط به تشکیل حوضچه مذاب و هدایت آن‌را شرح دهد.

ـ حوضچه مذاب را تشکیل دهد.

ـ حوضچه مذاب را هدایت کند.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری گاز اکسی‌استیلن را در حین انجام کار به‌کار بندد.



مقدمه

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

نکته

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

۱ـ۲۱ روشن کردن مشعل جوشکاری

به‌منظور تشـــکیل شعله برروی مشعل، ابتدا سربک(پســـتانک) 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 ۱ـ۲۱ و ۲ـ۲۱).

گاز خروجی از مشـــعل را توســـط شیرهای ســـوزنی تنظیم می‌کنیم. می‌توان ســـه نوع شـــعله ایجاد کرد که در این‌جا به شـــرح هر یک از آن‌ها می‌پردازیم.

شکل ۱ـ۲۱

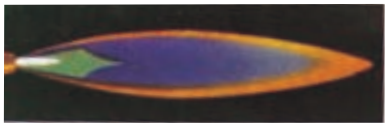
۱. شعله احیاکننده

با روشـــن کردن مشـــعل توسط گاز اســـتیلن، شیر گاز اکســـیژن را به‌تدریج باز می‌کنیـــم تا شـــعله ایجاد گردد. درصورتی‌که میزان گاز اســـتیلن نســـبت به گاز اکســـیژن بیشتر باشد، شعله احیاکننده اســـت. در این حالت شعله از سه قسمت کاملاً جداگانه تشکیل شده است. (شکل‌های ۴ـ۲۱ و ۵ـ۲۱)

این ســـه قسمت شامل مخروط داخلی، مخروط میانی و مخروط بیرونی است. شـــعله احیا کننده دارای اســـتیلن اضافی بوده و جوشکاری با آن باعث افزایش کربن در فلز جوش خواهد شد. به‌علت سوختن ناقص شعله احیا کننده، بازدهی حرارتی آن کم بوده و برای جوشـــکاری فولادهای معمولی مناســـب نیست. از موارد کاربرد این شـــعله می‌توان به جوشـــکاری چدن، فلـــزات زودگداز، لحیم سخت یا (نقره‌جوش) و همچنین گرم کردن قطعات اشاره کرد.

شکل ۲ـ۲۱

شکل ۳ـ۲۱

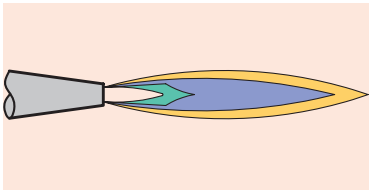


شکل ۴ـ۲۱

شکل ۵ـ۲۱

۲.شعله خنثی

شـــعله خنثی از ســـوختن کامل گاز استیلن ایجاد می‌شـــود. برای تشکیل شعله خنثی، شـــعله‌ای که در حالت احیا تشـــکیل شده است را با کم کردن مقدار گاز استیلن یا با افزودن گاز اکسیژن، به‌وجود می‌آوریم. در این‌حالت مخروط میانی و مخروط داخلی بر یکدیگر منطبق شـــده و شـــعله دوقســـمتی (دومخروطی) خواهد بود. شـــعله خنثی بالاترین درجه حرارت را برای ذوب‌شـــدن فلز ایجاد می‌کند (شکل‌های ۶ـ۲۱ و ۷ـ۲۱)



شکل ۶ـ۲۱

شکل ۷ـ۲۱

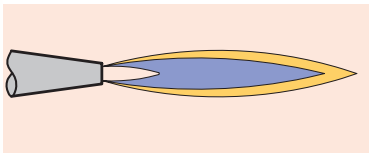
میزان اکســـیژن و استیلن خروجی از مشعل برابر بوده و مابقی اکسیژن لازم برای سوختن گاز از هوا تأمین می‌شود.

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

گازهای حاصل از ســـوختن کامل اســـتیلن با اکسیژن، شامل دی‌اکسیدکربن (CO_2) و بخـــار آب (H_2O) می‌شـــود که هیچ‌گونه میل ترکیبی با اکســـیژن هوا ندارند. به‌همین دلیل این شـــعله را خنثی گویند. مهم‌ترین مزیت چنین شعله‌ای این اســـت کـــه هیچ‌گونه تغییراتی در بافت فلزات پایـــه ایجاد نمی‌کند، یعنی نه موادی به آن می‌افزاید و نه موادی از آن می‌کاهد. همین ویژگی، باعث می‌شود که آن‌را به پرمصرف‌ترین نوع شعله تبدیل کرده است.

۳. شعله اکسید کننده

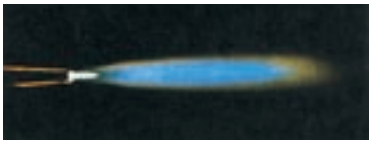
درصورتی‌که میزان اکسیژن خروجی بیشتر از گاز استیلن باشد، شعله اکسیدکننده به‌وجـــود می‌آید. در این‌حالت با باز کردن شـــیر گاز اکســـیژن، مخروط داخلی کوتاه‌تر و باریک‌تر می‌شـــود و شعله به رنگ ارغوانی درمی‌آید. مخروط بیرونی نیز با صدا بوده و به‌طور ناهمگون می‌سوزد (شکل ۸ـ۲۱ و ۹ـ۲۱)



شکل ۸ـ۲۱

جوشـــکاری با این شـــعله با پاشش جرقه همراه بوده و باعث اکسیده شدن اتصال و سطح کار شده و جوش شکننده‌ای را به‌وجود می‌آورد.

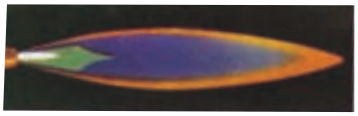
در هنگام ذوب فلزات با این شعله، کف سفید رنگی برروی سطح فلز ایجاد شـــده که پس از سرد شدن، سطح آن براق می‌شـــود. از این شعله هیچ‌گاه برای جوش دادن فلزاتی مانند آلومینیم و آلیاژهای آن که نسبت به اکسیژن حساسیت دارند، استفاده نمی‌شود.



شکل ۹ـ۲۱

۲ـ۲۱ تنظیم و کنترل شعله در هنگام کار

بعد از روشـــن کردن شعله و تنظیمات اولیه آن، در هنگام کار و ایجاد حوضچه مذاب، به‌دلایل مختلفی ممکن اســـت شعله از تنظیم خارج شود. بنابراین کنترل و تنظیم دائم برروی شعله گاز در هنگام کار ضروری است (شکل ۱۰ـ۲۱).



شکل ۱۰ـ۲۱

از جمله این عوامل که باعث تغییرات شعله می‌گردند، عبارت‌اند از:

ـ نوسان‌های جزئی گاز از رگولاتور

ـ چرخش جزئی شیر سوزنی گازها برروی مشعل

۳ـ۲۱ به تأخیر افتادن شعله

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

ـ نگه‌داشتن بیش از اندازه مشعل در یک نقطه از کار و افزایش گرمای حوضچه مذاب

ـ تماس سربک با قطعه کار است.

ـ گرم شدن بیش از اندازه سربک

ـ وجود آلودگی و مسدود شدن سوراخ سربک

ـ جوشکاری با سربک نامناسب

ـ کاهش فشار یکی از گازها در مشعل

۴ـ۲۱ پس‌زدن شعله

اگر شعله روشن وارد مشعل جوشکاری شود، این‌حالت را پس‌زدن شعله گویند. در این شرایط شعله با صدای زیر و هیس‌مانندی می‌سوزد که باید فوراً شعله را خاموش و مجدداً تنظیم کرد. دلایل پس‌زدن شعله عبارت‌اند از:

ـ خراب بودن شیرهای سوزنی

ـ مسدود شدن سربک

ـ نامتناسب بودن فشار گازهای اکسیژن و استیلن

درصورتی‌که فشـــار یکی از گازها بیش از حد باشد، شعله با صدا توأم می‌شود.

عیوب جوشکاری با این شعله عبارت‌اند از:

ـ ترشح فلز مذاب در کناره‌های حوضچه

ـ کیفیت پایین سطح جوش و گرده‌جوش

ـ نفوذ ناقص جوش

ـ غیر یکنواختی موج‌های گرده‌جوش

برای خاموش کردن شـــعله ابتدا بایستی شیر سوزنی مربوط به گاز استیلن بسته شود و سپس شیر سوزنی گاز اکسیژن را ببندیم (شکل‌های ۱۱ـ۲۱ و ۱۲ـ۲۱). این عمل به‌دلیل جلوگیری سوخته شدن استیلن و تولید دوده است. سپس شیر فلکه کپسول اکسیژن و استیلن را بسته و شیرهای سوزنی مشعل را باز می‌کنیم تا فشار گاز موجود در شیلنگ‌ها تخلیه شود. در پایان شیرهای سوزنی مجدداً بسته می‌شوند.

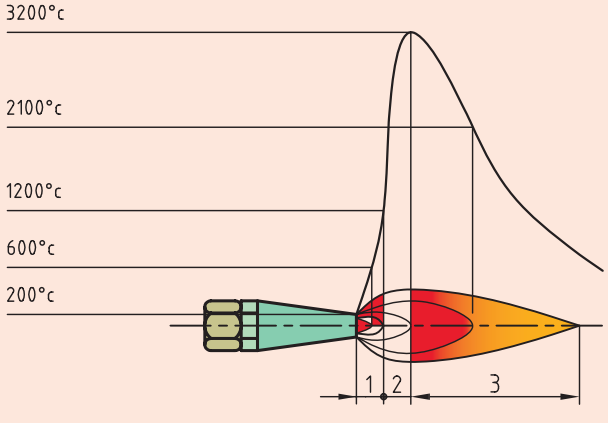
شکل ۱۱ـ۲۱

شکل ۱۲ـ۲۱

۵ـ۲۱ تشکیل حوضچه مذاب به‌کمک شعله خنثی

تشـــکیل حوضچه مـــذاب و هدایت صحیح آن از اصول اولیه جوشـــکاری گاز اســـت. برای دســـت‌یابی به حوضچه مذاب مطلوب بایستی شعله تنظیم بوده و چگونگی حرکت دست جوشکار به‌صورت درست انجام گیرد.

چون بیشـــترین درجه حرارت تولیدشـــده در شـــعله خنثی تشکیل می‌شود، بهترین موقعیت برای جوشـــکاری و تشـــکیل حوضچه مـــذاب در فاصله ۵ـ ۲ میلی‌متری نوک مخروط داخلی است، زیرا نقاط دورتر یا نزدیک‌تر شعله دارای حرارت کم‌تری بوده و جوشـــکاری با چنین حرارتی بر حوضچه مذاب و خط جوش تأثیر منفی می‌گذارد (شکل‌های ۱۳ـ۲۱ و ۱۴ـ۲۱).



۱. مخروط داخلی

۲. ناحیه جوشکاری ۵ـ۲ mm

۳. شعله لرزان

شکل ۱۳ـ۲۱ نمودار تغییرات درجه حرارت بر حسب فاصله نوک مشعل

شکل ۱۴ـ۲۱

دستورکار ۱

(۱۲۰ دقیقه)

تشکیل شعله خنثی و ایجاد حوضچه مذاب

۱. یک ورق با ضخامت ۲ mm و ابعاد ۱۰۰ mm × ۲۰۰ آماده کنید (شکل ۱۵ـ۲۱).

۲. پوشیدن لباس کار و تجهیزات و وسایل ایمنی فردی را جهت جوشکاری گاز اکسی استیلن به‌کار بگیرید و اصول حفاظتی را رعایت کنید (شکل ۱۶ـ۲۱).

۳. اصول ذکر شده جهت نصب و راه‌اندازی تجهیزات لازم برای جوشکاری گاز را مطابق با دستورالعمل‌های بیان‌شده در دستور کار قبل به‌کار بندید.

۴. شیر سوزنی مربوط به گاز استیلن را به اندازه $\frac{1}{4}$ باز کنید و با قراردادن فندک در فاصله ۲/۵ سانتی‌متری نوک مشعل، آن‌را روشن کنید (شکل ۱۷ـ۲۱). 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 این‌حالت 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 ۱۵ـ۲۱

شکل ۱۶ـ۲۱

شکل ۱۷ـ۲۱

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

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

۹. درصورت نیاز می‌توانید سربک‌های مشعل را تعویض کنید. برای این کار از آچار مخصوص ســـربک اســـتفاده کنید، چون درغیر این‌صورت مهره آن آسیب می‌بیند. همچنین سربک را پس از سردشدن تعویض کنید، زیرا درصورت گرم بودن، امکان بریدن آن وجود دارد (شکل ۱۸ـ۲۱).

۱۰. برای ایجاد جوش‌های با کیفیت بالا، باید سربک‌ها را همواره تمیز نگه‌داشت. بدین‌منظور از جعبه تنظیف استفاده کنید (شکل ۲۳ ـ۲۱).

۱۱. مشعل را روشن کرده و آن‌را برای ایجاد یک حوضچه مذاب کوچک برروی کار آماده ســـازید. مشـــعل را به یکی از دو روش در دســـت بگیرید (شکل‌های ۱۹ـ۲۱ و ۲۰ـ۲۱).

۱۲. مشـــعل را بـــه ســـطح ورق نزدیک کنیـــد، به‌طوری که نوک مشـــعل تا کار فاصله‌ای در حدود ۲ میلی‌متر داشـــته باشـــد. مشعل را آن‌قدر نگه‌دارید تا سطح کار شروع به ذوب شدن کند. سپس مشعل را جدا کنید.

۱۳. مشـــعل را در حالـــت اکســـیدی و حالـــت احیا تنظیم کنیـــد و با هریک از شعله‌ها، یک حوضچه مذاب تشکیل دهید (شکل ۲۱ـ۲۱).

۱۴. هر ســـه حوضچه را با هم مقایســـه کنید و نتیجه را به هنرآموز محترم خود برای بررسی و ارزش‌یابی نشان دهید (شکل ۲۲ـ۲۱).

۱۵. در پایـــان کار اصـــول ایمنی و حفاظتـــی مربوط به جمـــع‌آوری تجهیزات جوشـــکاری گاز را رعایت کنید و پس از تحویل وســـایل به انبار، محل کار را نظافت کنید.

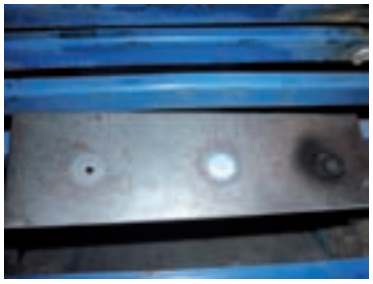
شکل ۱۸ـ۲۱

شکل ۱۹ـ۲۱

شکل ۲۰ـ۲۱

شکل ۲۱ـ۲۱

شکل ۲۳ـ۲۱



شکل ۲۲ـ۲۱

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 پس زدن 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:

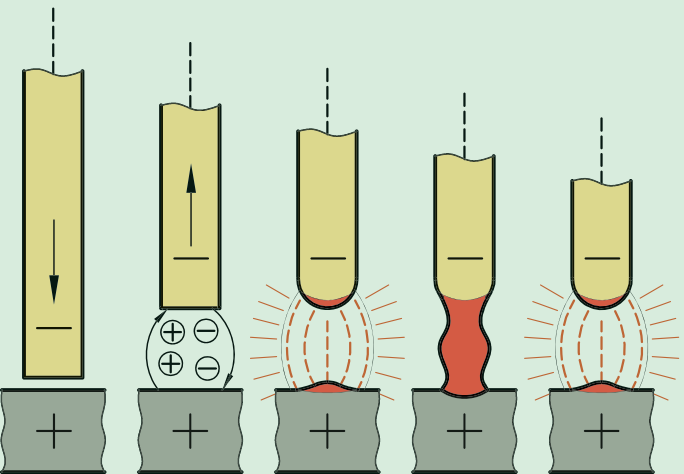
ـ اصول ایمنی و حفاظتی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن را به کار بندد.

ـ روش تشکیل حوضچه مذاب و هدایت آن‌را شرح دهد.

ـ عوامل مؤثر بر ذوب سطحی فولادها را بیان کند.

ـ روش‌های تنظیم مشعل جوشکاری را شرح دهد.

ـ تأثیرات سرعت پیشروی مشعل بر کیفیت حوضچه مذاب را بیان کند.



مقدمه

شکل ۱ـ۲۲

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

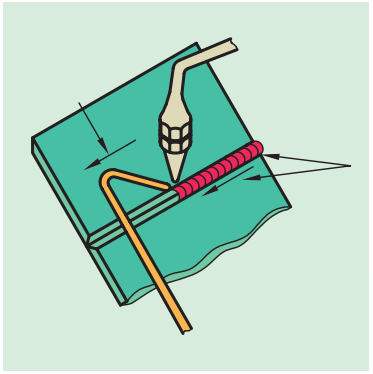
۱ـ۲۲ ذوب سطحی

جوشـکاری گاز بدون مفتول معمولاً برای قطعـات نازک با ضخامتی کمتر از ۲ mm صورت می‌گیرد. با تشـکیل حوضچه مذاب در فاصله مناسـب از نوک مشعل، بایسـتی بتوان آن‌را در مسیر جوش هدایت کرد به‌گونه‌ای که قطعه کار سوراخ نشود و ذوب به‌صورت کامل انجام گیرد (شکل ۱ـ۲۲).

شکل ۲ـ۲۲

ذوب سـطحی به حالتی اطلاق می‌شـود که در آن به کمک حرارت شـعله، سـطح یا لبه قطعات ذوب شـوند و فلز مذاب در ناحیه حوضچه مذاب با هم درآمیزد و جوشـکاری بدون مفتول انجام شود. مشـخصات تشکیل حوضچه مذاب به‌کمک ذوب سـطحی برروی ورق بدین‌ترتیب اسـت:

ـ سطح جوش کاملاً صاف بوده و اندکی گودی و انحنا به‌سمت داخل داشته باشد (شکل ۲ـ۲۲).



شکل ۳ـ۲۲

ـ در سـطح دیگر جوش (پشـت ورق) گرده‌های یکنواخت به‌صورت کمی برجسته ایجاد شده باشد.درصورتی‌که ورق با جوشکاری سطحی را تحت عملیات صاف‌کاری قرار دهند، هیچ‌گونه برجسـتگی یا فرورفتگی در کار باقی نگذارد.

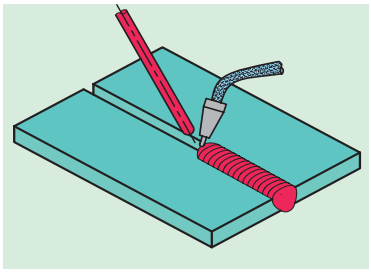
۲ـ۲۲ عوامل مؤثر بر ذوب سطحی

در اجرای ذوب سطحی برروی 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 ۶۰ ـ۷۰ درجه باشد و پس از تشکیل حوضچه مذاب، زاویه مشعل در مسیر خط جوش را مطابق شکل کمی مایل نگه‌داریم (حدود ۶۰ـ ۴۵ درجه) (شکل ۳ـ۲۲). در این شرایط با حرکت نوسانی جانبی، مشعل را به جلو هدایت می‌کنیم که این

حرکت مطابق شکل تقریباً به‌صورت حلقه‌های بیضی متداخل صورت می‌گیرد. مقدار پیشروی مشعل در هر حلقه بیضی در حدود ۱/۵ mm است (شکل ۴ـ۲۲).



شکل ۴ـ۲۲

تنظیم قدرت مشعل

قدرت مشعل جوشکاری گاز متناسب با ضخامت قطعه کار تعیین می‌شود. این میزان قدرت براساس مقدار مصرف گاز استیلن است، به‌طوری 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

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

۲۲ـ۳ نگه‌داری مشعل

شکل ۵ـ۲۲

شکل ۶ـ۲۲

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 به‌طور معمول برای جوشکاری ورق‌های نازک، مشعل را به‌صورتی در دست بگیرید که شیلنگ‌ها بالای مچ دست، و دسته مشعل به‌صورت مداد در دست قرار گیرد (شکل ۵ـ۲۲). در روش دوم، دسته مشعل به‌صورت کامل در کف دست، و انگشتان در زیر مشعل قرار می‌گیرند (شکل ۶ـ۲۲).

۲۲ـ۴ تأثیر سرعت پیشروی

شکل ۷ـ۲۲

حرکت مشعل و پیشروی آن باید به‌گونه‌ای 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 بیش‌تر بوده و تنش‌های حرارتی ایجاد شده در قطعه کاهش می‌یابد (شکل ۷ـ۲۲).

دستورکار

(۱۸۰ دقیقه)

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 ۸ـ۲۲).

شکل ۸ـ۲۲

۲. یک قطعه ورق با ضخامت ۲ mm و ابعاد ۲۰۰ mm × ۲۵۰ آماده کنید (شکل ۹ـ۲۲).

شکل ۹ـ۲۲

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 ۱۰ـ۲۲).

شکل ۱۰ـ۲۲

۴. سربک سالم و مناسب با کار را انتخاب کنید و آن‌را برروی مشعل نصب کنید. در صورت لزوم سوراخ آن‌را با سوهان مخصوص جعبه تنظیف، از آلودگی تمیز کنید (شکل ۱۱ـ۲۲).

۵. مشعل را مطابق اصول دستورکار بیست و یکم روشن، و شعله خنثی را تشکیل دهید (شکل ۱۲ـ۲۲).

شکل ۱۱ـ۲۲

۶. برای شروع ذوب سطحی، نوک شعله را به سطح قطعه کار نزدیک کنید (این فاصله در حدود ۵ـ۲ میلی‌متر برحسب بزرگی مشعل و طول شعله است).

۷. زاویه مشـــعل در هنگام آغاز تشـــکیل حوضچه مذاب ۷۰ـ ۶۰ درجه باشد و پس از تشـــکیل حوضچه، برای هدایت حوضچه مذاب در مســـیر خط جوش زاویه آن‌را کم‌تر کنید (در حدود 45° درجه).

۸. مشـــعل را به‌صورت نوســـانی حرکت دهید و میزان پیشروی شما در هر بار حدود mm ۲ـ ۱/۵ باشد.

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

۱۰. به‌منظور اجرای خط جوش و هدایت حوضچه مذاب در مســـیر مســـتقیم، می‌توانید ســـطح قطعه کار و محدوده عرضی حوضچه مذاب را به‌کمک سوزن خط‌کشی و یا به کمک سنبه‌نشان مشخص کنید (شکل ۱۳ـ۲۲).

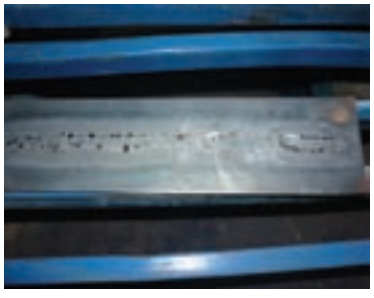
۱۱.در پایان هر خط جوش، مســـیر خط جوش را با برس ســـیمی تمیز کنید و صبر کنید تا سرد شود و سپس خط جوش بعدی را انجام دهید. در پایان، خط جوش را به هنرآموز محترم خود نشان دهید تا قطعه را ازنظر عمق نفوذ، پهنا و حوضچه مذاب بررسی و ارزشیابی کند (شکل ۱۴ـ۲۲ و ۱۵ـ۲۲ و ۱۶ـ۲۲).

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

۱۳. تجهیـــزات را جمع‌آوری کنید و پس از تحویـــل آن‌ها به انبار، محل کار را نظافت کنید (شکل ۱۷ـ۲۲).

شکل ۱۲ـ۲۲

شکل ۱۳ـ۲۲



شکل ۱۴ـ۲۲

شکل ۱۵ـ۲۲

شکل ۱۶ـ۲۲

شکل ۱۷ـ۲۲

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 به‌صورت لب‌برگشته و بدون مفتول

◄ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

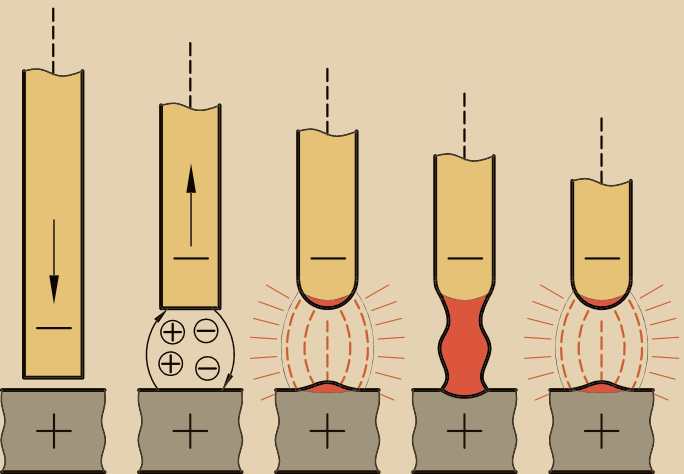
ـ قطعات را برای جوشکاری لب‌به‌لب در حالت لب‌برگشته آماده کند.

ـ انواع اتصالات کاربردی در جوشکاری گاز را شرح دهد.

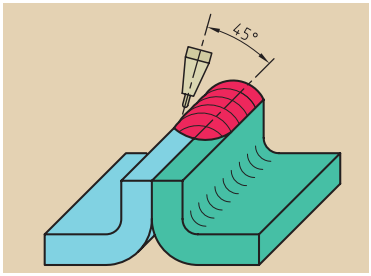
ـ اصول مربوط به جوشکاری لب‌به‌لب در حالت لب‌برگشته را بیان کند.

ـ قطعات را برای جوشکاری لب‌به‌لب به یکدیگر خال‌جوش بزند.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری با گاز اکسی استیلن را در حین کار به‌کار بندد.



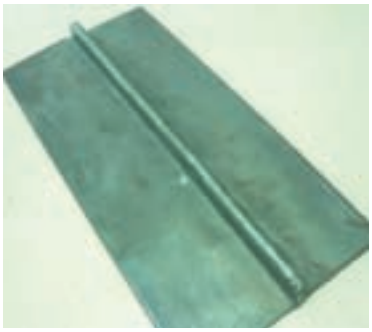
مقدمه



شکل ۱ـ۲۳

جوشـــکاری لب به لب ورق‌ها با لبه‌های برگشـــته، برای ورق‌هایی تا ضخامت ۲ mm به‌صـــورت ذوب لبه‌ها بدون اســـتفاده از مفتول صورت می‌گیرد. در این روش مراحل کار و زوایای حرکتی مشـــابه ذوب سطحی است و جوش حاصل باید استحکام لازم را داشته باشد (شکل ۱ـ۲۳).

۱ـ۲۳ آماده‌سازی قطعه کار

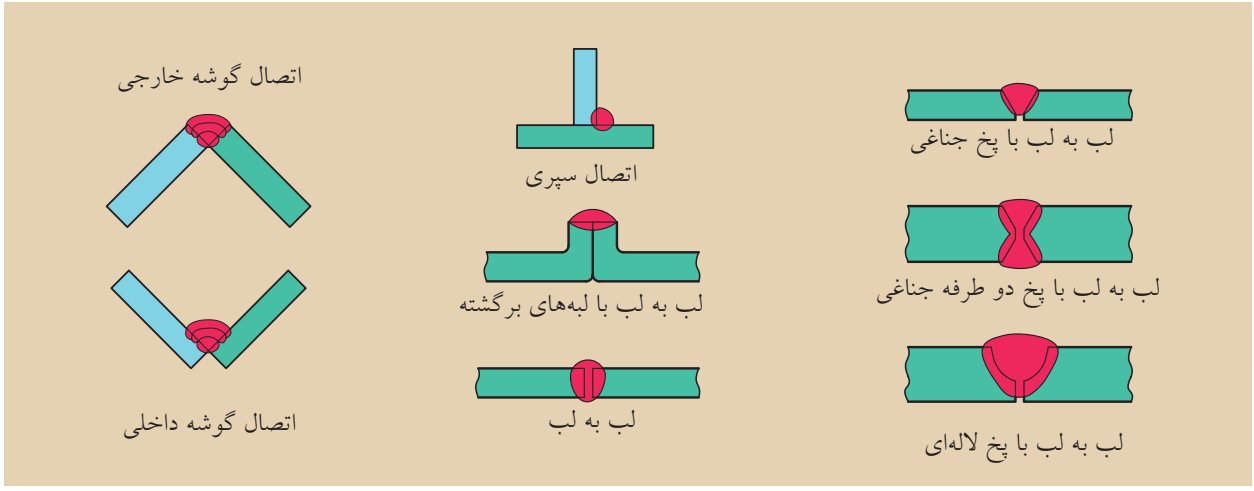

شکل ۲ـ۲۳

یکی از گام‌های نخست برای انجام جوشکاری مطلوب برروی قطعات، آماده‌سازی آن‌هاست. آماده‌سازی شامل تمیز کردن سطوح تماس از هرگونه آلودگی، چربی و زنگ‌زدگی اســـت (شـــکل ۲ـ۲۳). همچنین نوع تماس لبه‌های کار نسبت به یکدیگر بســـیار پر اهمیت است. در جوشکاری پوششی باید سطح قطعات را تا حد سفید شدن سنگ بزنیم. در جوشکاری‌های پیوندی، لبه‌های کار را به‌گونه‌ای آماده می‌کنیم که تمام ضخامت ورق تا ریشه در اتصال جفت شود (شکل ۲۳ـ۳).

شکل ۳ـ۲۳

۲ـ۲۳ اتصالات و درزهای جوشکاری

اتصالات و لبه‌های قطعات (ورق) برحســـب شـــرایط اتصال به دو دســـته کلی ماهیچه‌ای (Fillet) و شـــیاری (Groove) دسته‌بندی می‌شوند. انواع حالت‌های اتصال دو قطعه با یکدیگر در شکل ۴ـ۲۳ مشخص شده‌اند:



شکل ۴ـ۲۳

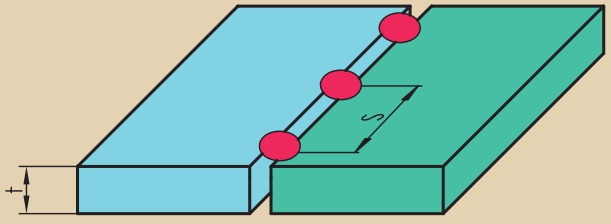
۳ـ۲۳ زدن خال‌جوش

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

با توجه به ضخامت قطعات، فاصله‌ای را بین لبه‌های قطعه در نظر گرفته و سپس خال‌جوش‌زدن را انجام می‌دهیم (شکل ۵ـ۲۳). برای قطعاتی با طول بلند، معمولاً فاصله خال‌جوش‌ها از یکدیگر را ۲۵ برابر ضخامت قطعه‌کار انتخاب می‌کنیم.

شکل ۵ـ۲۳

قطعاتی که دارای پخ Vشکل باشند از پشت خال‌جوش زده می‌شوند. روش اجرای خال برای قطعات بلند از وسط قطعه بوده و به‌طور متناوب از سمت چپ و راست خال‌جوش می‌زنیم تا به لبه‌های انتهایی ورق برسیم (شکل ۶ـ۲۳).



S) فاصله جوش‌ها ـ t) ضخامت ورق

T≤25t

شکل ۶ـ۲۳

دستورکار ۱

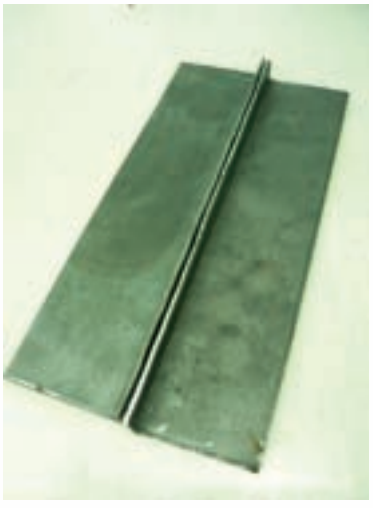
(۱۸۰ دقیقه)

جوشکاری لب به لب با لبه‌های برگشته بدون استفاده از مفتول

۱. چهار قطعه ورق با ضخامت ۲ mm و ابعاد ۵۰ × ۲۰۰ mm آماده کنید (شکل ۷ـ۲۳).

شکل ۷ـ۲۳

۲. ورق‌ها را برای انجام جوشکاری در حالت لب برگشته توسط دستگاه خم‌کن، خم کنید. برای این کار لبه ورق‌ها را مطابق شکل به اندازه ۱ cm خم کنید (شکل ۸ـ۲۳).



شکل ۸ـ۲۳

۳. تجهیزات ایمنی فردی مربوط به جوشکاری با گاز اکسی استیلن را به‌کار گرفته، اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به راه‌اندازی جوشکاری گاز را رعایت کنید (شکل ۹ـ۲۳).

شکل ۹ـ۲۳

۴. مطابق دستورالعمل بیستم، تجهیزات جوشکاری گاز اکسی استیلن را راه‌اندازی و نصب کنید و کابین را برای جوشکاری آماده سازید (شکل ۱۰ـ۲۳).

شکل ۱۰ـ۲۳

۵. مطابق با دستورالعمل بیست و یکم شعله را به‌منظور جوشکاری گاز، در حالت خنثی تنظیم کنید (شکل ۱۱ـ۲۳).

شکل ۱۱ـ۲۳

۶. دو قطعه را مطابق شکل با انبر بگیرید و هر دو انتهای آن‌را به هم خال‌جوش بزنید. برای خال‌جوش‌زدن از ذوب سطحی گوشه‌های انتهایی ورق‌ها استفاده کنید (شکل‌های ۲۳ـ۲۳ و ۱۳ـ۲۳).

شکل ۱۲ـ۲۳

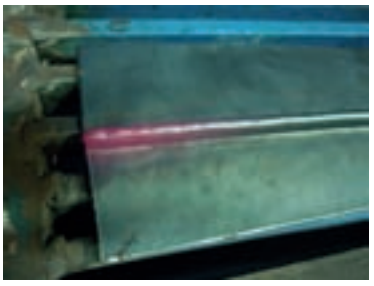
۷. اگر بین لبه‌های قطعات فاصله وجود دارد، آن‌ها را به کمک چکش یا گیره دستی به هم نزدیک کنید.

۸. مطابق با دستورکار بیست و دوم، لبه‌های برگشته ورق‌ها را به‌صورت ذوب سطحی و هدایت حوضچه مذاب، ذوب کنید و با هدایت مشعل به‌سمت جلو، خط‌جوش را کامل کنید (شکل ۱۴ـ۲۳).

۹. در پایان خط جوش، قطعه‌کار را به هنرآموز خود برای بررسی و ارزش‌یابی نشان داده و در صورت نیاز اصلاحات لازم را انجام دهید (شکل ۱۵ـ۲۳).

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 ۱۵ـ۲۳

شکل ۱۴ـ۲۳

شکل ۱۳ـ۲۳

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:

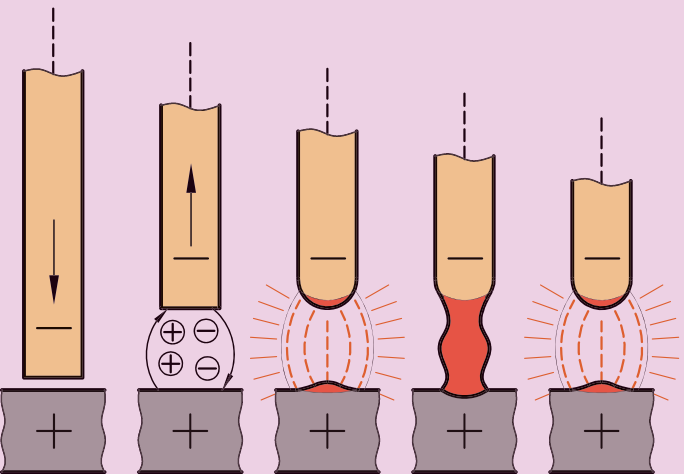
ـ اصول جوشکاری گاز با مفتول را شرح دهد.

ـ زاویه مشعل و مفتول و نحوه حرکت آن‌ها را بیان کند.

ـ روش‌های هدایت مشعل و مفتول را شرح دهد.

ـ به کمک مفتول جوشکاری، گرده‌جوش‌هایی را روی ورق ایجاد کند.

ـ 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 به‌کمک مفتول است. در شرایطی که به ایجاد گرده‌جوش نیاز باشد و لبه‌های قطعات برای پر کردن درزجوش کافی نباشند و یا اگر لبه‌های قطعات به‌صورت پخ‌دار باشند، می‌توان برای جبران کمبود ماده پرکننده از مفتول استفاده کرد (شکل ۱ـ۲۴). جوشکاری بدون مفتول به‌ندرت صورت می‌گیرد، مگر این‌که به خال‌جوش‌زدن قطعات به یکدیگر نیاز باشد.

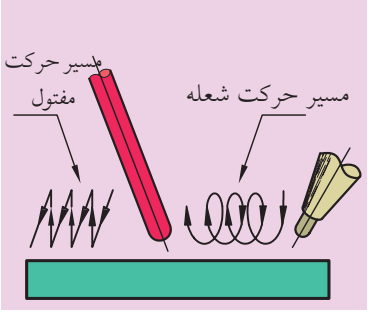
شکل ۱ـ۲۴

۱ـ۲۴ مفتول جوشکاری

مفتول مورد استفاده در جوشکاری گاز برحسب جنس مواد پایه انتخاب می‌شود. برای قطعات فولادی کم‌کربن معمولاً از مفتول مسوار برای پرکردن درزجوش استفاده می‌کنیم (شکل ۲ـ۲۴).

شکل ۲ـ۲۴

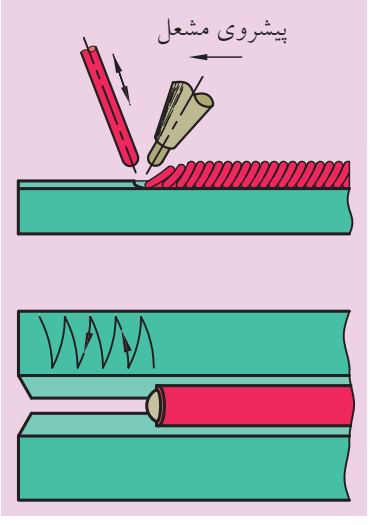
جنس مفتول مسوار از فولاد کم‌کربن است که قشر نازکی از مس روی آن‌را پوشانده و در ساخت این نوع مفتول‌ها، پس از کشیدن و عبوردادن از خان‌های مختلف، در مرحله آخر از محلول سولفات مس (کات کبود) عبور داده می‌شود و در نهایت فیلم نازکی از مس روی مفتول قرار می‌گیرد.



شکل ۳ـ۲۴

۲ـ۲۴ هدایت مشعل و مفتول

در این روش جوشکاری، با یک دست مشعل را گرفته و آن‌را کنترل می‌کنند و به‌کمک دست دیگر، مفتول به محل درزجوش را تغذیه و هدایت می‌کنند (شکل ۳ـ۲۴). کیفیت جوش و اتصال درزجوش به میزان زیادی به هدایت صحیح مشعل و مفتول وابسته است.



شکل ۴ـ۲۴

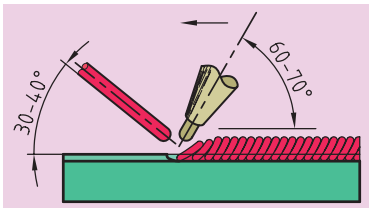
پس از تشکیل حوضچه مذاب، مفتول را به‌طور متناوب به حوضچه نزدیک و دور کرده تا با جلو رفتن خط جوش، فلز پرکننده به آن افزوده شود. توجه داشته باشید که همواره مفتول درون حوضچه مذاب فرو برده شود و از گرم‌کردن حوضچه و مفتول با هم خودداری گردد، چون در این حالت شعله پیش از این‌که حوضچه مذاب را در فلز پایه به‌وجود آورد، باعث ذوب‌شدن یا تبخیر مفتول باریک می‌شود.

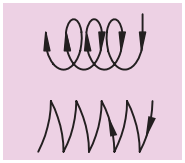
درصورتی‌که به ایجاد گرده‌جوش پهن‌تر نیاز باشد، مشعل را در راستای خطی و جانبی حرکت می‌دهند. (شکل ۴ـ۲۴)

۲۴ـ۳ 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 به‌صورت خطی بوده و برای ضخامت‌های ۳ـ۱/۵ mm مشعل دارای حرکات نوسانی نیز هست (شکل ۲۴ـ۵).

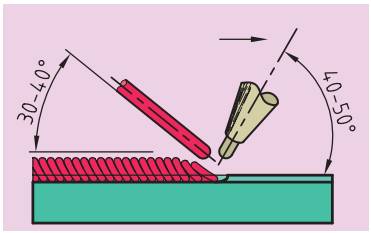


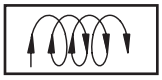


شکل ۲۴ـ۵

هدایت مشعل به روش پس‌دستی

در این روش هدایت مشعل از سمت چپ به راست صورت گرفته و جهت نوک مشعل به‌طرف درز تازه جوشکاری شده است. در این حالت از نفوذ اکسیژن هوا به منطقه جوش جلوگیری می‌شود و به‌دلیل آهسته و یکنواخت سرد شدن و عدم نفوذ اکسیژن، درزجوش 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 ۲۴ـ۶).





شکل ۲۴ـ۶

از این روش برای جوشکاری ورق‌هایی با ضخامت ۳ mm استفاده می‌شود و به‌دلیل مشاهده حوضچه مذاب می‌توان آن‌را به‌طور یکنواخت گرم کرد. در این نوع جوشکاری تمام ضخامت قطعه‌کار 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 قطعه‌کار 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.

۲۴ـ۴ 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 میلی‌متر بیشتر از نصف ضخامت ورق انتخاب می‌شود، یعنی:

$$d = \frac{t}{2} + 1$$

در این رابطه d قطر مفتول و t ضخامت ورق برحسب میلی‌متر است.

نکته

قدرت شعله با توجه به ضخامت قطعه‌کار تغییر می‌کند، به‌طوری که برای هر میلی‌متر ضخامت ورق، مشعل با میزان ۱۰۰ لیتر استیلن درنظر گرفته می‌شود.

دستورکار ۱

(۱۸۰ دقیقه)

تشکیل گرده‌جوش به‌کمک مفتول مسوار برروی ورق ۲ mm

۱. یک قطعه ورق با ضخامت ۲ mm و ابعاد ۵۰ mm × ۲۰۰ آماده کنید (شکل ۲۴ـ۷).

۲. مفتول مسوار شماره ۲/۵ برای ایجاد گرده‌جوش برروی ورق را تهیه کنید (شکل ۲۴ـ۸).

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 ۲۴ـ۹).

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 ۲۴ـ۱۰).

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

شکل ۲۴ـ۷

شکل ۲۴ـ۸

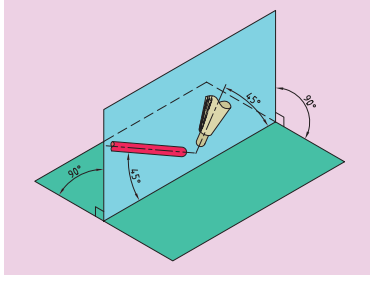
شکل ۲۴ـ۹

شکل ۲۴ـ۱۰

۷. مطابق با دستورکار بیست و یکم، شعله را به‌منظور جوشکاری گاز، در حالت خنثی تنظیم کنید (شکل ۱۱ـ۲۴).

شکل ۱۱ـ۲۴

۸. با یک دست، مشعل را گرفته و با دست دیگر سیم‌جوش را نگه‌دارید. زاویه مشـــعل و سیم‌جوش را نسبت به مسیر خط جوش تقریباً ۴۵ درجه و نسبت به لبه‌های ورق ۹۰ درجه تنظیم کنید. (شکل ۱۲ـ۲۴) و (شکل ۱۳ـ۲۴).



شکل ۱۲ـ۲۴

۹. به‌منظور هدایت درســـت و مستقیم خط جوش، می‌توان مسیر خط جوش را قبلاً به‌کمک سوزن خط‌کشی یا سنبه نشانه‌گذاری کرد.

۱۰. حوضچه مذاب را ایجاد کنید و گرده سازی را شروع کنید. سرعت مشعل و همچنین نحوه تغذیه سیم‌جوش به حوضچه مذاب خط جوش همواره تحت کنترل شما باشد تا گرده‌های یکنواختی به وجود آید (شکل ۱۴ـ۲۴).

۱۱. این کار را آن‌قدر تمرین کنید تا بتوانید خط جوش ایده‌آلی را به‌وجود آورید. پـــس از اجـــرای هر خط جـــوش، قطعـــه‌کار را جهت ارزش‌یابی بـــه هنرآموز محترم خود نشـــان دهید، نکات یادآوری شده را به‌کار گیرید و در صورت نیاز اصلاحات لازم را انجام دهید (شکل ۱۵ـ۲۴).

شکل ۱۳ـ۲۴

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

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

شکل ۱۴ـ۲۴

شکل ۱۵ـ۲۴

ارزشیابی پایانی

۱. موارد کاربرد جوشکاری اکسی استیلن با مفتول را بنویسید.

۲. روش ساخت مفتول مسوار را شرح دهید.

۳. اصول جوشکاری به‌کمک 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 به‌صورت لب روی هم با مفتول

◄ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

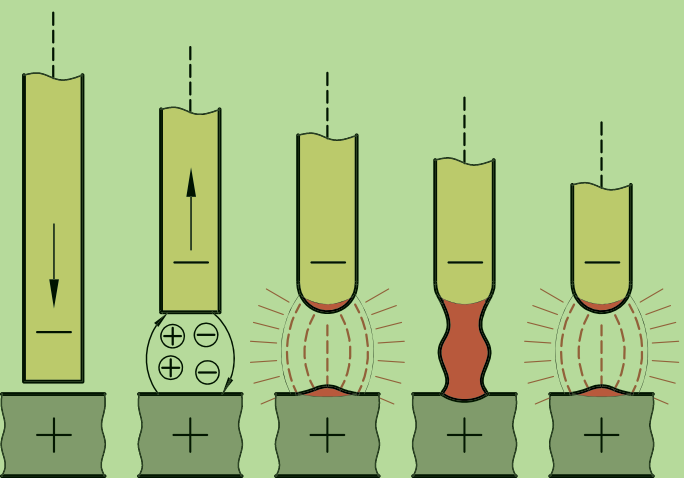
ـ قطعات را برای جوشکاری گاز اکسی استیلن در حالت لب روی هم آماده سازد.

ـ اصول مربوط به جوشکاری لب روی هم در جوشکاری گاز را شرح دهد.

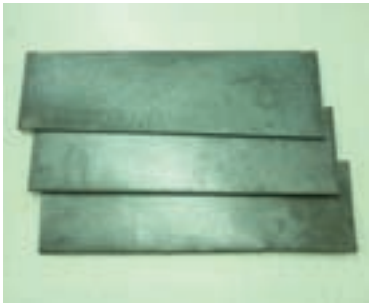
ـ موارد کاربرد جوشکاری ورق‌ها در حالت لب روی هم را بیان کند.

ـ ورق‌های فولادی کم کربن با ضخامت کم‌تر از ۴ mm را به‌صورت لب روی هم جوشکاری کند.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن را به‌کار بندد.



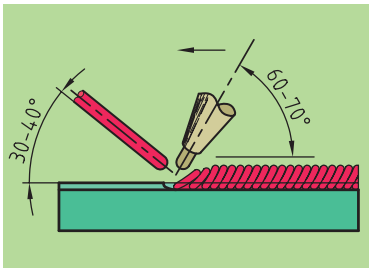
مقدمه



شکل ۱ـ۲۵

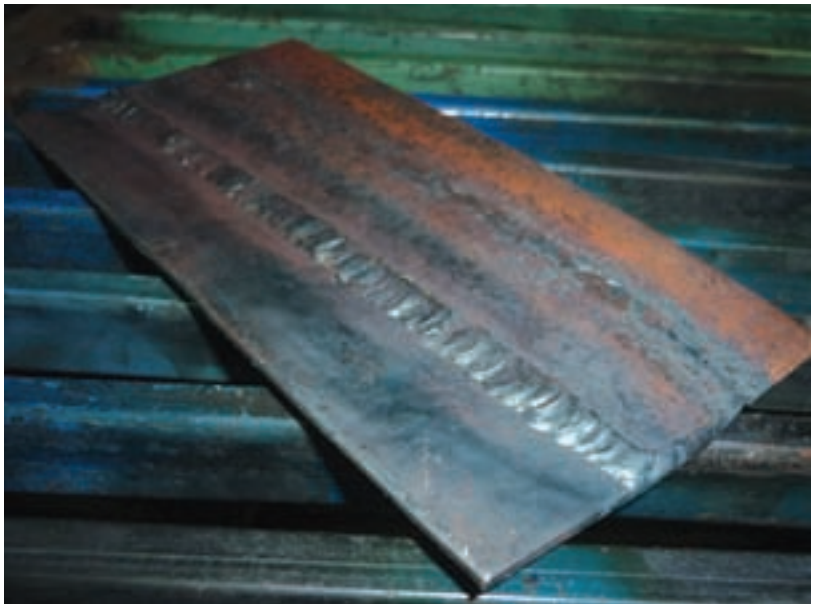
جوشـــکاری لـــب روی هم یکی از حالت‌های پر کاربـــرد در اتصال قطعات به یکدیگر است. برای جوشکاری قطعات به‌صورت لب روی هم، بایستی لبه‌های کار کاملاً صاف باشـــد تا در هنگام کار به‌طور کامل بر یکدیگر منطبق شـــوند و درنتیجه جوش با کیفیتی حاصل شود (شکل ۲۵ـ۱).

۲۵ـ۱ اصول جوشکاری لب روی هم



شکل ۲ـ۲۵

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 ۲ـ۲۵). لبه یکی از ورق‌ها برای ذوب‌شدن آماده‌تر از قسمت‌های مرکزی همان ورق است. از این رو ورق رویی تا فاصله زیادی از لبه، به ذوب‌شدن تمایل دارد. برای رفع این مشکل، مفتول جوش را در حوضچه مذاب، اندکی متمایل به ورق رویی قرار می‌دهیم. بدین‌ترتیب مفتول جوش مقداری از گرمای شـــعله را جذب کرده و مانع از ذوب‌شدن بیش از اندازه لبه رویی می‌شود (شکل ۳ـ۲۵).



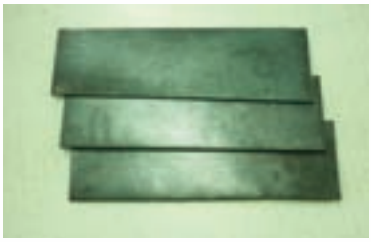
شکل ۳ـ۲۵

دستورکار

(۱۸۰ دقیقه)

جوشکاری لب روی ورق به‌کمک مفتول مسوار

۱. سه قطعه ورق با ضخامت ۲ mm و ابعاد ۵۰ × ۱۵۰ mm آماده کنید (شکل ۴ـ۲۵).



شکل ۴ـ۲۵

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

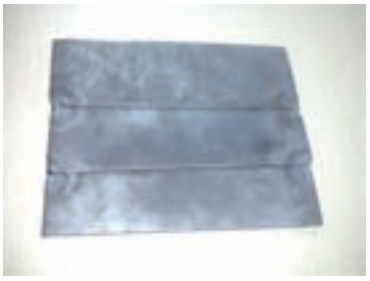
۳. تجهیزات ایمنی فردی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن را به‌کار گرفته و اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به راه‌اندازی تجهیزات جوشکاری گاز را رعایت کنید (شکل ۴ـ۲۵).

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

شکل ۵ـ۲۵

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

۶. لبه‌های قطعات را با انبر نگه‌دارید و آن‌ها را به هم خال‌جوش بزنید. برای خال‌جوش‌زدن می‌توانید از ذوب کردن لبه قطعات استفاده کنید. همچنین می‌توانید از مفتول نیز برای خال‌جوش‌زدن بهره بگیرید (شکل ۵ـ۲۵).



شکل ۶ـ۲۵

۷. در ابتـدای درزجوش حوضچه مذابـی ایجاد کنید و با درنظر گرفتن زوایای مناسب مشعل و مفتول نسبت به لبه ورق، خط جوش را آغاز کنید.

شکل ۷ـ۲۵

نکته

در جوشـکاری 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 می‌شـود تا مفتول مقداری از گرما را جذب کرده و درنتیجه لبه رویی بیش از اندازه ذوب نمی‌شود.

۸. قطعه‌کار را به‌وسیله چکش بر روی سندان صاف کنید.

شکل ۸ـ۲۵

۹. بقیـه ورق‌ها را نیز به این قطعه‌کار در حالت لب روی هم خال‌جوش زده و گرده‌سازی را در تمام درزها انجام دهید (شکل ۸ـ۲۵) و (شکل ۹ـ۲۵).

۱۰. بعد از انجام هر خط جوش، قطعه کار را با برس سـیمی تمیز کنید و آن‌را 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. تجهیـزات را جمـع‌آوری کنید، به انبار تحویل دهید و سـپس محل کار را نظافت کنید.

شکل ۹ـ۲۵

ارزشیابی پایانی

۱. جوشکاری با گاز اکسی استیلن به‌صورت لب روی هم تا چه ضخامتی امکان‌پذیر 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 به‌صورت سپری با مفتول مسوار

◄ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

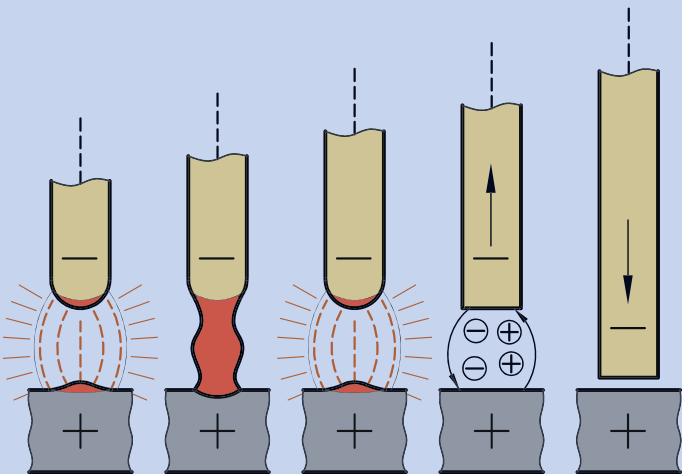
ـ قطعات را برای جوشکاری گاز در حالت سپری آماده کند.

ـ اصول جوشکاری گاز در حالت سپری را شرح دهد.

ـ قطعات را برای جوشکاری در حالت سپری خال‌جوش بزند.

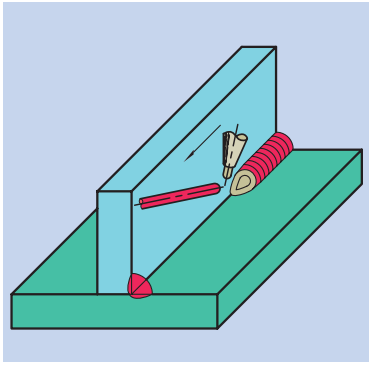
ـ ورق‌ها را در حالت سپری با جوشکاری گاز با مفتول به یکدیگر متصل کند.

ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن در حین انجام کار را به‌کار بندد.



مقدمه

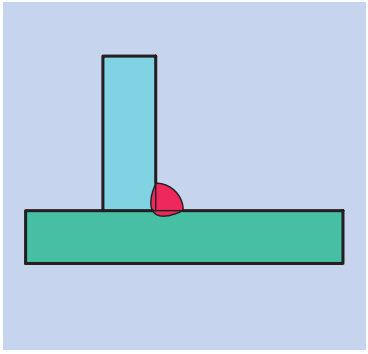
جوش سپری یکی از جوش‌های تمرینی نسبتاً مشکل است و درصورتی‌که جوشکار مبتدی باشد با مشکلاتی در هنگام جوشکاری روبه‌رو خواهد شد. جوش سپری در حقیقت نوعی جوش گلویی است که در آن قطعات با یکدیگر زاویه ۹۰° می‌سازند (شکل ۱ـ۲۶).



شکل ۱ـ۲۶

۲۶ـ۱ اصول جوشکاری سپری

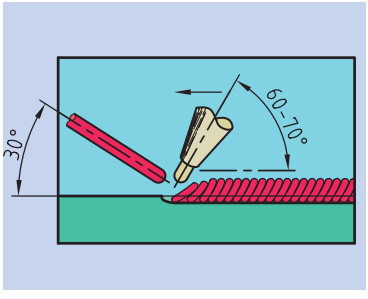
در جوشکاری سپری بر روی ورق‌هایی تا ضخامت سه میلی‌متر زوایای حرکت مشعل و مفتول نسبت به لبه‌های کار و همچنین نسبت به امتداد خط جوش و کنترل حوضچه مذاب، تأثیر به‌سزایی در اجرای موفقیت‌آمیز جوشکاری دارند. این جوشکاری به‌صورت پیش‌دستی انجام می‌گیرد (شکل ۲ـ۲۶) و (شکل ۳ـ۲۶).



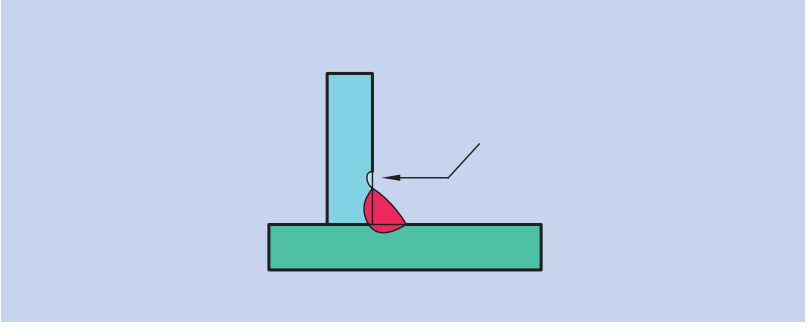
شکل ۲ـ۲۶

در هنگام کار و انتقال گرما از مشعل به محل درزجوش، بیشتر گرما به قطعه افقی و بخش کم‌تر آن به‌سوی قطعه عمودی هدایت می‌شود. نسبت این کار تقریباً دو به یک است. این کار بدین‌علت صورت می‌گیرد که وسط ورق افقی گرمای بیشتری را نسبت به لبه ورق عمودی می‌تواند تحمل کند و مانع از سوراخ‌شدن 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 ۴ـ۲۶).



شکل ۳ـ۲۶



شکل ۴ـ۲۶

مطالعه آزاد

دستورکار

(۱۸۰ دقیقه)

جوشکاری گاز اکسی استیلن ورق‌ها به‌صورت سپری با مفتول مسوار

۱. تجهیزات ایمنی فردی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن را به‌کار گرفته و اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به راه‌اندازی تجهیزات جوشکاری گاز را رعایت کنید (شکل ۵ـ۲۶).

شکل ۵ـ۲۶

۲. دو قطعه ورق با ضخامت ۲ mm و ابعاد ۵۰ × ۱۵۰ mm آماده سازید (شکل ۶ـ۲۶)

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.

شکل ۶ـ۲۶

۵. یکی از ورق‌ها را به‌صورت قائم بر روی ورق دیگر نگه‌دارید و دو انتها را به‌کمک شعله خال‌جوش بزنید (شکل ۷ـ۲۶).

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 ۷۰ـ ۶۰ درجه تنظیم کنید.

شکل ۷ـ۲۶

۷. با حرکت دورانی شعله (در جهت عقربه‌های ساعت)، حوضچه را به‌حالتی نگه‌دارید که کف آن اندکی جلوتر از بالای آن قرار داشته باشد.
۸. مفتول جوش را معمولاً نزدیک بالای حوضچه جوش، مابین شـــعله 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 ۸ـ۲۶).

شکل ۸ـ۲۶

۹. طرف مقابل را نیز جوشـــکاری 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 ۹ـ۲۶).

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

۱۲. پـــس از جمع‌آوری تجهیزات و تحویل آن‌ها بـــه انبار، محل کار را نظافت کنید.

شکل ۹ـ۲۶

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 مآخذ

فارسی)

۱. *جوشکاری عملی*، تألیف: استوارت گیبسن، 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 وکارگاه جوش برق*، علی شاهدی، ناصر بهرام‌زادگان. فنی و حرفه‌ای و کاردانش، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

۷. *تکنولوژی وکارگاه 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 کرمیت پارس.

انگلیسی)

1. ASM, Handbook Volume 6, Welding, Brazing, and Soidering .
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. Thory and Practice of Arc Welding, by: Raymond J.Sacks.
5. Basic Engineering Processes, by: S. Craw Ford English universites.
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.