بسم الله الرحمن الرحیم

تکنولوژی و کارگاه جوشکاری

رشته‌های ساخت و تولید ــ نقشه‌کشی عمومی

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی‌وحرفه‌ای

شماره درس ۱۵۵۴

عنوان و نام پدیدآور	:	تکنولوژی و کارگاه جوشکاری : رشته‌های ساخت و تولید، نقشه‌کشی عمومی، زمینهٔ صنعت، شاخهٔ متوسطه فنی و حرفه‌ای [کتاب‌های درسی] : ۳۵۶/۴ برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش؛ مؤلف : حسین ایرانی؛ [برای]، وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مشخصات نشر	:	تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۲
مشخصات ظاهری	:	۱۸۵ ص
فروست	:	نظام جدید آموزش متوسطه ــ شاخهٔ کاردانش، شماره درس ۱۵۵۴
شابک	:	۹۷۸ ـ۹۶۴ـ ۲۱۴ـ۵ ـ۳
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیپا
موضوع	:	جوشکاری
شناسه افزوده	:	ایرانی، حسین، ۱۳۶ الف ــ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی ب ــ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و
	:	کاردانش ج ــ ادارهٔ کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
رده‌بندی کنگره	:	۱۳۹۲ ۷۷ت/TS ۲۲۷
رده‌بندی دیویی	:	۱۳۹۲ ۳۵۶/۴ک ۳۷۳
شماره کتاب‌شناسی ملی	:	۸ ۳۱۱۲۹

۱۳۹۲

همکاران محترم ودانش‌آموزان عزیز:

پیشـــنهادها و نظرهای خود را دربارهٔ محتوای این‌کتاب به نشانی: تهران- صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار(ایمیل) tvoccd@roshd.ir

وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.medu.ir

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت برتألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب/کدکتاب: تکنولوژی و کارگاه جوشکاری ـ ۳۵۶/۴

مؤلف: حسین ایرانی

اعضای کمیسیون تخصصی: غلامحسن پایگانه، محمد مهرزادگان، حسن آقابابایی، محمد سعیدکافی، حسن امینی، سیدحسن سید تقی‌زاده

ویراستار فنی: عبدالمجید خاکی‌صدیق

ویراستار ادبی: یگانه خوددار

مدیر هنری: محبوبه آقاحسینی

عکاس: حسین ایرانی

صفحه‌آرا: آناهیتا بامدادیان

رسام فنی: جلال الماسی

طراح جلد: محبوبه آقاحسینی

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

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

تلفـن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگـار: ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه www.chap.sch.ir

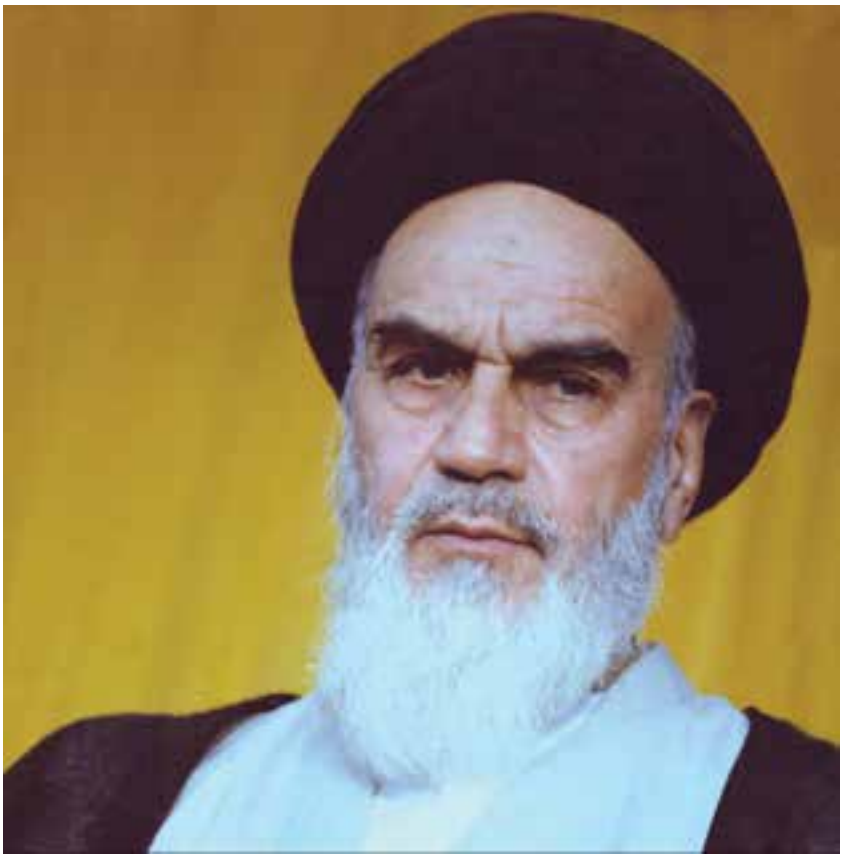
ناشر: **شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران: تهران_ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج- خیابان ۶۱ (دارویخش)**

تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق‌پستی: ۳۷۵۱۵/۱۳۹

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

نوبت و سال چاپ: چاپ اول برای سازمان ۱۳۹۲

شابک: ۳ـ۲۱۴۰ـ۰۵ـ۹۶۴ـ۹۷۸ ISBN 978-964-05-2140-3



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

امام خمینی (قدّس سرّه‌الشّریف)

مقدمه مولف

رشد سریع و روزافزون تکنولوژی در ساخت و تولید قطعات و تجهیزات صنعتی، نقش بسیار عمیقی در مسائل اجتماعی و اقتصادی هر جامعه ایفا می کند. آموزش همواره بعنوان یکی از ارکان اصلی در پیشـــرفت تکنولوژیکی و صنعتی بوده و برنامه‌های آموزشـــی به‌عنوان اساس توسعه مطرح هســـتند. لذا اتخاذ روش‌هایی که هماهنگ کننده برنامه‌های آموزشی در جهت تامین نیروی ماهر انسانی ، با توسعه و تحول تکنولوژی باشد، از ضروریات می‌باشد.

اساســـی‌ترین هدف هر دوره آموزشی – فنی ، تربیت افراد و متناسب ساختن قابلیت‌های آن‌ها با نیازها و تحولات صنعتی می‌باشـــد تا کارآیی لازم را کسب نمایند. صنعت جوشـــکاری از جمله فناوری‌های بسیار مهم دنیای صنعتی امروز بشمار می‌رود که تقریباً آثار آن در تمام محصولات صنعتی قابل مشـــاهده اســـت و اهمیت آن بر اهل فن پوشیده نیست. شناخت هرچه بیشتر این فناوری و فرایندهای مختلف آن برای جوامع صنعتی و در حال توسعه بسیار حائز اهمیت است.

در این کتاب سعی شده است که آموزش تئوری جوشکاری به همراه کار عملی بصورت مرحله به مرحله صورت گیرد و فراگیر را در تمامی مراحل آموزش مهارت همراهی نماید. بدین منظور هر فصل کتاب بعنوان مطالب آموزشی یک جلسه تئوری وکارگاهی ارائه شـــده است. به‌علت محدودیت زمانی در یک دوره آموزشی، بررسی تمامی حالت‌های جوشکاری مقدور نبوده است.

کتاب مشـــتمل بر دو بخش می‌باشـــد که بخش اول مربوط به جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش‌دار بوده و در بخش دوم به جوشـــکاری و برشکاری با شعله اکسی استیلن پرداخته شده اســـت. محتوای مطالب کتاب پیرامون مباحث تکنولوژیکی و کارگاهی جوشکاری برق و گاز ، برشکاری گاز، رعایت اصول ایمنی در جوشکاری و برشکاری به همراه تصاویر گویا می‌باشد.

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

حسین ایرانی

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	٤۰
فصل ششم: شروع مجدد جوشکاری و قطع قوس	٤۹
فصل هفتم: شناسایی الکترودها و کاربرد آن‌ها	٥٤
فصل هشتم: جوشکاری لب به لب در حالت سطحی	٦۳
فصل نهم: جوشکاری درزجناغی یک‌طرفه در حالت سطحی	٦۹
فصل دهم: جوشکاری درزگلویی (اتصال سپری)	۷٥
فصل یازدهم: جوشکاری نبشی خارجی در حالت تخت (۱F)	۸۱
فصل دوازدهم: جوشکاری نبشی داخلی در حالت تخت (۱F)	۸٦
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)	۹٦
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	۱٤۹
فصل بیست و دوم: جوشکاری با گاز اکسی استیلن بدون مفتول	۱٥۷
فصل بیست و سوم: جوشکاری قطعات به‌صورت لب برگشته و بدون مفتول	۱٦۳
فصل بیست و چهارم: جوشکاری اکسی استیلن با مفتول	۱٦۸
فصل بیست و پنجم: جوشکاری گاز اکسی استیلن به‌صورت لب روی هم با مفتول	۱۷٥
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:

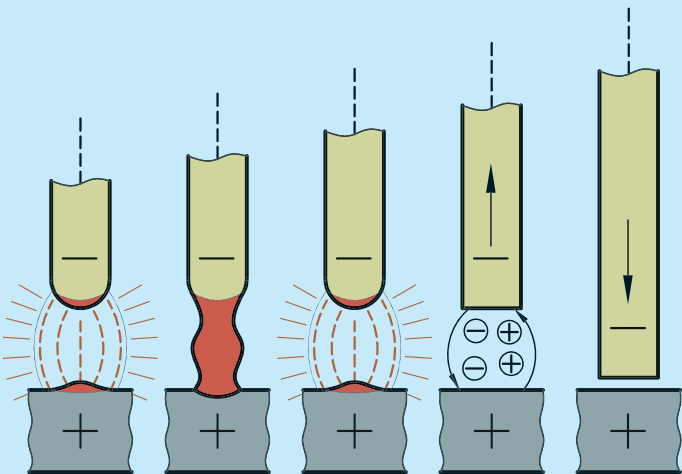
ـ فرایندهای جوشکاری را شرح دهد.

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.

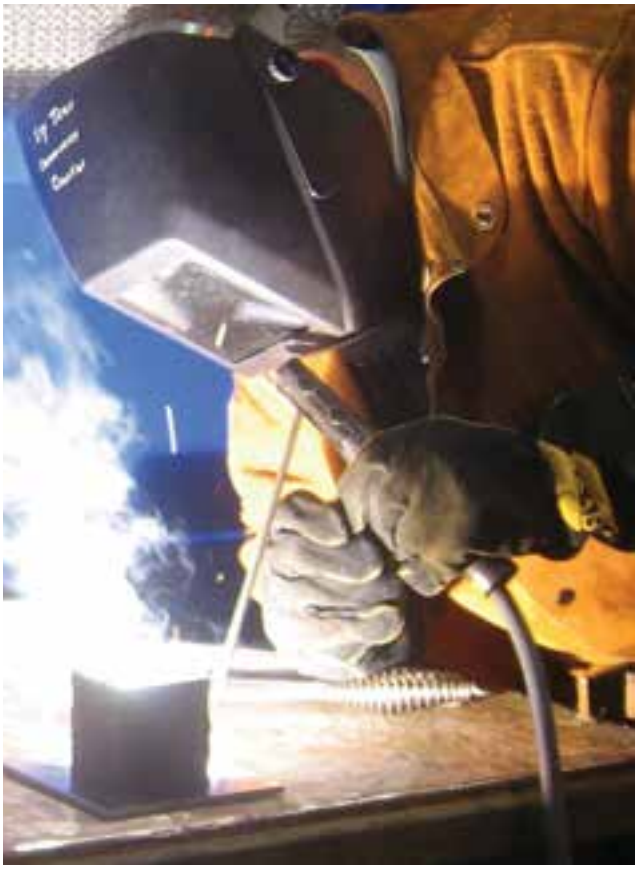


۱ـ۱ جوشکاری

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)

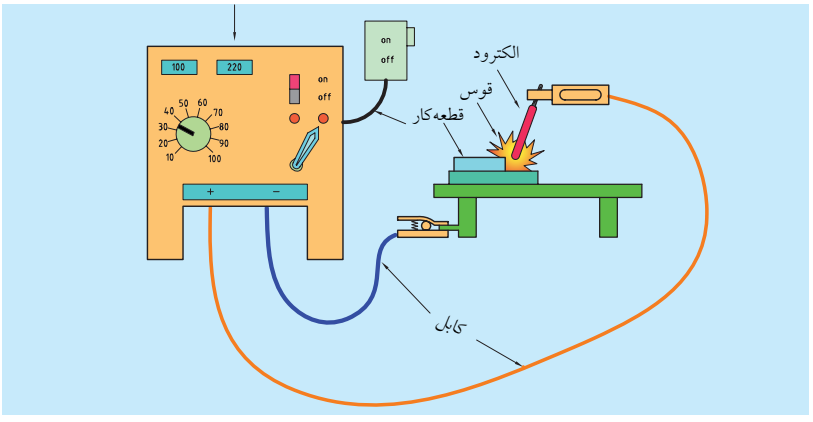
شکل ۲ـ۱

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).

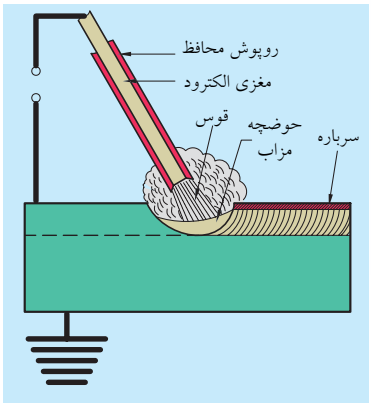
شکل ۳ـ۱

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

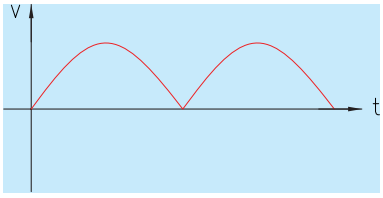
۴ـ۱ اصول جریان الکتریسیته در جوشکاری

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.

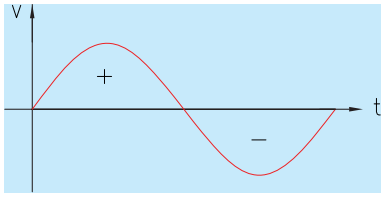
دو نوع جریان الکتریکی وجود دارد که عبارت‌اند از:

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 :

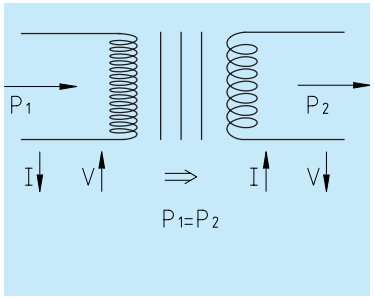
حاصل‌ضرب ولتاژ در جریان.

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

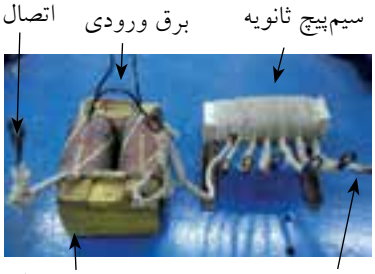
تنظیم شدت جریان در ترانسفورماتورهای جوشکاری با روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد.

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

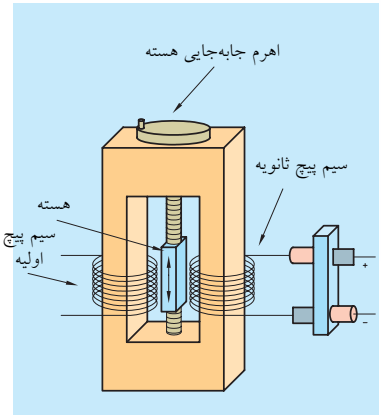
در این روش مقادیر دقیق آمپر، قابل تنظیم و انتخاب است. مکانیزم‌های مختلفی برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد.



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.

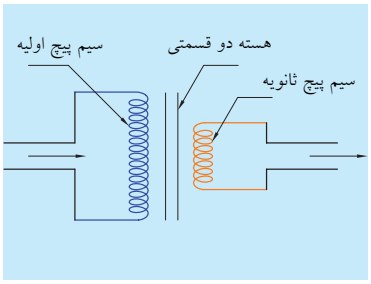


شکل ۱ـ۱۴

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.

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 ۱ـ۱۴).



شکل ۱ـ۱۵

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 ۱ـ۱۵).

۱ـ۵ـ۲ رکتیفایر

از رکتیفایرها برای تأمین جریان مستقیم (DC) و نیز جریان متناوب (AC) در جوشکاری استفاده می‌شود. این دستگاه شامل دو بخش است: (شکل ۱ـ۱۶)

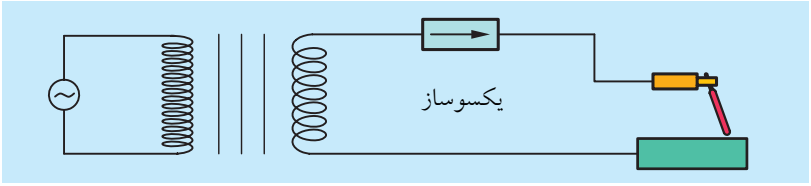
ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ

یکسوساز جریان

شکل ۱ـ۱۶

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.

یکسوسازها دیودهایی هستند که اجازه حرکت الکترون‌ها در یک جهت را می‌دهند و مانع عبور الکترون‌ها در جهت دیگر (سیکل منفی) می‌شوند. (شکل ۱ـ۱۷) برای تقویت و یکنواختی جریان DC خروجی، معمولاً نیم‌سیکل توقف را به‌صورت مقابل قرینه می‌کنند (شکل۱ـ۱۸ و شکل ۱ـ۱۹).



شکل ۱ـ۱۷

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 ۱ـ۲۰).

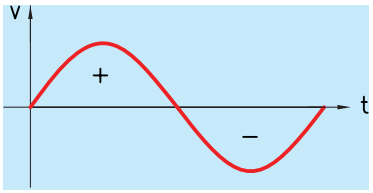
در این حالت از کل گرمای تولید شده $\frac{2}{3}$ به الکترود و $\frac{1}{3}$ به قطعه‌کار می‌رسد.

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 ۱ـ۲۱)

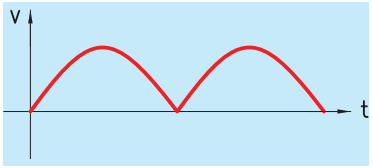
توزیع حرارت در این حالت به‌صورت $\frac{2}{3}$ حرارت در قطعه کار و $\frac{1}{3}$ حرارت در الکترود است. شکل روبه‌رو میزان عمق نفوذ جوش در قطعه‌کار بر اساس نوع جریان را نشان می‌دهد (شکل ۱ـ۲۲).

۱ـ۵ـ۳ دینام جوشکاری

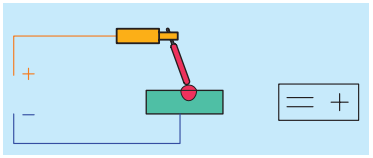
این دستگاه شامل یک الکتروموتور سه‌فاز و یک دینام (ژنراتور) است که محور آن‌ها با هم کوپل شده‌اند. الکتروموتور محور دینام را به حرکت درآورده و بدین ترتیب جریان لازم برای جوشکاری تولید می‌شود. (شکل۱ـ۲۳). الکتروموتور توسط یک کلید ستاره ـ مثلث به برق شهری متصل است. برای راه‌اندازی، ابتدا کلید را در حالت ستاره 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 (شکل۱ـ۲۴).



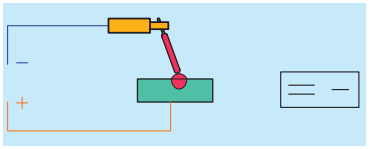
شکل ۱ـ۱۸



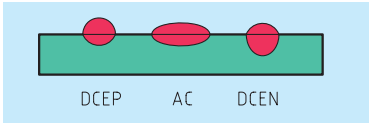
شکل ۱ـ۱۹ استفاده از دیود یکسوساز



شکل ۱ـ۲۰



شکل ۱ـ۲۱



شکل ۱ـ۲۲

شکل ۱ـ۲۳

شکل ۱ـ۲۴

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

دستورکار 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:

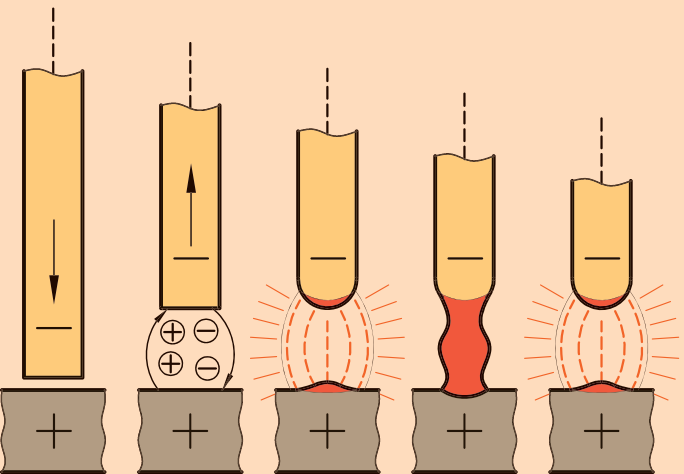
ـ تجهیزات لازم برای جوشکاری قوس الکتریکی را بیان کند.

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

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.

شکل ۱۱ـ۲

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

شکل ۱۳ـ۲

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

شکل ۱۴ـ۲

شیشه ماسک

دو لایه شیشه 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 شیشه مناسب برای ماسک جوشکاری را نشان 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.

۳ـ۲ـ۲ 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 ســـازید. در صورتی‌که محل اتصال کابل به دســـتگاه به‌صورت فیش باشد، فیش تبدیل مناسب را تهیه کنید (شکل ۲ـ۲۱).

۲. قسمت انتهای کابل‌های افشان را با جدا کردن لاستیک و عایق رویی، جهت اتصال به کابل‌شو آماده سازید (شکل ۲ـ۲۲).

۳. به کمک انبر پرس‌کننده، کابل‌شوها را روی رشته‌های مسی کابل پرس و محکم کنیـــد. در صورتی‌که انبر مخصوص پرس کابـــل را در اختیار ندارید، می‌توانید بـــه کمک چکش، کابل‌شـــو را بر روی کابل پرس کنید (شـــکل ۲ـ۲۳و ۲ـ۲۴).

۴. کابل انبر الکترودگیر را متصل کنید. کابل انبر اتصال را نیز به کمک کابل‌شو متصل سازید (شکل ۲ـ۲۵).

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 ۲ـ۲۱

شکل ۲ـ۲۲

شکل ۲ـ۲۳

شکل ۲ـ۲۴

شکل ۲ـ۲۵

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

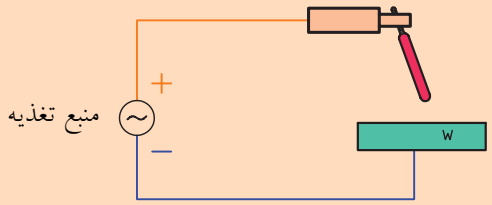
۱. ویژگی‌ها و مشخصات کابل جوشکاری را با ذکر دلیل بنویسید.

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:

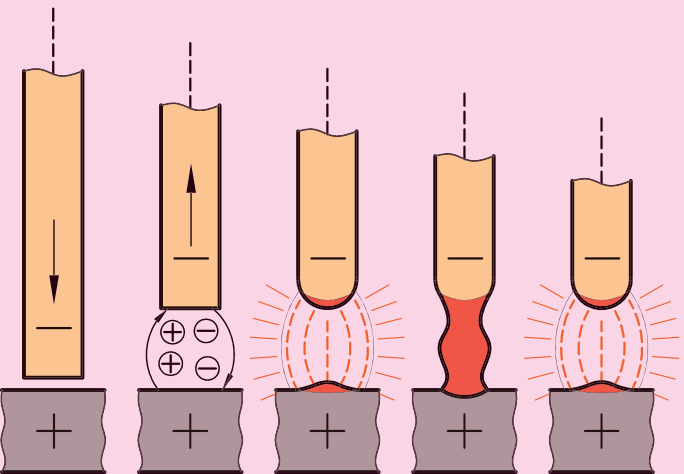
ـ روش‌های آماده‌سازی قطعه برای جوشکاری را بیان کند.

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)

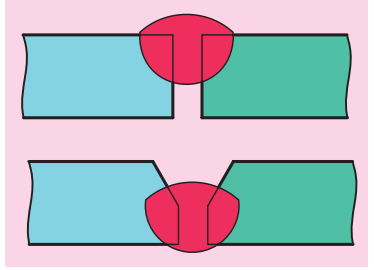
از برس سیمی دیسکی و بشقابی برای پاک‌سازی قطعه‌کار از اکسیدهای فلزی و جرقه‌ها برروی سطح قطعه‌کار استفاده می‌شود(شکل ۸ـ۳).

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)،



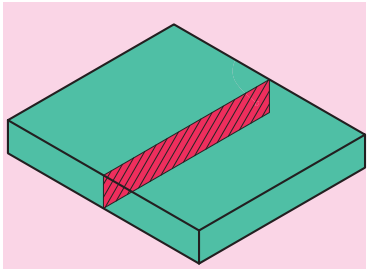
شکل ۹ـ۳

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.



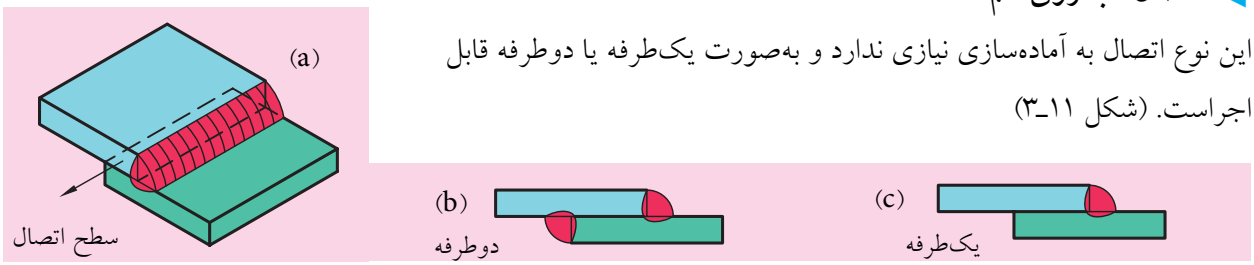
شکل ۱۰ـ۳

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

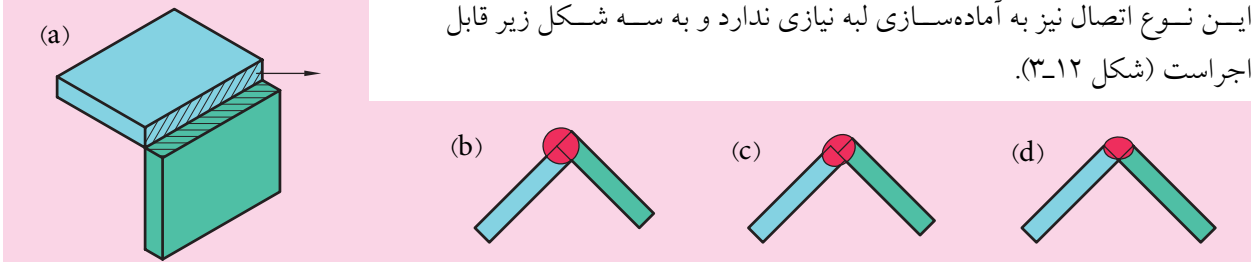
این نوع اتصال به آماده‌سازی نیازی ندارد و به‌صورت یک‌طرفه یا دوطرفه قابل اجراست. (شکل ۱۱ـ۳)



شکل ۱۱ـ۳

اتصال زاویه خارجی (گوشه)

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



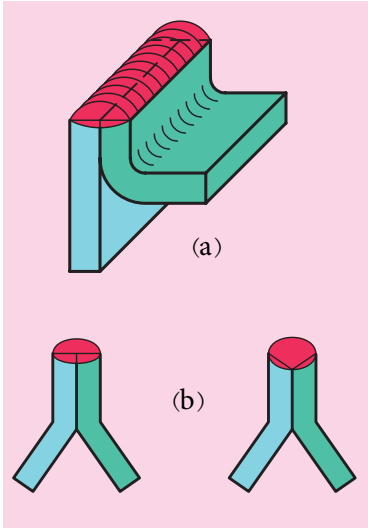
شکل ۱۲ـ۳

اتصال پیشانی (لبه‌ای)

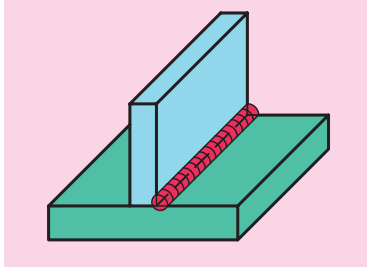
که به‌صورت تخت یا پخ‌دار صورت می‌گیرد (شکل ۱۳ـ۳).

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:

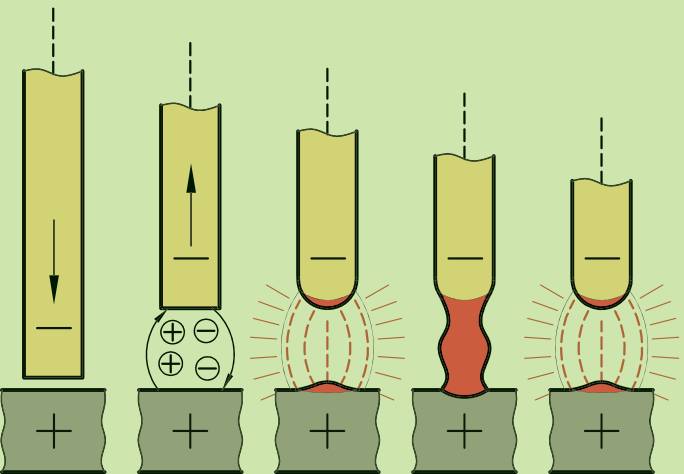
ـ اصول برقراری قوس الکتریکی را شرح دهد.

ـ روش‌های ایجاد قوس الکتریکی را بیان کند.

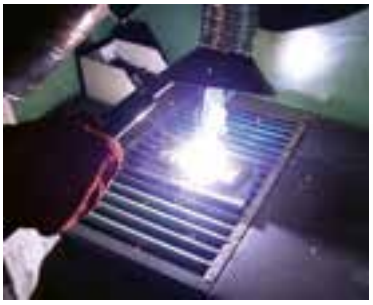
ـ مقدار شدت جریان را بر اساس ضخامت قطعه و قطر الکترود تعیین کند.

ـ گرده‌جوش‌های باریک و کوتاه را ایجاد کند.

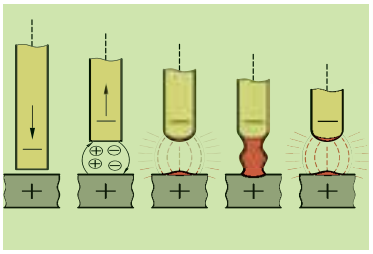
ـ اصول حفاظتی و ایمنی مربوط به دستگاه‌های جوشکاری و نیز در هنگام انجام جوشکاری را رعایت کند.



۱ـ۴ قوس الکتریکی

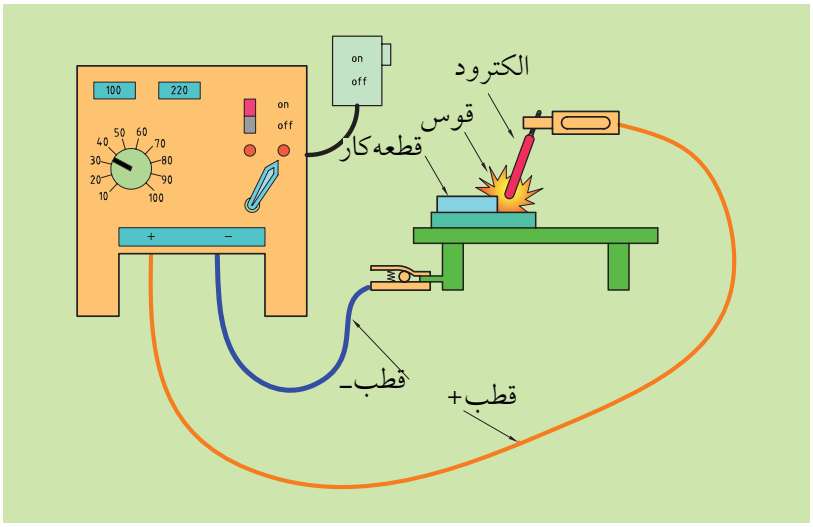


قوس الکتریکی عبارت است از جریان و حرکت الکترون‌ها از فضای گازی‌شکلی (یونیزه شده) که بین دو قطب الکتریکی به‌وجود می‌آید. ایجاد قوس الکتریکی معمولاً با نور، حرارت و صدا همراه اســت. در جوشکاری از حرارت آزادشده قوس، برای ذوب قطعات و همچنین الکترود فلزی استفاده می‌شود (شکل ۱ـ۴). برای ایجاد قوس الکتریکی بین الکترود و قطعه‌کار می‌توان از هر دو نوع جریان متناوب یا مستقیم بهره گرفت.

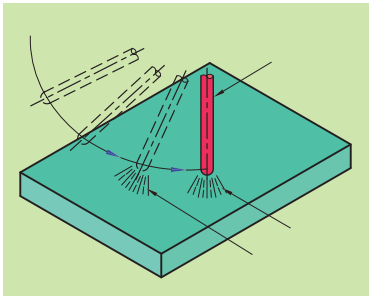


شکل ۱ـ۴

قوس الکتریکی زمانی ایجاد می‌شود که جریان برق در مدار الکتریکی آن که شامل مولد انرژی، کابل‌های اتصال و انبر، الکترود، و قطعه‌کار است، برقرار گردد. در چنین حالتی پس از تماس الکترود با قطعه کار، قوس الکتریکی ایجاد می‌شود (شکل ۲ـ۴).



شکل ۲ـ۴

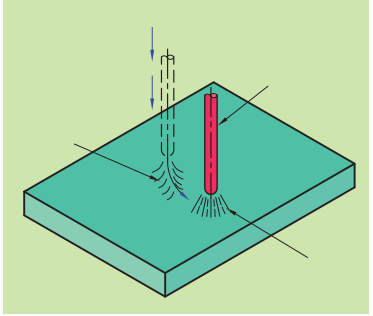


شکل ۳ـ۴ روش کشیدن الکترود روی سطح قطعه‌کار

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.



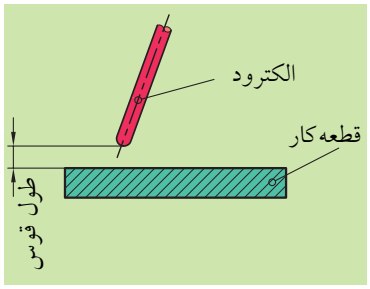
شکل ۴ـ۴،روش نوک زدن

۴ـ۳ طول قوس

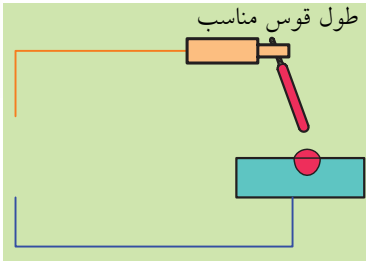
عبارت اســت از فاصله بین نوک الکترود تا سطح قطعه کار تا هنگامی‌که قوس برقرار است. (شکل۵ـ۴)

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.



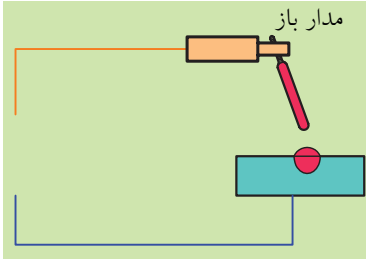
شکل ۵ـ۴



شکل ۶ـ۴

۴ـ۴ ولتاژ مدار

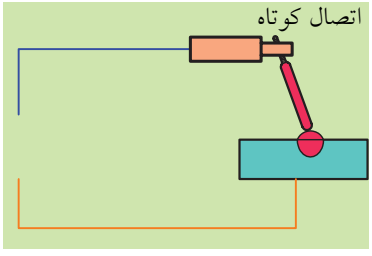
در جوشکاری قوس الکتریکی معمولاً از ولتاژ پایین استفاده می‌شود. این میزان در حدود ۸۰ـ۴۰ ولت اســت. چون اســتفاده از ولتاژ بالا، باعث بزرگ‌تر شدن طول قوس می‌شــود، به‌طور معمول فاصله نوک الکترود از قطعه‌کار بیشتر شده و انتقال مذاب از الکترود متمرکز نخواهد بود (شکل ۶ـ۴).



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

حدود شدت جریان (A)	قطر مغزی الکترود (mm)	ضخامت قطعه (mm)
۴۰_۶۰	۱/۶	۱/۶
۵۰_۸۰	۲/۵	۲/۵
۹۰_۱۳۰	۳/۲	۴
۱۲۰_۱۷۰	۴	۶
۱۸۰_۲۷۵	۵	۸
۳۰۰_۴۰۰	۶	۲۵

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).

شکل ۱۲ـ۴

شکل ۱۳ـ۴

شکل ۱۴ـ۴

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.

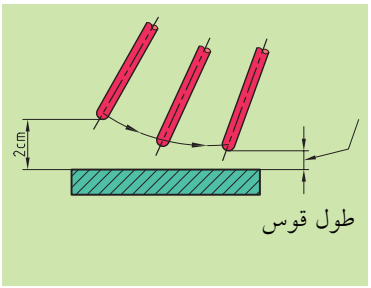
۷. پس از ایجاد قوس، خال‌جوش‌های باریکی را با حرکت الکترود ایجاد کنید (شکل۱۷ـ۴).

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:

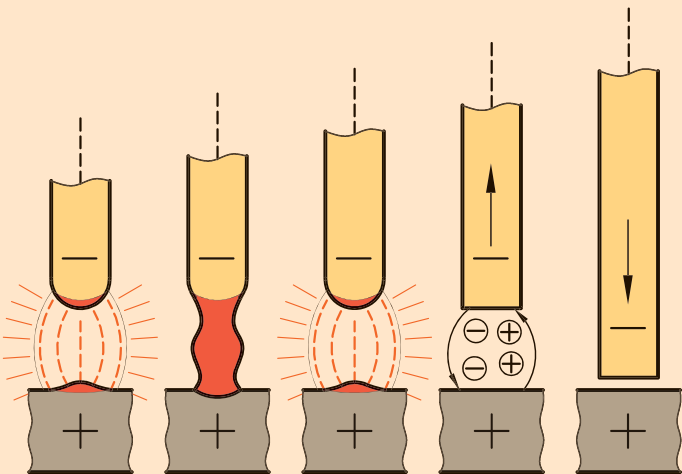
ـ شرایط مختلف جوشکاری را شرح دهد.

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)

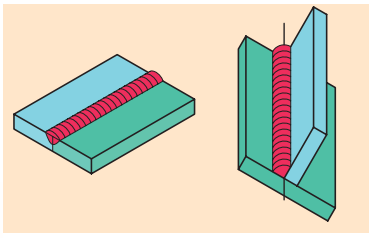
ـ جوشکاری در حالت افقی 2G و 2F (شکل ۵ـ۲)

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

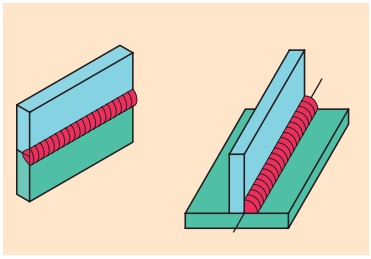
ـ جوشکاری در حالت سربالا (عمودی از پایین به بالا) 3G-up و 3F-up (شکل ۵ـ۳)

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

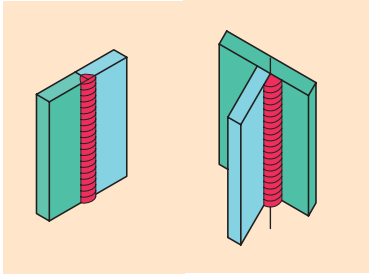


شکل ۵ـ۲

۵ـ۱ جوشکاری سطحی (تخت)

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

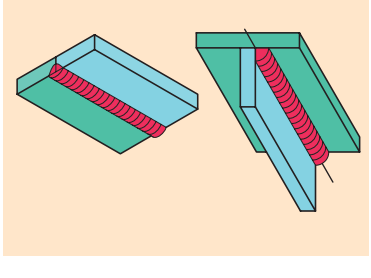
در حالـت تخـت، جهت حرکت الکترود در راسـتای خـط جوش بوده و الکترود با سطح قطعه‌کار زاویه‌ای ۷۵ـ۸۰ درجه دارد. (شکل ۵ـ۵)



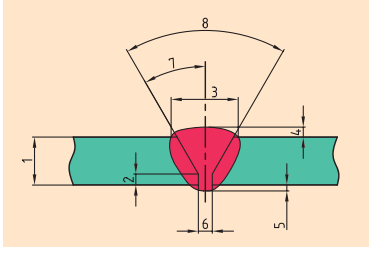
شکل ۵ـ۳

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

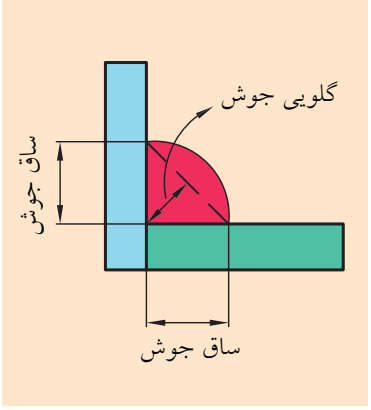


شکل ۵ـ۵

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 ۲۰°ـ۱۰°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

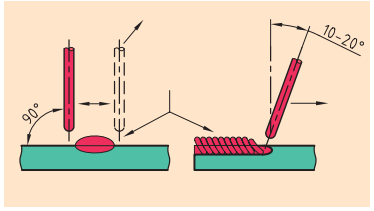
طول قوس بلند	طول قوس کوتاه
ـ ترشح و پاشش مذاب ـ ظاهر جوش بدمنظر می‌شود ـ افزایش پهنای جوش ـ نفوذ کم و گرده تقریباً تخت	ـ سوار شدن گرده‌جوش‌ها روی هم ـ موج‌های غیر یکسان و غیر هم شکل ـ احتمال خفه‌شدن قوس ـ احتمال چسبیدن الکترود به قطعه‌کار

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

۵ـ۵ حرکات عرضی الکترود

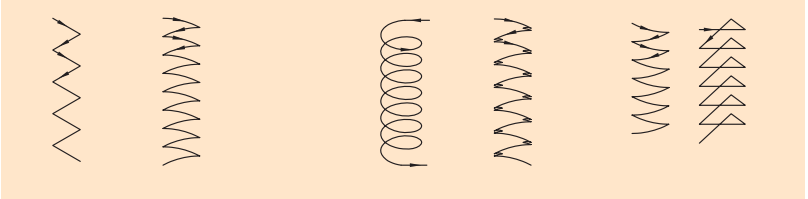
در صورت نیاز به گرده‌جوش پهن، با نوسان الکترود به‌سمت راست و چپ پیشروی کنید (شکل ۱۱ـ۵) تا خط جوش پهن‌تری ایجاد شود. در این حالت خط جوش بافته به‌وجود می‌آید شکل (۱۲ـ۵) که پهنای جوش بافته معمولاً از سه برابر قطر الکترود بیشتر نیست.

(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)

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 ۱۴ـ۵

شکل ۱۵ـ۵

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

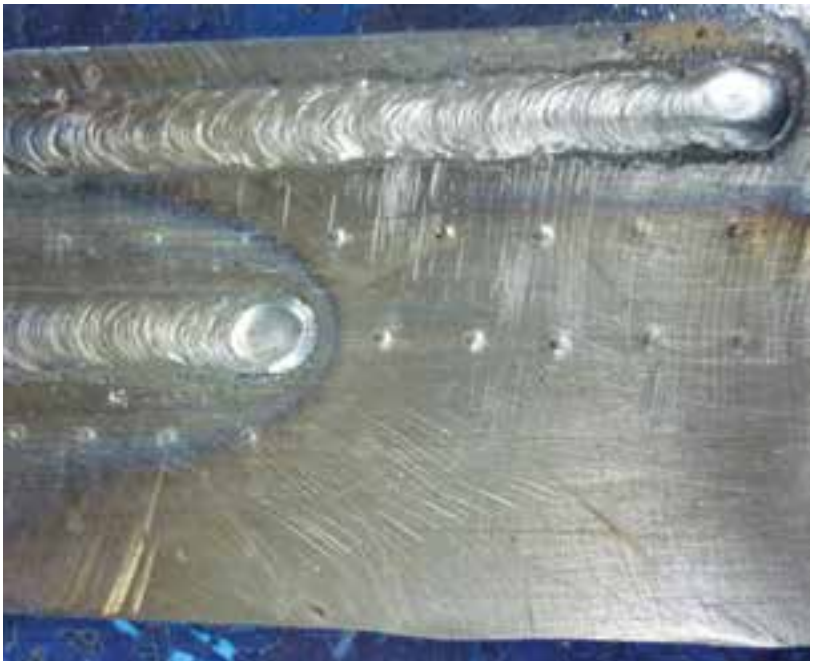
۹. سعی کنید پهنای جوش بیش از حد زیاد نباشد (حدوداً سه برابر مغزی الکترود). برای جلوگیری از بریدگی کناره جوش، لحظه‌ای در گوشه‌ها مکث کنید (شکل ۱۹ـ۵).

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



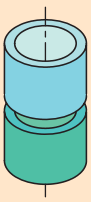
شکل ۲۰ـ۵

ارزشیابی پایانی

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

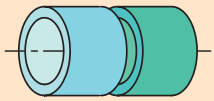
۲. در استاندارد AWS، جوشکاری در حالت تخت با عدد ..... ، در حالت افقی با عدد ..... ، در حالت عمودی با عدد ..... و در حالت سقفی با عدد ..... مشخص می‌شوند.

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



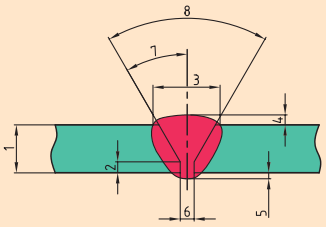
شکل ۵ـ۲۱

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



شکل ۵ـ۲۲

۵. مشخصات جوش را در شکل مقابل تعیین کنید.



شکل ۵ـ۲۳

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

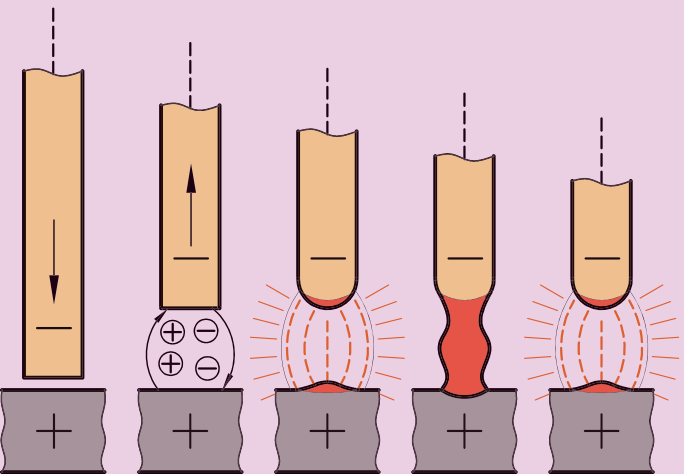
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

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).

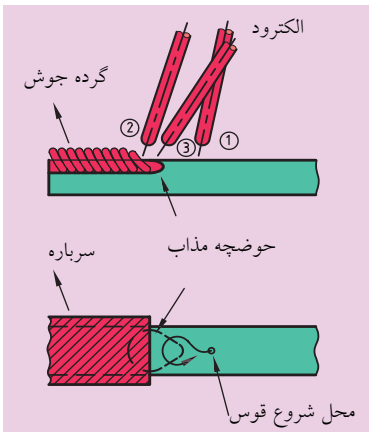
زمانی‌که قوس در جلوی حفره جوش ایجاد شد و الکترود به سمت عقب حفره هدایت گردید، با ادامه جوشکاری نشانه‌های ایجاد قوس از بین می‌رود (شکل ۲ـ۶).

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

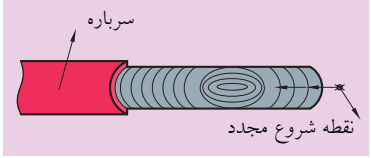
شکل ۲ـ۶

(a) قطع قوس صحیح

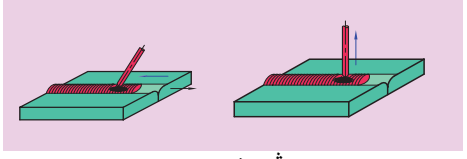
(b) قطع قوس صحیح

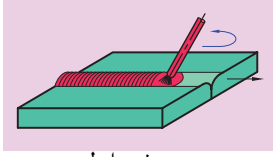
(c) قطع قوس ناقص

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

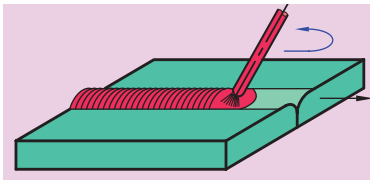
۴. خط جوشی به اندازه ۵ cm ایجاد کرده و برای قطع قوس آماده شوید. دقت شود که قطع قوس به‌درستی اجرا گردد تا در هنگام شروع مجدد قوس، مشکل و عیبی به‌وجود نیاید. قطع قوس را با هر دو روش انجام دهید(شکل ۶ـ۱۰).

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.

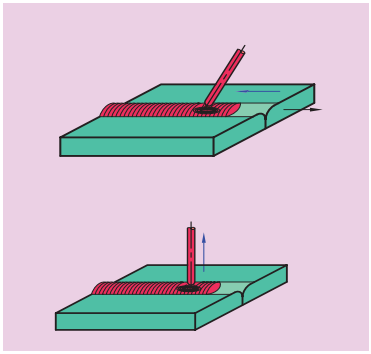
برای این‌کار می‌توانید به کمک چکش شلاکه‌زن و برس سیمی، ۲۵ میلی‌متر از انتهای گرده‌جوش را از سرباره پاک کنید.

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).

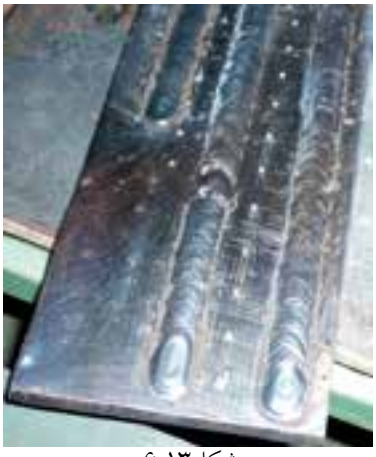
۱۰. در صورتی‌کــه الکترود به انتها رســید، نــکات لازم در مورد قطع قوس را به‌کار بندید.

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.



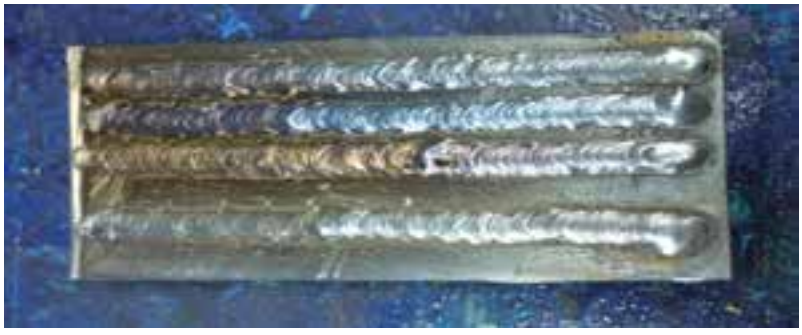
شکل۱۲ـ۶



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

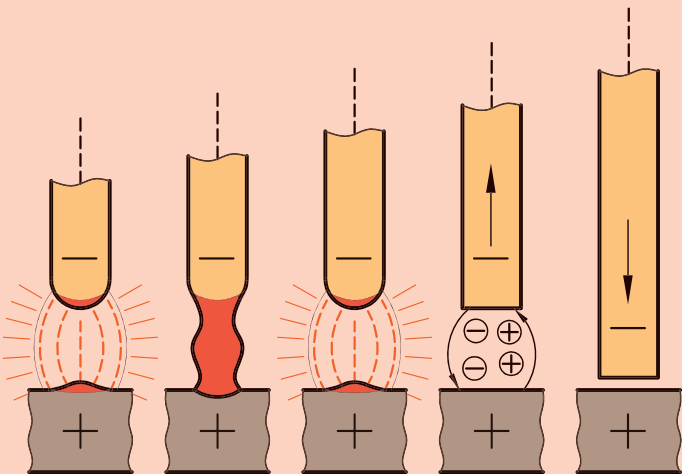
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

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.



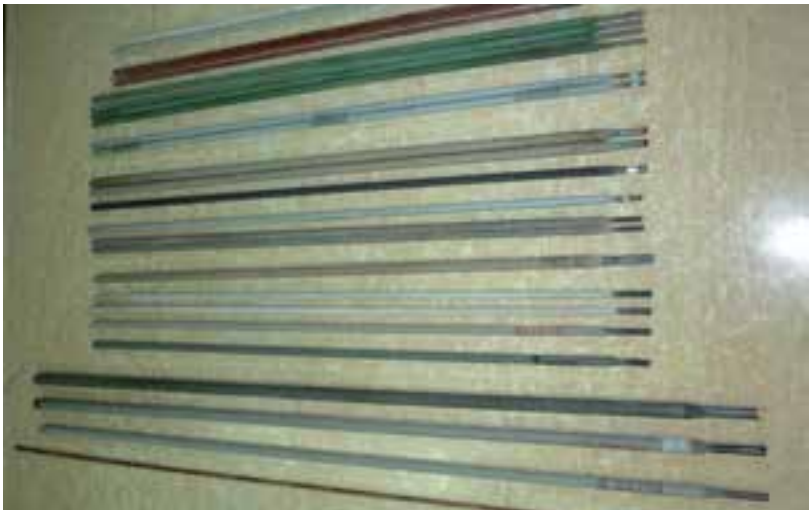
مقدمه

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

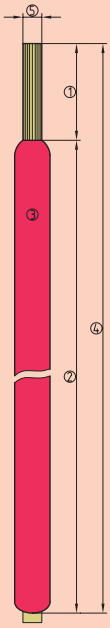
الکترودها در حالت کلی به دو دسته ذوبی و غیر ذوبی تقسیم می‌شوند. الکترودهای غیر ذوبی در پروسه‌هایی همچون جوشکاری آرگون (TIG) به‌کار می‌روند که الکترود فقط وظیفه برقراری قوس را داشته و مفتول پرکننده به‌طور جداگانه به محل جوشکاری تغذیه می‌شود و حوضچه مذاب توسط گاز محافظ، محافظت می‌شود (شکل ۱ـ۷).

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

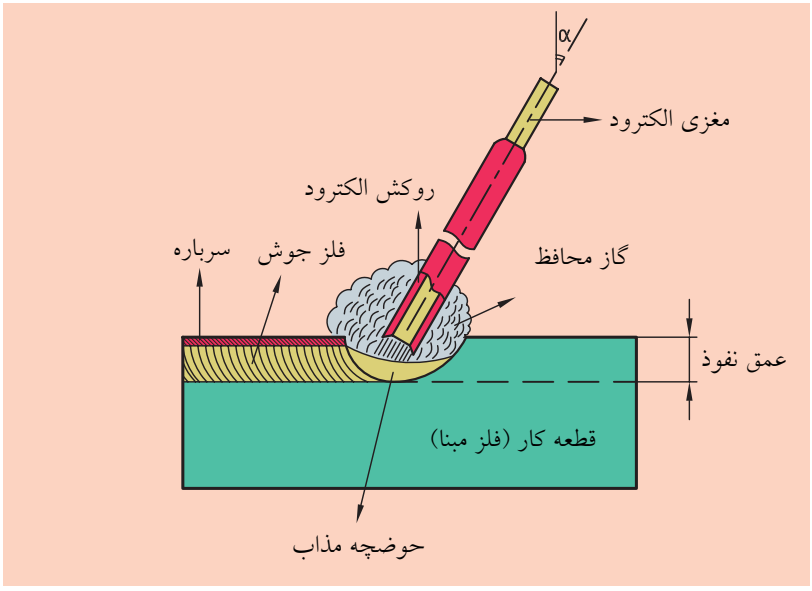
شکل ۲ـ۷



شکل ۳ـ۷

۲ـ۷ ساختمان الکترودهای ذوبی روپوش‌دار

۱. مغزی الکترود؛ میله‌ای فلزی اســت که در سرتاســر الکترود ادامه دارد و در هنــگام ذوب با لبه‌های قطعــه‌کار حوضچه مذاب را تشــکیل داده و اتصال را ایجاد می‌کنند. قسمت زیادی از فلز جوش توسط مغزی الکترود تأمین می‌شود، بنابرایــن مواد موجــود در مغزی الکترودها باید به‌گونه‌ای انتخاب شــوند که با ترکیبات موجود در فلز مبنا سازگار باشند (شکل ۴ـ۷).



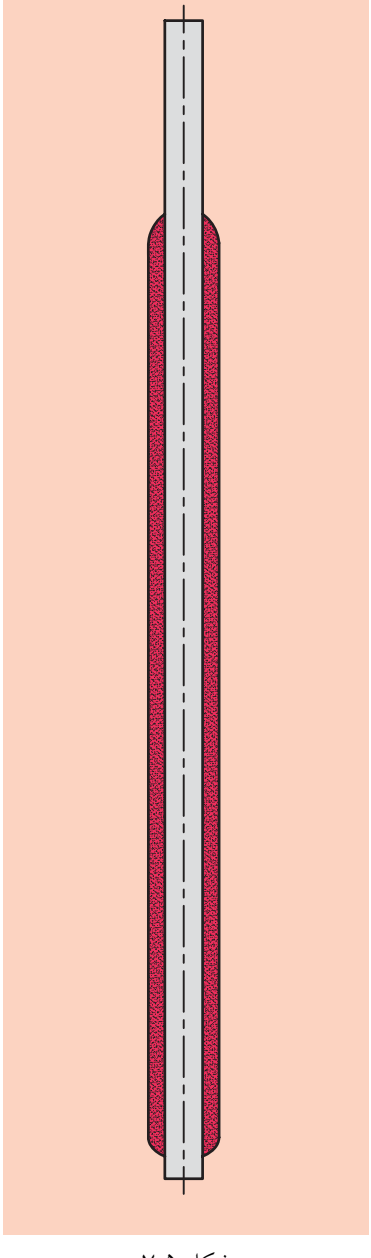
شکل ۴ـ۷

۲. روکش الکترودها؛ ترکیبی از مواد آلی و معدنی است که با اهداف خاص و با توجه به شــرایط 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 اکســید شــدن جوش از طریق ایجاد دود و گازهای محافظ در اطراف منطقه مذاب

ـ تشــکیل 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.

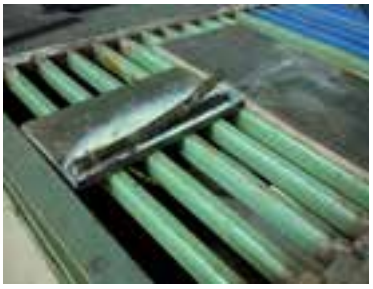
در اسـتاندارد الکترودها (ASME) آن‌ها با یک حرف و چهار رقم (یا پنج رقم) مشخص می‌شوند (شکل۸ـ۷).

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

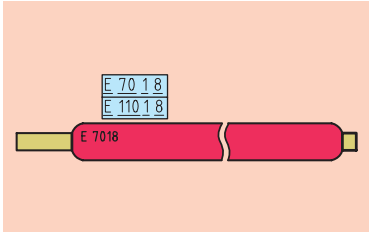
ـ دو عدد بعد در کدهای چهاررقمی (یا سـه عدد در کدهای پنج رقمی) نشـانه استحکام کششی فلز جوش برحسب کیلوپوند بر اینچ مربع است.

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).

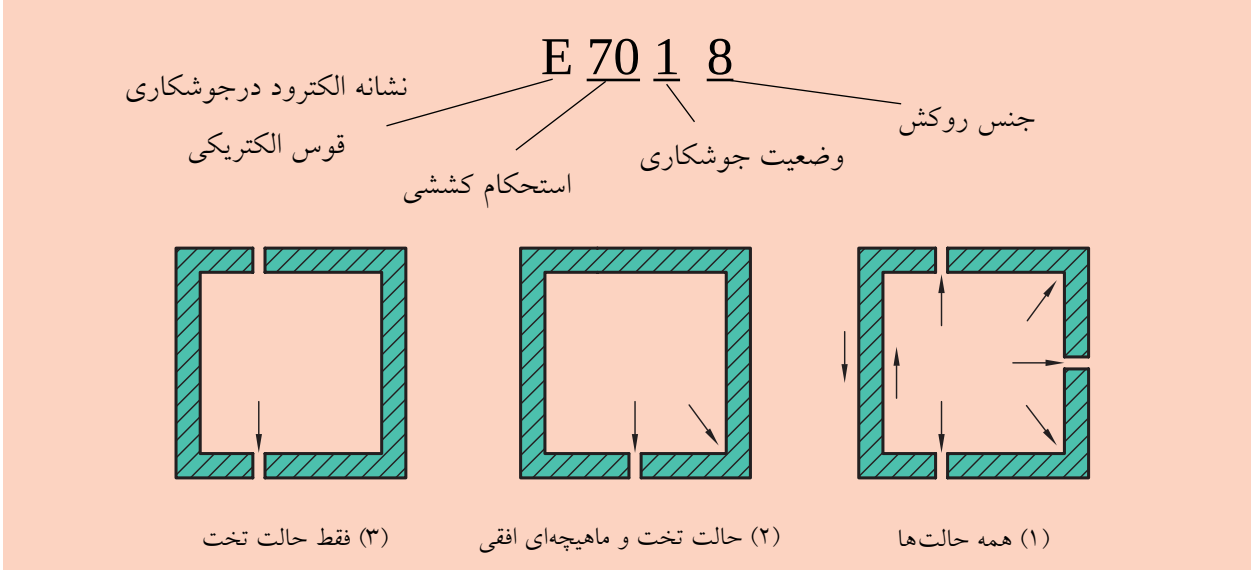
شکل ۶ـ۷



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

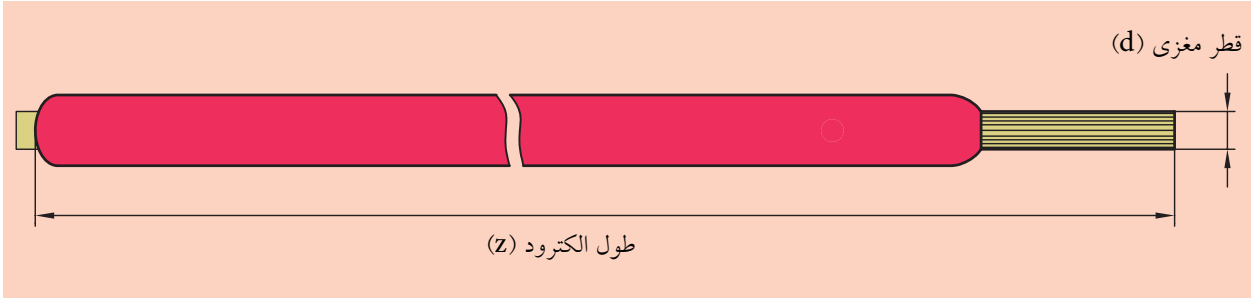
رقم آخر	نوع روکش	نوع جریان
۰	سلولزی	DCRP
۱	سلولزی	AC و DCRP
۲	روتایلی	AC و DCRP
۳	روتایلی	AC و DCSP و DCRP
۴	روتایلی با پودر آهن ۳۰ ٪	AC و DCSP و DCRP
۵	قلیایی	DCRP
۶	قلیایی	AC و DCRP
۷	اسیدی با پودر آهن ۵۰ ٪	AC و DCSP و DCRP
۸	قلیایی با پودر آهن ۲۵ ٪	AC و DCSP و DCRP
۲۰	اکسیدی	AC و DCSP و DCRP

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.

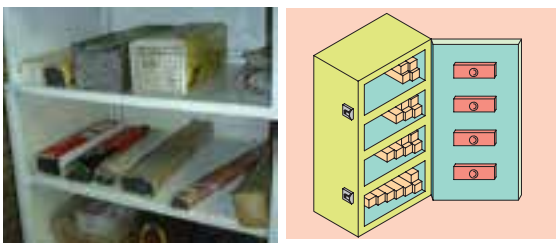
سرباره جوشکاری با این الکترود پرحجم بوده و به‌راحتی از روی کار جدا می‌شود. منگنز ویسکوزیته سرباره را کاهش داده و در شکل ظاهری جوش مؤثر است. جدول ۳ـ۷ نمونه‌هایی از الکترودها و موارد کاربرد آن‌ها را نشان می‌دهد.

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

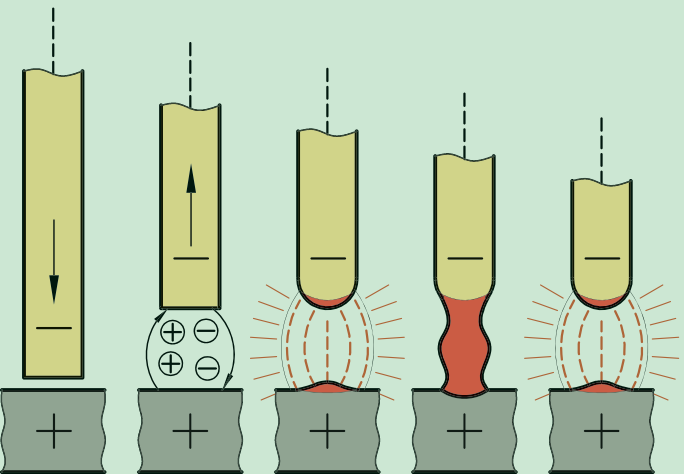
هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ اصول جوشکاری لب‌به‌لب قطعات فولادی را بیان کند.

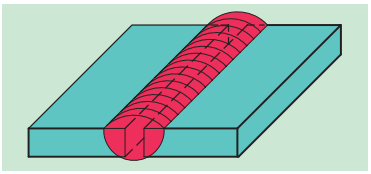
ـ دو قطعه کار را به‌صورت لب‌به‌لب جوشکاری کند.

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



۸ـ۱ تعریف

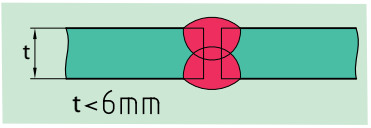
جوش لب‌به‌لب جوشی است که بین دو قطعه‌کار کنار هم، به‌صورت لب‌به‌لب (سربه‌سر) قرار گرفته‌اند، ایجاد می‌شود. جوشکاری لب‌به‌لب قطعات براساس ضخامت قطعه‌کار و با روش‌های گوناگونی اجرا می‌شود (شکل ۸ـ۱). در صورتی‌که ضخامت قطعات بیش از ۶ mm باشد، به پخ‌زنی لبه قطعات در محل اتصال نیاز است (شکل ۸ـ۲).



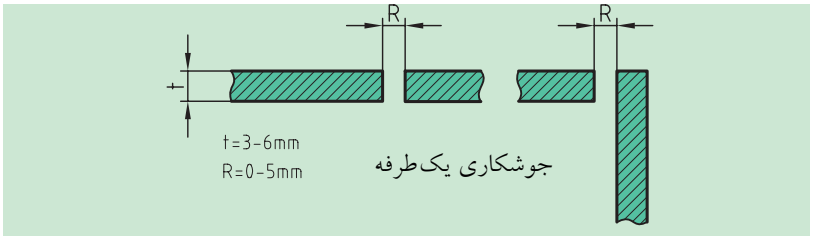
شکل ۸ـ۱

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)

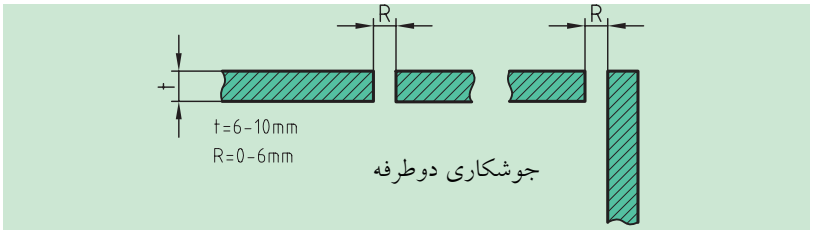
شکل ۸ـ۲



شکل ۸ـ۳



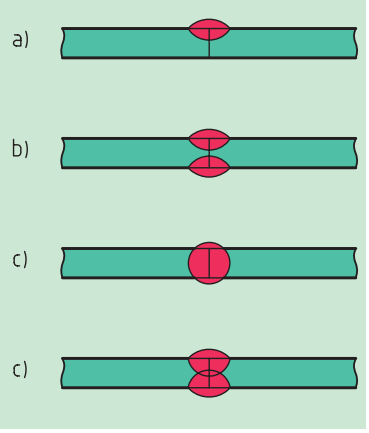
شکل ۸ـ۴



شکل ۸ـ۵

۸ـ۲ جوشکاری لب‌به‌لب با ریشه بسته

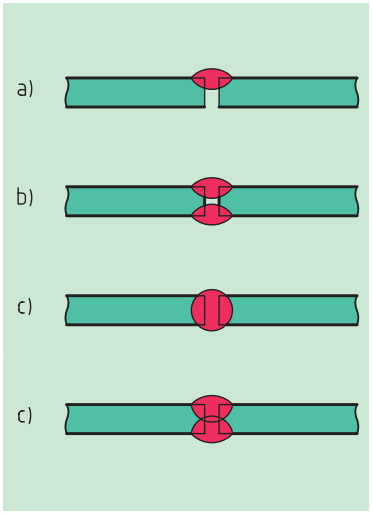
آماده‌سازی قطعات برای جوشکاری در این حالت بسیار آسان و ارزان خواهد بود و کافی است که قطعات را در کنار هم قرار دهید. در جوشکاری با ریشه بسته باید نفوذ به‌صورت کامل صورت گیرد. در جوشکاری یک‌طرفه، حداکثر نفوذ ۵ mm است، بنابراین برای قطعات ضخیم‌تر باید جوشکاری از هر دو طرف صورت گیرد (شکل ۸ـ۶).



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).

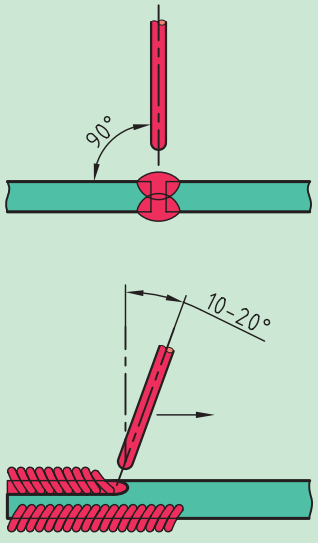


شکل ۸ـ۷

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.

دستور کار

۱۸۰ دقیقه

جوشکاری قطعات به‌صورت لب به لب در حالت تخت

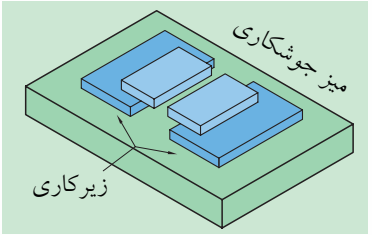
۱. یک قطعه فولادی به ابعاد ۵۰×۱۵۰ mm و با ضخامت ۶ mm را آماده سازید و لبه‌های آن‌ها را در محل اتصال، به‌طور کامل از آلودگی و زنگ‌زدگی پاک کنید. (شکل ۸ـ۹ و ۸ـ۱۰)

شکل ۸ـ۹

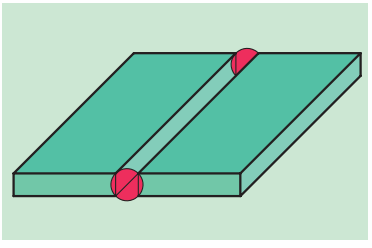
۲. برای اتصال لب‌به‌لب قطعات بهتر است از قطعات فولادی در زیر کار استفاده شود تا جوش آلوده نشده و رویه میز نیز آسیب نبیند. فاصله لبه‌های قطعات را ۳ mm انتخاب کنید و دستگاه را در حالت قطب مستقیم قرار دهید (شکل ۸ـ۱۱).

شکل ۸ـ۱۰

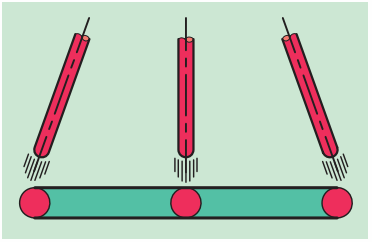
۴. دو قطعه را از هر طرف به هم خال‌جوش بزنید (شکل ۸ـ۱۲). درصورتی‌که طول قطعه بزرگ باشد، خال‌جوش‌ها از وسط شروع شده و به‌سمت لبه قطعه کار خال جوش بزنید. (شکل ۸ـ۱۳) "معمولاً فاصله بین هر دو خال‌جوش ۱۵۰ mm درنظر گرفته می‌شود."



شکل ۸ـ۱۱



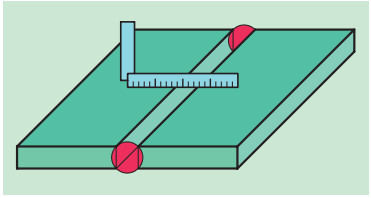
شکل ۸ـ۱۲



شکل ۸ـ۱۳

شکل ۸ـ۱۴

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.

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

شکل ۱۸ـ۸

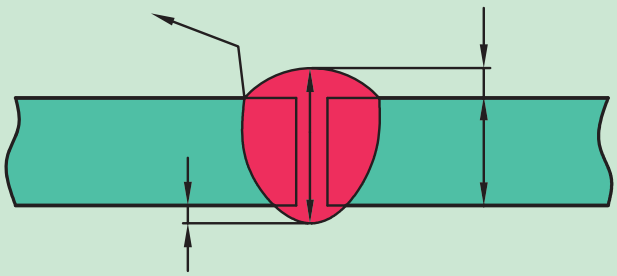
ارزشیابی پایانی

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.



شکل۱۹ـ۸

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

فصل نهم

جوشکاری درزجناغی یک‌طرفه در حالت سطحی

هدف‌های رفتاری

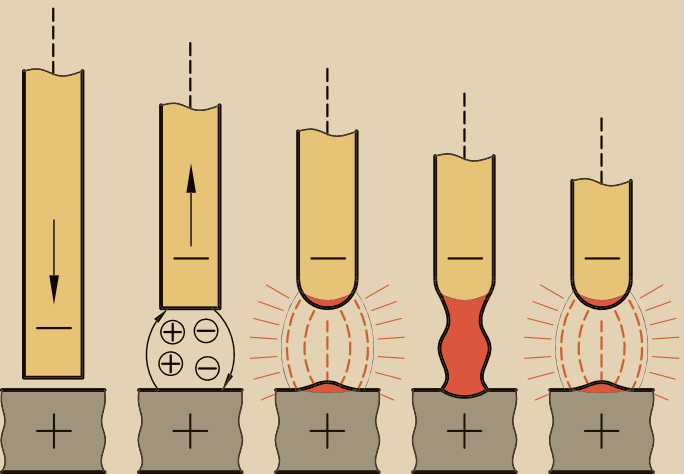
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ لبه قطعات را به‌صورت جناغی آماده‌سازی کند.

ـ اصول جوشکاری را در پاس اول شرح دهد.

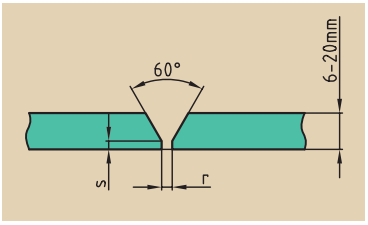
ـ دو قطعه را به‌صورت لب‌به‌لب و در سه پاس جوشکاری کند.

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.

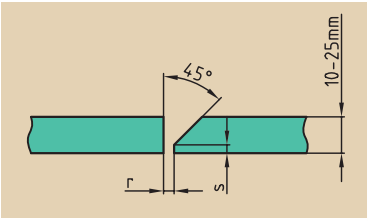


پاشنه جوش (s) فاصله ریشه (r)

شکل ۱ـ۹

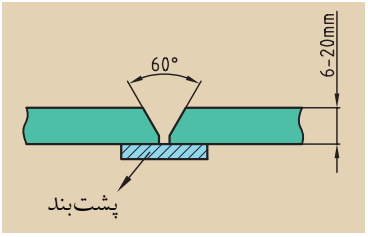
۱ـ۹ درز جناغی (V شکل)

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.

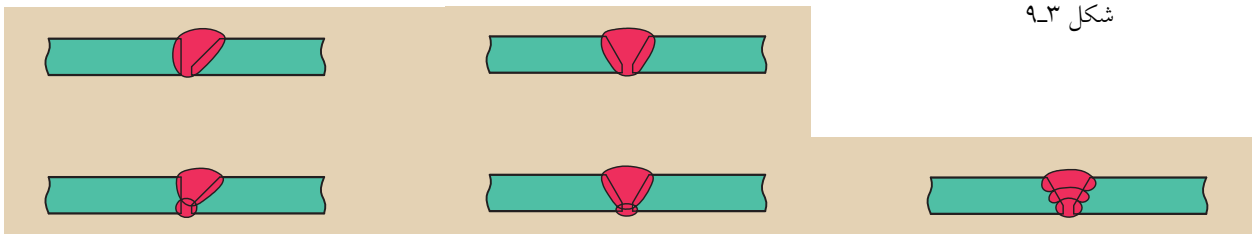


شکل ۲ـ۹

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



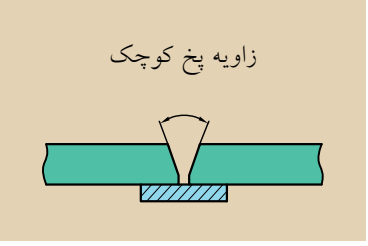
شکل ۴ـ۹

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).

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.

شکل ۷ـ۹

۴. لبه‌های قطعاتی را که سنگ می‌زنید، با گونیا کنترل کنید تا زاویه درست و پاشنه مناسب و موازی به‌وجود آید (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 ۸ـ۹

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

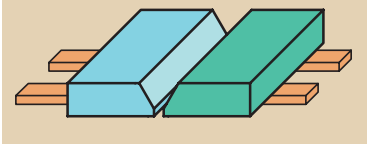
۷. دو لبه قطعه‌کار را به فاصله ۳ mm از یکدیگر قرار داده و آن‌ها را از پشت به‌هم خال‌جوش بزنید. انتهای خال‌جوش‌ها را برای از بین بردن گل جوش سنگ بزنید (شکل ۱۲ـ۹).

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

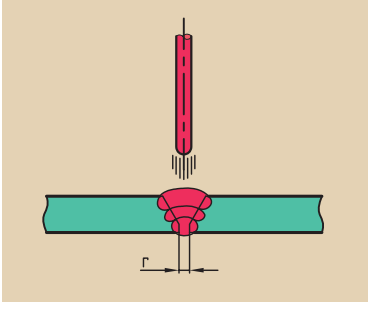
۹. در تمامی مراحل جوشکاری، زاویه الکترود نسبت به سطح قطعات ۹۰° و در جهت پیشروی نسبت به خط قائم زاویه ۲۰°ـ۱۰° است (شکل‌های ۱۴ـ۹ و ۱۵ـ۹).

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).

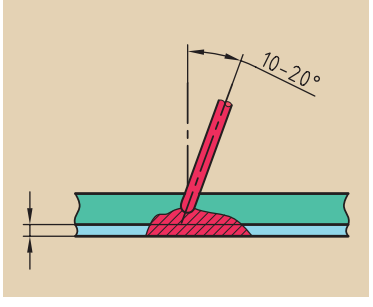

شکل ۱۳ـ۹ جلوگیری از چسباندن قطعات به میز کار

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).

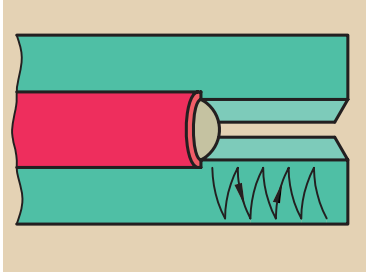
شکل ۱۷ـ۹

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.

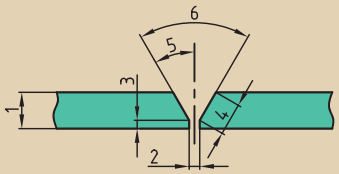
شکل ۲۰ـ۹

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.

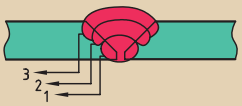
۵. تأثیر زاویه پخ بر جوش چیست؟

۶. مزیت درز لاله‌ای نسبت به درزجناغی چیست؟

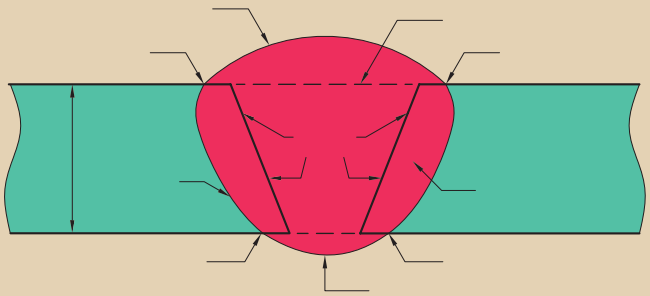
درز لاله‌ای

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

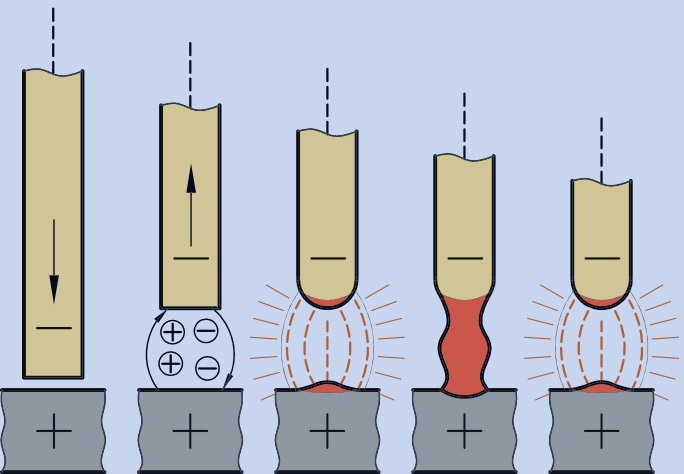
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ جوشکاری سپری را شرح دهد.

ـ نحوه خال‌جوش‌زنی برای اتصال سپری، را انجام دهد.

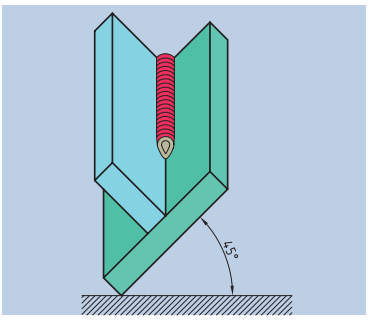
ـ دو قطعه را به‌صورت سپری در حالت تخت جوشکاری کند.

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



مقدمه

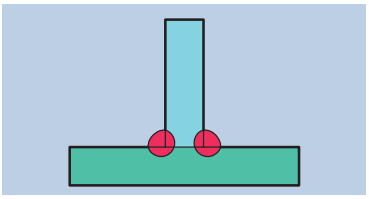
یکی از انواع اتصال پرکاربرد در صنعت، جوشکاری قطعات به‌صورت T شکل (سپری) است. در این نوع جوشکاری، اتصال براساس ضخامت قطعات، به‌صورت پخ‌دار یا بدون پخ اجرا می‌گردد شکل(۱ـ۱۰).



شکل ۱ـ۱۰

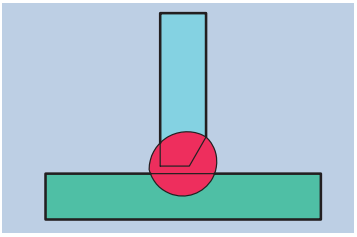
۱ـ۱۰ پخ‌زنی قطعات در اتصال سپری

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).



شکل ۲ـ۱۰

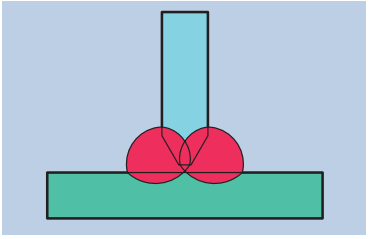
ورق‌های با ضخامت ۱۵ـ۹ میلی‌متر را می‌توان با پخ یک‌طرفه انجام داد. در این‌صورت برای پر کردن محل اتصال ممکن است از یک یا دو پاس جوشکاری استفاده شود (شکل ۳ـ۱۰). برای جوشکاری ورق‌هایی با ضخامت بالای ۲۵ میلی‌متر از انواع پخ‌ها و به‌صورت دوطرفه استفاده می‌شود (شکل ۴ـ۱۰).



شکل ۳ـ۱۰

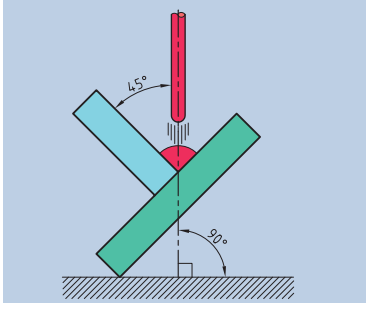
در صورتی‌که اتصال سپری به‌صورت درست اجرا شود، مطمئن‌ترین و قابل اعتمادترین نوع جوش خواهد بود.

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).

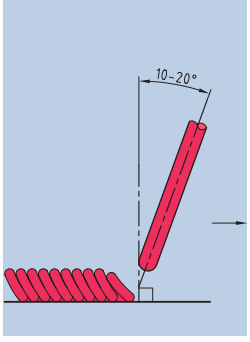


شکل ۴ـ۱۰

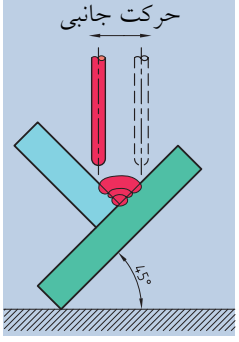
برای انجام پاس‌های دوم و سوم، الکترود حرکت جانبی (نوسانی) انجام داده و در گوشه‌ها اندکی مکث لازم است تا از سوختگی کناره‌جوش جلوگیری شود. دامنه حرکت جانبی الکترود به اندازه گرده‌جوش ایجادشده در پاس قبل است (شکل‌های ۷ـ۱۰ و ۸ـ۱۰).



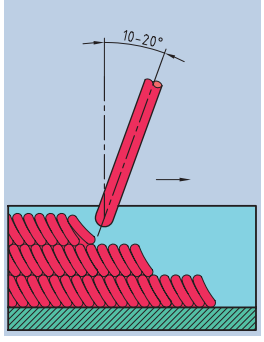
شکل ۵ـ۱۰



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

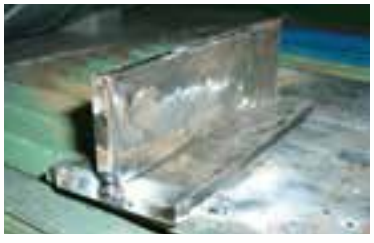
۳. دستگاه جوش را روشن کنید. مقدار آمپر را برروی A۱۱۰ـ ۱۰۰ تنظیم کنید و اتصال را به‌صورت قطب مستقیم [– =] برقرار سازید (شکل ۱۲ـ۱۰).

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).



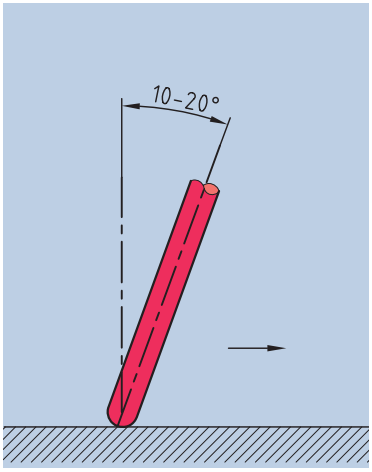
شکل ۱۳ـ۱۰

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 ۱۰°ـ۲۰° 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).

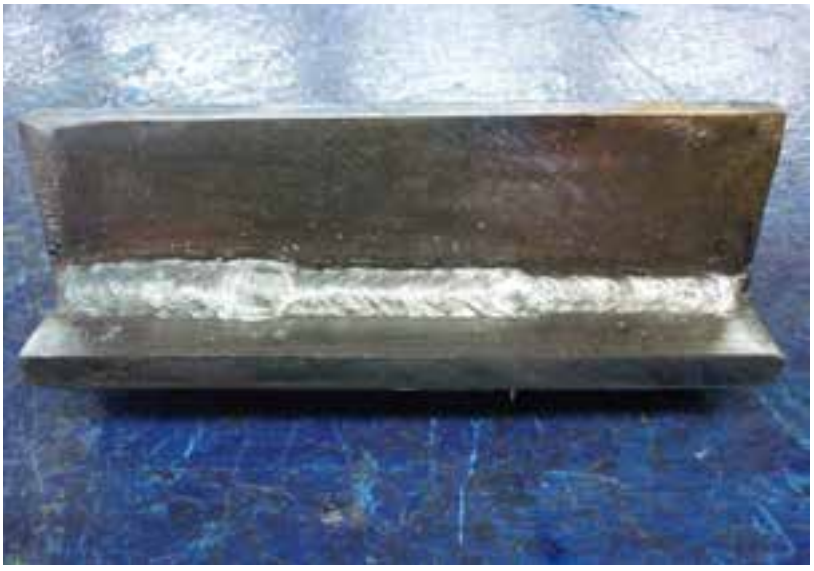
شکل ۱۶ـ۱۰

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.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

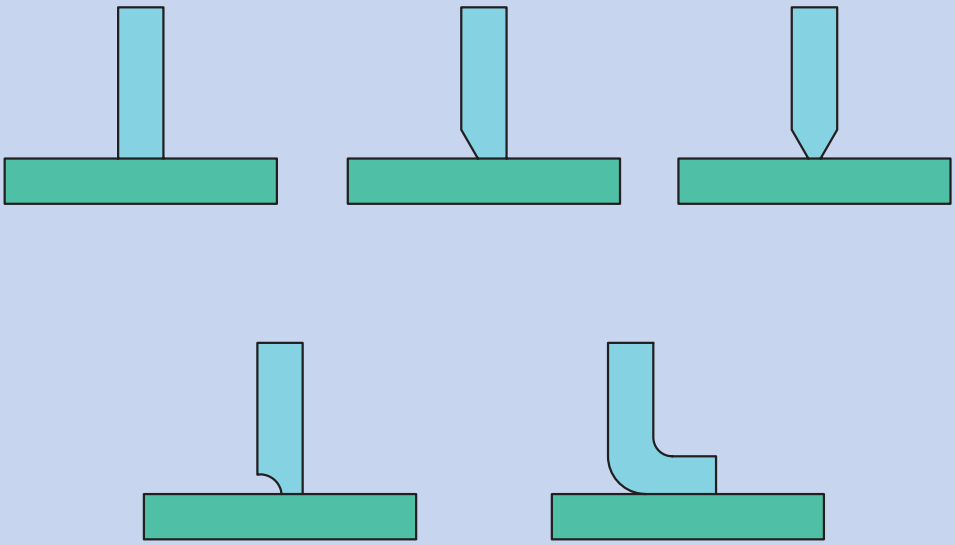
.....

.....

.....

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

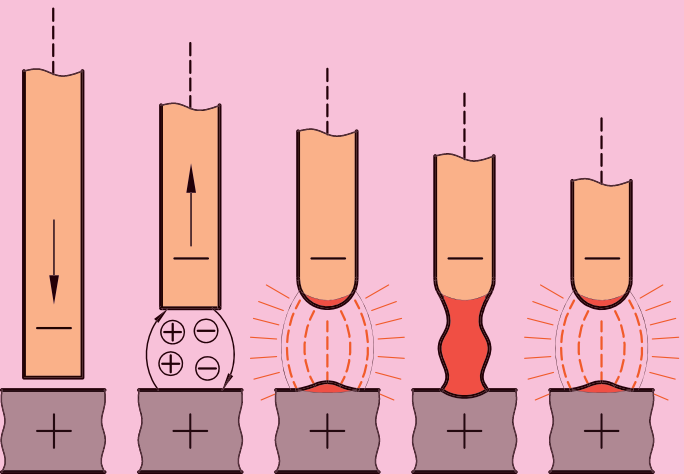
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

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.

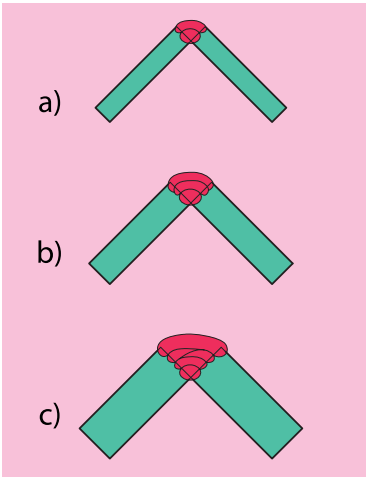
ـ روش تعیین تعداد پاس‌های لازم جهت پرکردن گوشه را شرح دهد.

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).

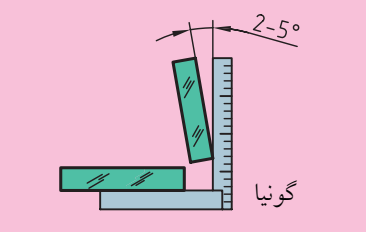


شکل ۱ـ۱۱

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.

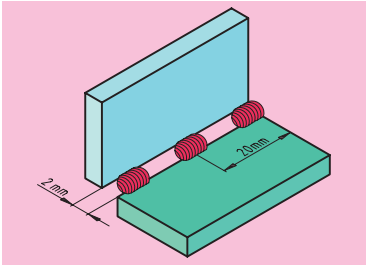
به‌علت جوشکاری کردن قطعه در یک سوی قطعه، بعد از سرد شدن، انقباضات جوش باعث تغییر زاویه می‌گردد. برای کنترل انقباض حاصل از حرارت به‌طور معمول زاویه اولیه در دو قطعه نسبت به یکدیگر، مطابق (شکل ۲ـ۱۱) ۲ تا ۵ درجه کم‌تر درنظر گرفته می‌شود و سپس قطعه را به هم جوش می‌دهند. همچنین برای نفوذ کامل جوش در ریشه، 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).



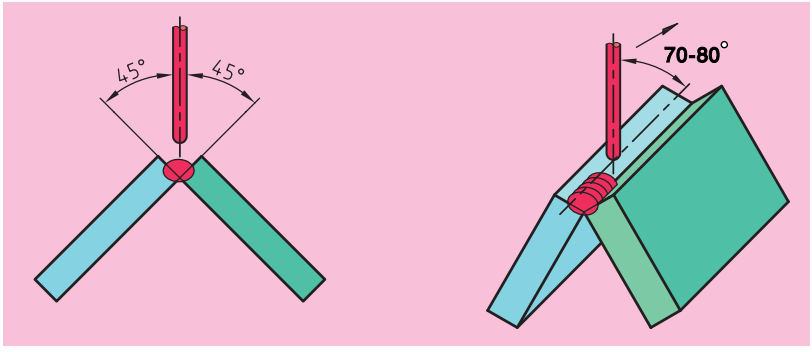
شکل ۲ـ۱۱

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).

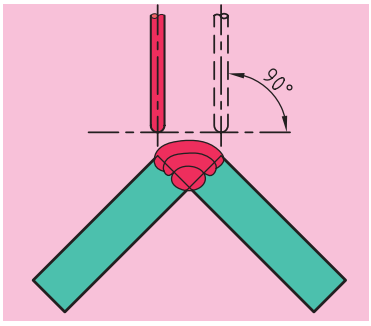
شرایط جوشکاری درز نبشی به‌صورت جوشکاری درزجناغی (پخ Vشکل) است (شکل ۵ـ۱۱).



شکل ۳ـ۱۱



شکل ۴ـ۱۱



شکل ۵ـ۱۱

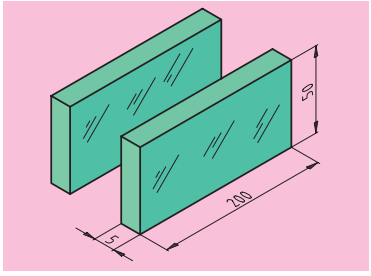
دستورکار

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

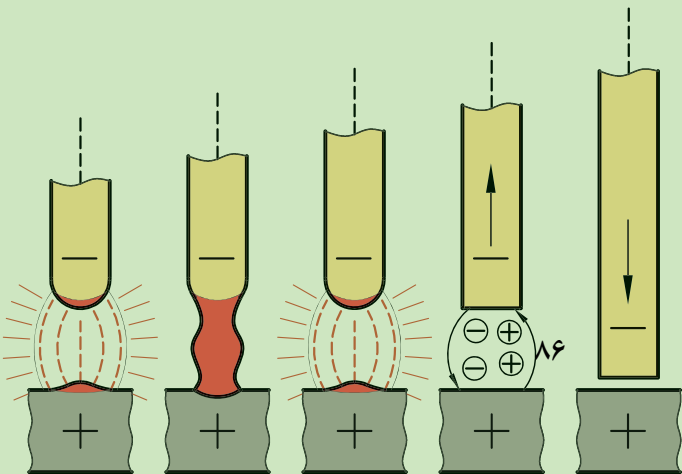
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ قطعات را برای انجام جوشکاری نبشی داخلی آماده سازد.

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

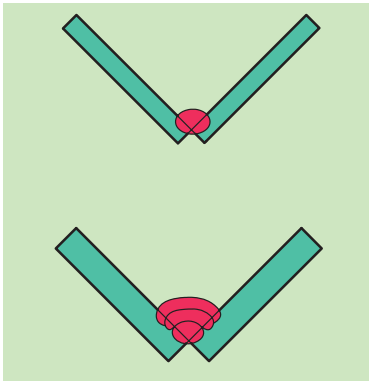
ـ روش تعیین تعداد پاس‌های جوشکاری در جوشکاری نبشی داخلی را شرح دهد.

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).



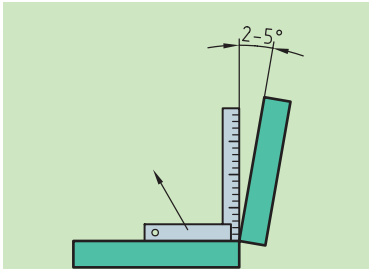
شکل ۱ـ۱۲

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

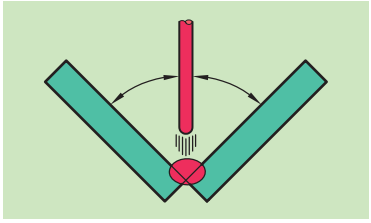
میـــزان زاویه بـــرای جبران انقباض پس از جوش، ۲ تـــا ۵ درجه درنظر گرفته می‌شود (شکل ۲ـ۱۲).



شکل ۲ـ۱۲

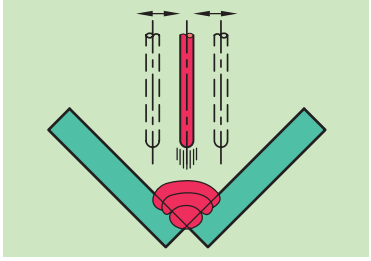
زاویه الکترود باید در مســـیر حرکت ۷۵ـ۷۰ درجه باشـــد و دو سطح قطعات به‌صورت متقارن نسبت به الکترود قرار گیرد (شکل ۳ـ۱۲).

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.



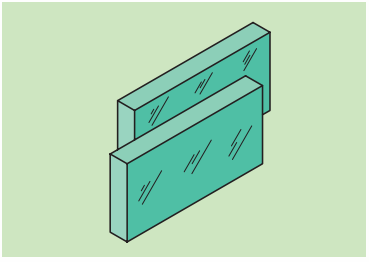
شکل ۴ـ۱۲

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).

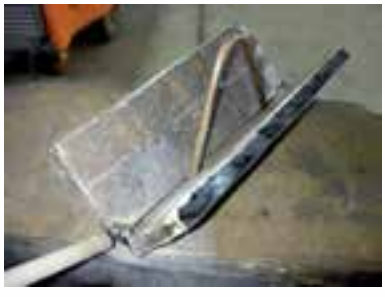
۳. دستگاه را روشن کنید و پس از تنظیم آمپر برروی(A)۱۱۰ ـ۱۰۰، اتصال را در حالت قطب مستقیم قرار دهید (شکل ۸ـ۱۲).

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

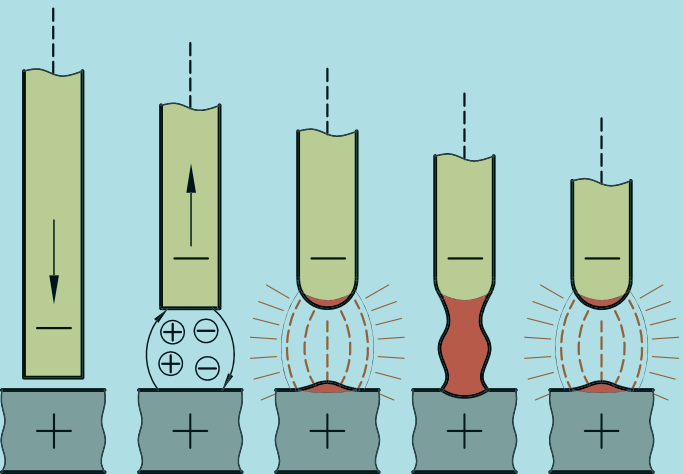
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

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.

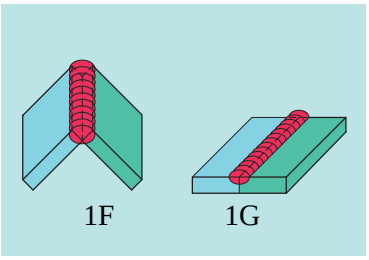
ـ زوایای لازم برای الکترود در هنگام جوشکاری را بیان کند.

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



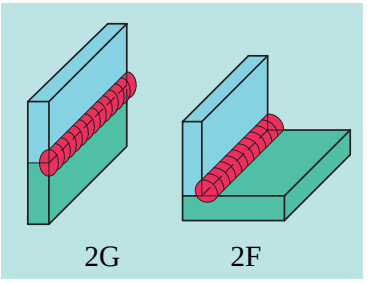
مقدمه

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.



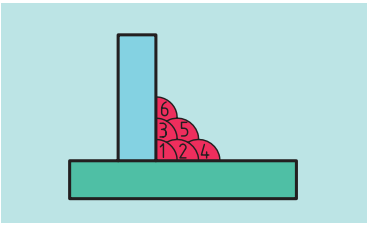
۱ـ۱۳ تعیین حالت‌ها و وضعیت‌های جوشکاری در استاندارد AWS

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

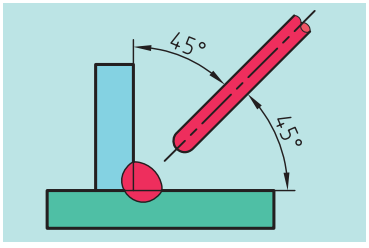
علامت	وضعیت جوشکاری در AWS
۱	جوشکاری در وضعیت تخت
۲	جوشکاری در وضعیت افقی
۳	جوشکاری در وضعیت عمودی
۴	جوشکاری در وضعیت سقفی



شکل ۲ـ۱۳

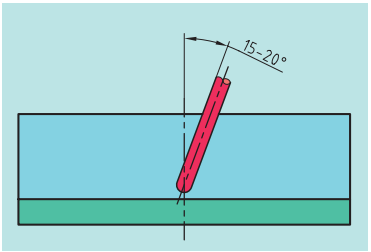
۲ـ۱۳ اصول جوشکاری سپری در حالت افقی

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 ۲۰ـ۱۵ 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

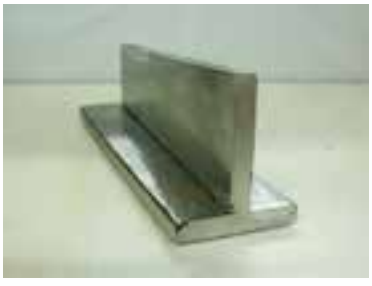
۲. لبه‌های قطعات را به‌کمک سوهان، آماده‌سازی کنید و آن‌را با گونیا کنترل کنید (شکل‌های ۶ـ۱۳ و ۷ـ۱۳).

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

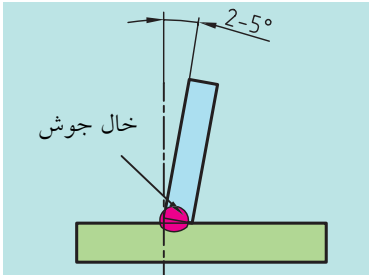
۵. جوشـکاری را به‌صـورت خطی آغـاز کنید. دقت کنید که پیشـروی کاملاً یکنواخت و با طول قوس ثابت انجام شـود. شـما می‌توانید نوک الکترود را در تمام طول خط جوش در درون حوضچه مذاب نگهدارید (شکل ۱۲ـ۱۳).

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.

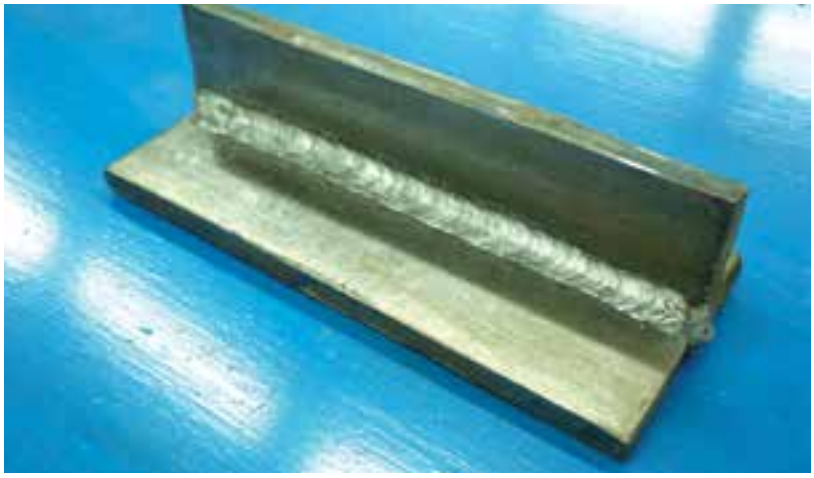


شکل ۱۰ـ۱۳

شکل ۱۱ـ۱۳

شکل ۱۲ـ۱۳

شکل ۱۳ـ۱۳


شکل ۱۴ـ۱۳

ارزشیابی پایانی

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

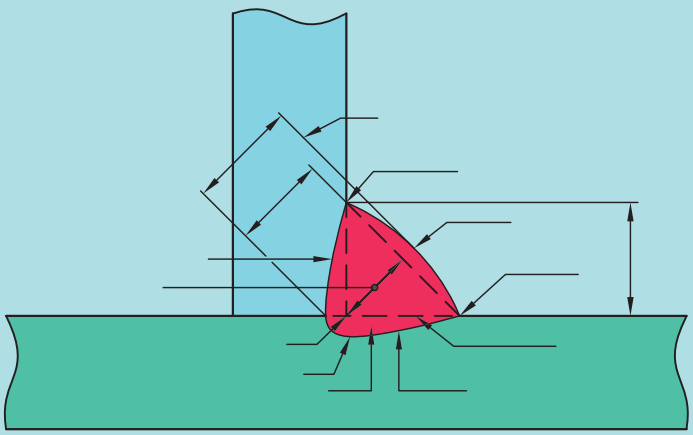
۲. حالت‌ها و وضعیت‌های مختلف جوشکاری و شماره مربوط به هر یک را بیان کنید.

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

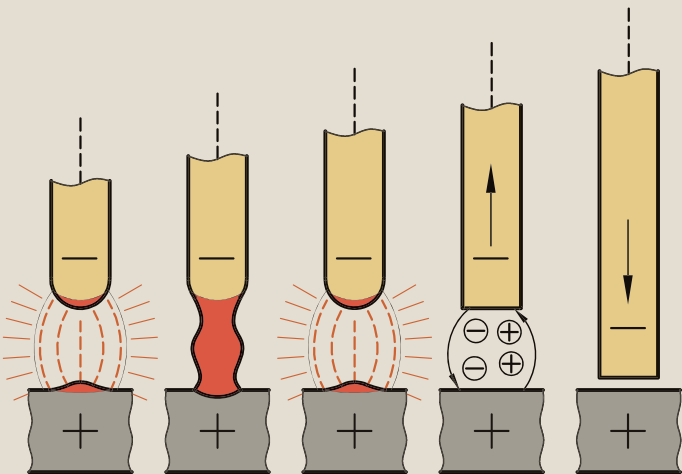
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

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

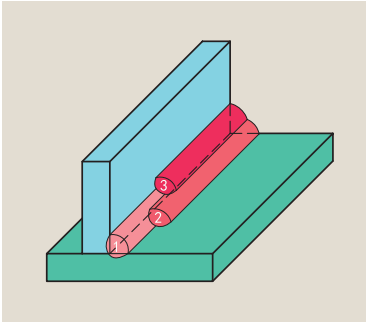
ـ اصول و روش اجرای پاس دوم در اتصال سپری را شرح دهد.

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

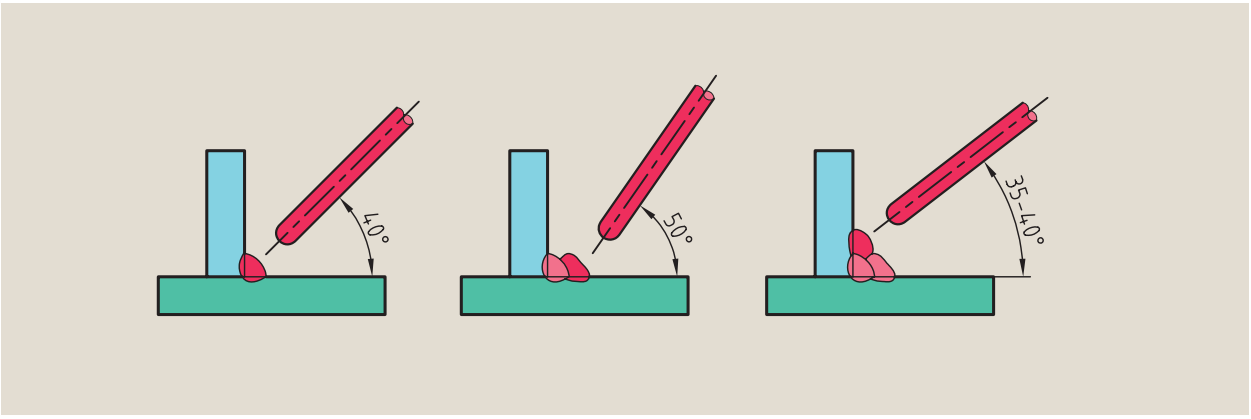
اتصال سپری در حالت افقی در دو پاس، توسط سه خط جوش ایجاد می‌شود. پاس اول شـامل یک خط است که به‌عنوان پاس ریشه به‌کار می‌رود و مطابق با اصول بیان‌شده در فصل پیش، اجرا می‌شود شکل(۱ـ۱۴).

۱ ـ۱۴ اصول جوشکاری سپری در دو پاس

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

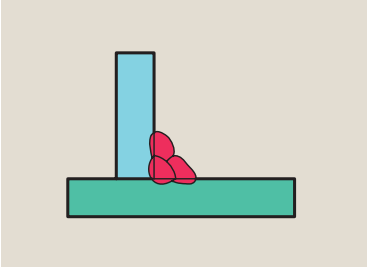
در هنـگام اجرای پاس‌های دوم، سـوم و یا چهارم به‌صورت گرده‌سـازی خطی، زاویه الکترود متغیر خواهد بود. شدت‌جریان در این حالت، معمولاً کم‌تر از مقداری است که اتصال سپری با یک پاس صورت می‌گیرد.

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).

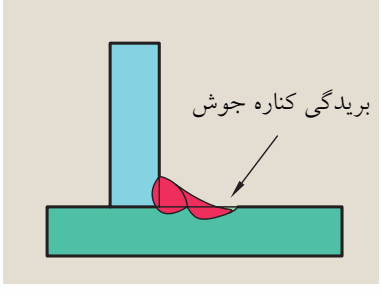
۳. دستگاه را روشن و تنظیم کنید و دستگاه تهویه را روشن کنید. سپس پاس اول را دقیقاً مشابه دستورالعمل توانایی فصل پیش انجام دهید (دستورالعمل شماره ۴ تا ۷).

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.

تحقیق

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

.....

.....

.....

.....

.....

۲. روش‌هــای جدید تســت جوش را بنویسید.

.....

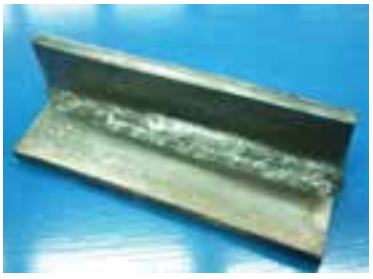
.....

.....

.....

شکل ۹ـ۱۴

شکل ۱۰ـ۱۴



شکل ۱۱ـ۱۴

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

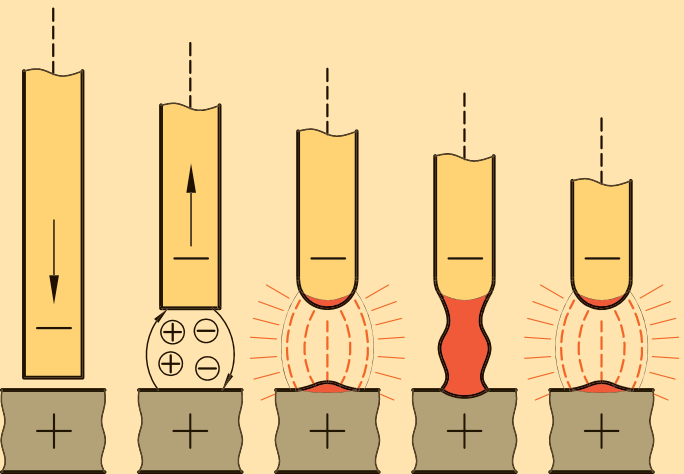
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

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.

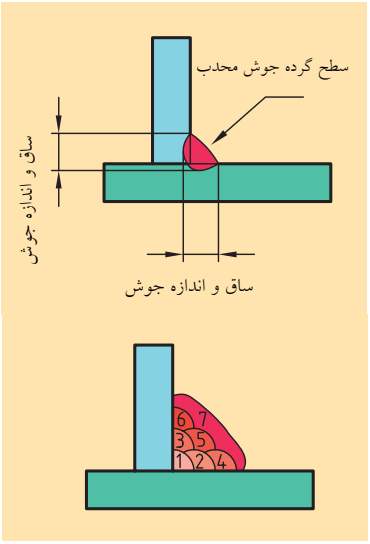
ـ اتصال سپری در حالت افقی در سه پاس را جوشکاری کند.

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



مقدمه

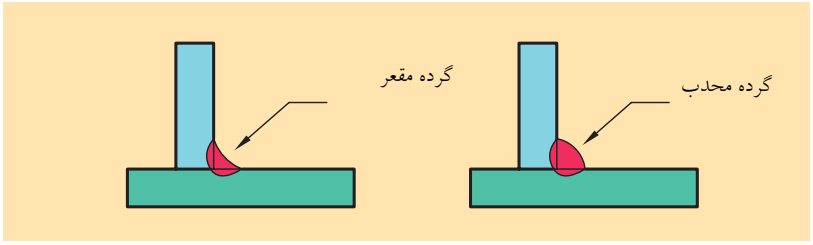
به‌منظـور اتصال قطعات ضخیم به‌صورت سـپری در حالتی‌که به اندازه جوش بزرگ‌تری نیاز باشـد، عمل جوشـکاری در چند پاس انجـام می‌گیرد و اندازه جوش در حالت سپری بر اساس ساق‌جوش تعیین می‌شود.



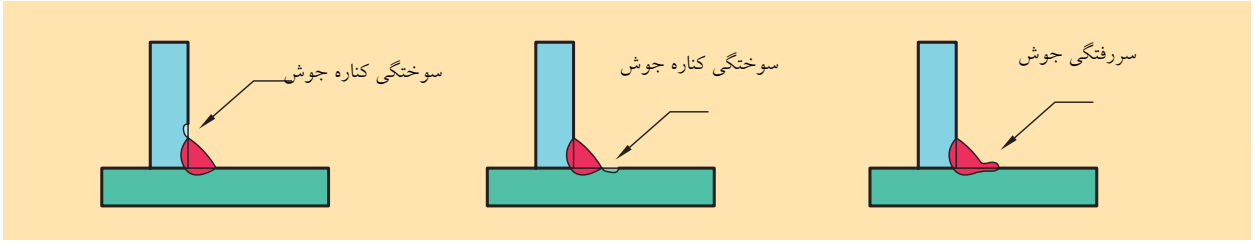
شکل ۱ـ۱۵

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).

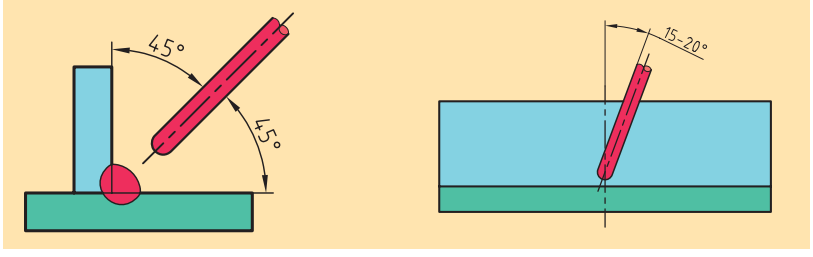


شکل ۲ـ۱۵



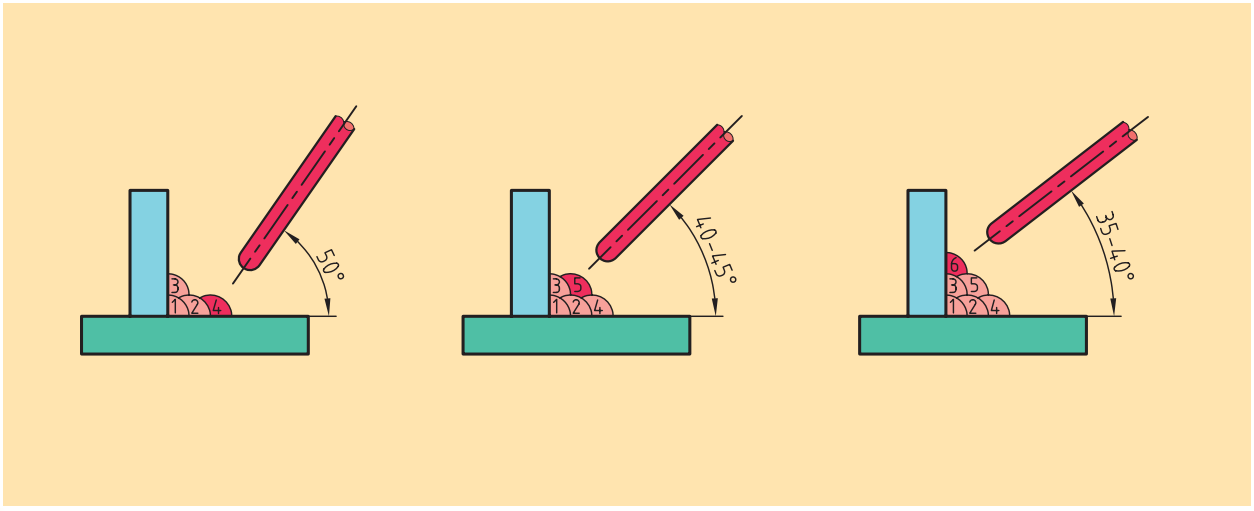
شکل ۳ـ۱۵

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

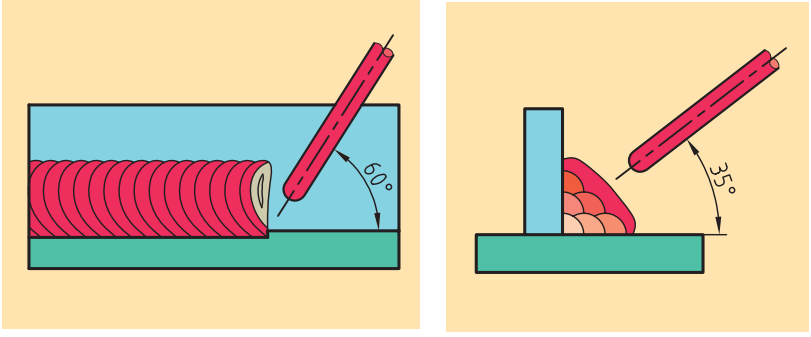
پاس‌های دوم و سوم نیز به‌عنوان پاس تقویتی به‌کار می‌روند. پاس دوم شامل دو خط‌جوش است که با هم‌پوشانی گرده‌ها اجرا می‌کنیم. زاویه الکترود در هنگام اجرای پاس سوم که سه خط‌جوش را شامل می‌شود در شکل (۱۵ـ۵) آمده است.



شکل ۱۵ـ۵

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 ۱۵ـ۵ و ۱۵ـ۶).

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.



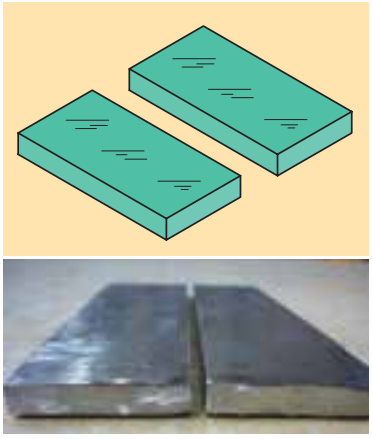
شکل ۱۵ـ۶

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

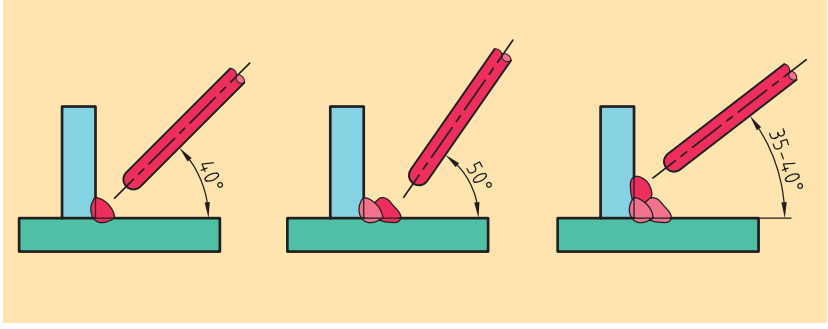
۲. قطعات را برای اتصال سپری آماده کنید. لبه قطعه کار را با سوهان کاملاً تخت کرده و با گونیا کنترل کنید. تجهیزات ایمنی لازم جهت جوشکاری قوس الکتریکی را به‌کار گیرید (شکل ۸ـ۱۵).

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).

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



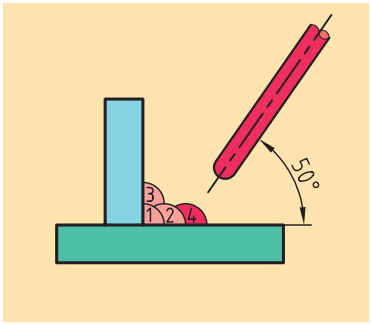
شکل ۱۰ـ۱۵

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

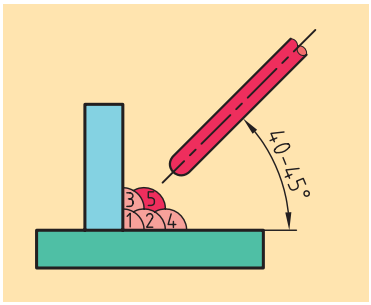
۶. خط سوم از پاس سوم تحت زاویه ۳۵ درجه اجرا می‌شود و به‌گونه‌ای است که ورق قائم و خط‌جوش دوم را پوشش می‌دهد.در اجرای این خط‌جوش باید توجه کنید که بریدگی یا سوختگی کناره جوش در ورق قائم ایجاد نشود. پیش از اجرای هر خط‌جوش، سـربارهها بایستی به‌طور کامل تمیز شوند شکل های (۱۳ـ۱۵) و (۱۵ـ۱۵).

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

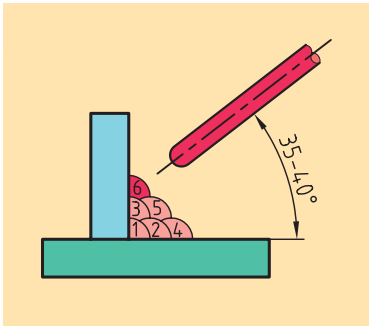
۸. در پایان کار دستگاه را خاموش کرده و پس از جمع‌آوری تجهیزات و تحویل آن‌ها به انبار، محل کار را نظافت کنید.



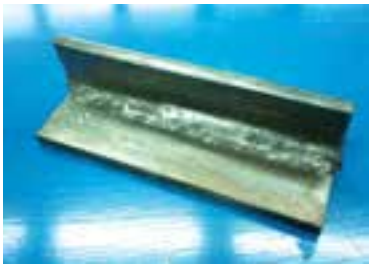
شکل ۱۱ـ۱۵

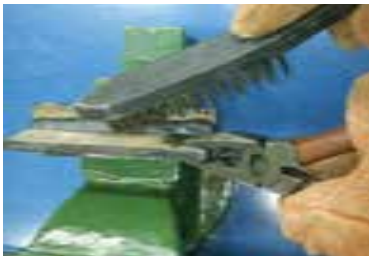


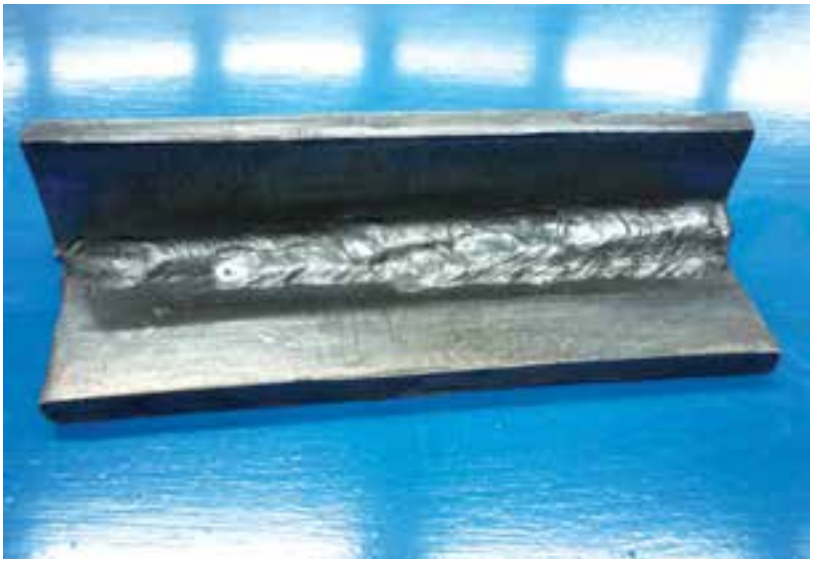
شکل ۱۲ـ۱۵



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

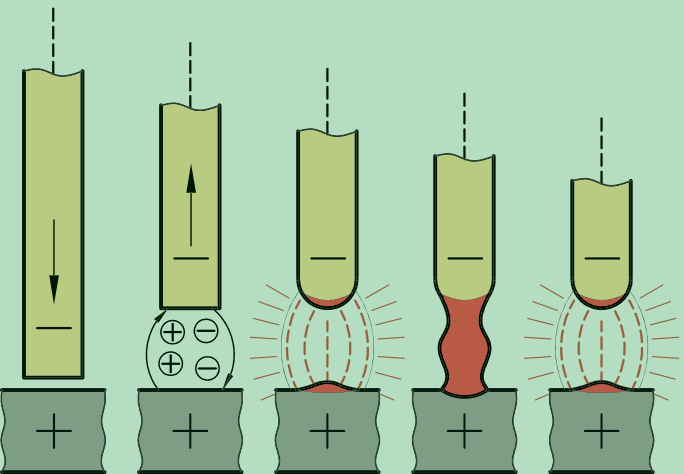
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ مزایای کاربرد جوشکاری لب روی هم را شرح دهد.

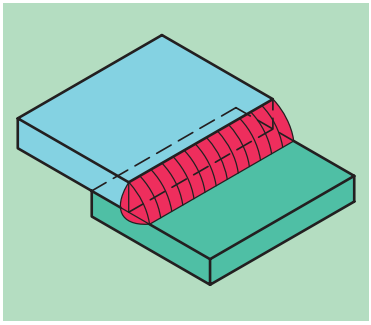
ـ اصول جوشکاری لب روی هم را بیان کند.

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



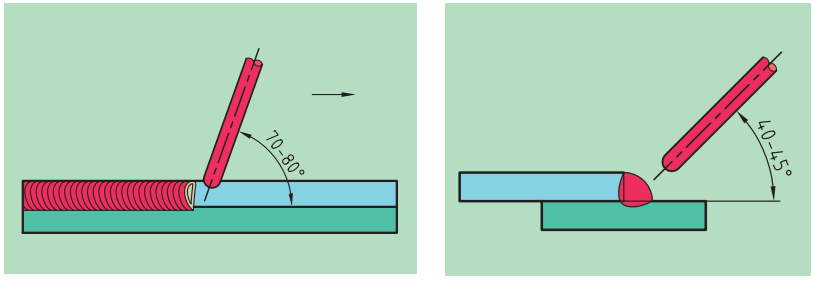
شکل ۱ـ۱۶

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.

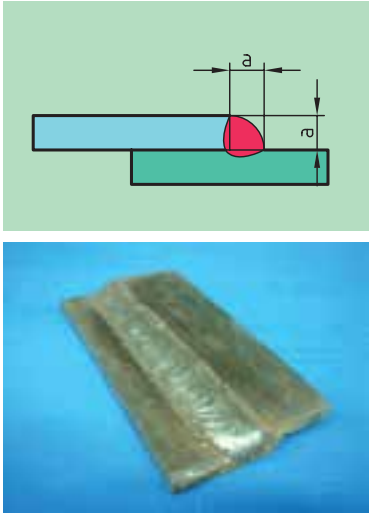
شکل ۲ـ۱۶



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.



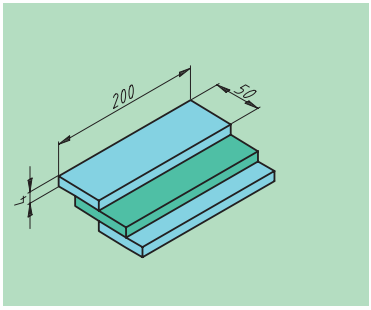
شکل ۴ـ۱۶

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 ۸ـ۱۶

شکل ۷ـ۱۶

شکل ۶ـ۱۶

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

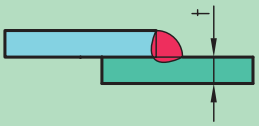
ارزشیابی پایانی

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

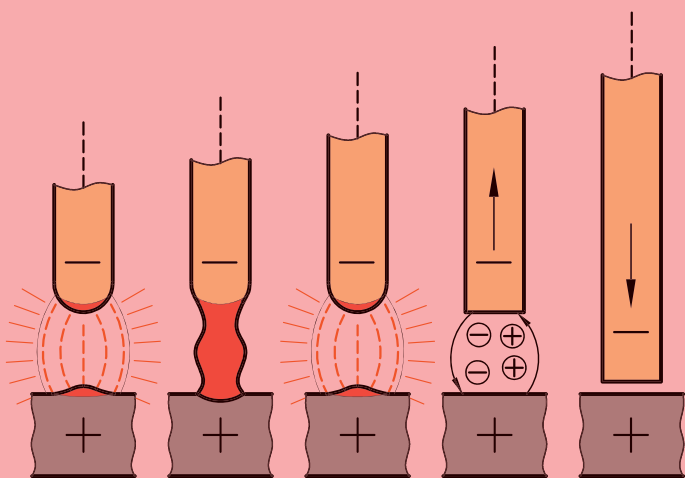
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

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.

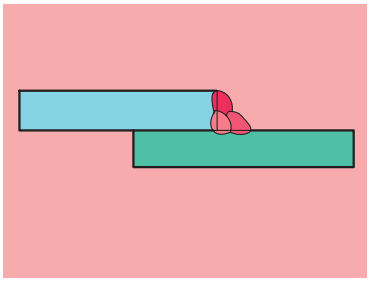
ـ قطعات را برای جوشکاری لب روی هم آماده و آن‌ها رادر دو پاس جوشکاری کند.

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



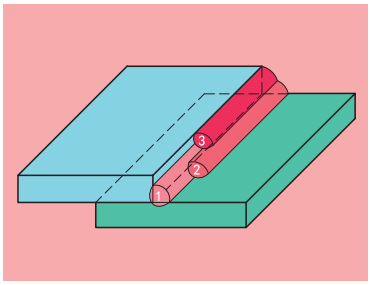
مقدمه

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

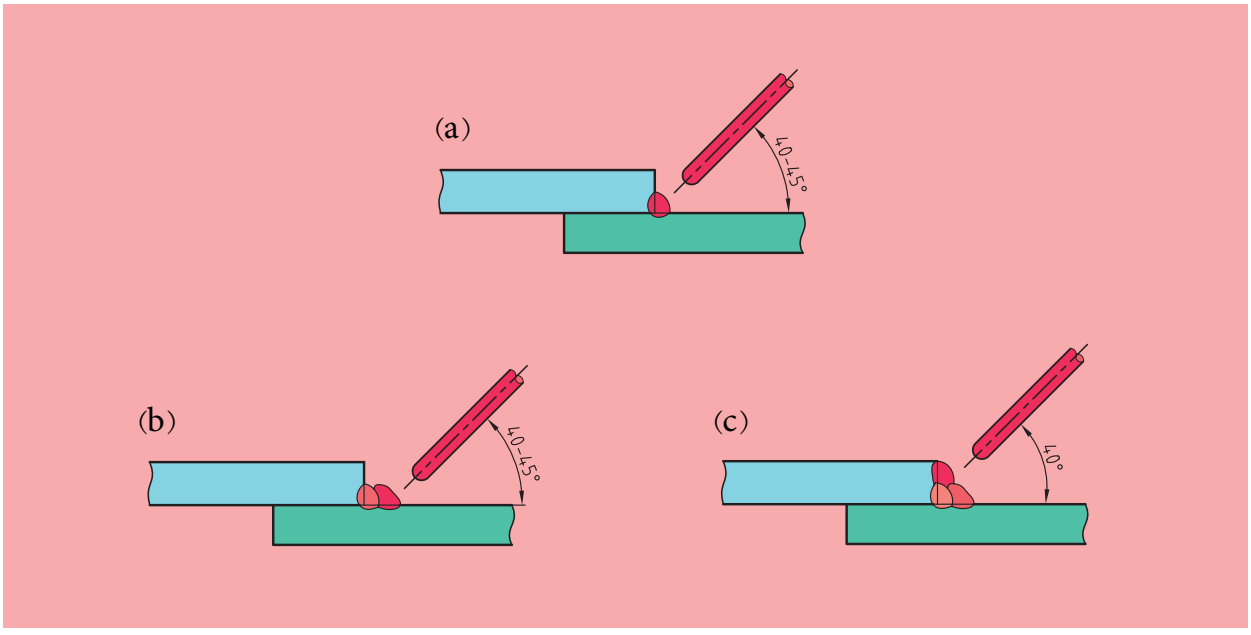
۱ـ۱۷ اصول جوشکاری لب روی هم در دو پاس



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

دستورکار

(۱۸۰ دقیقه)

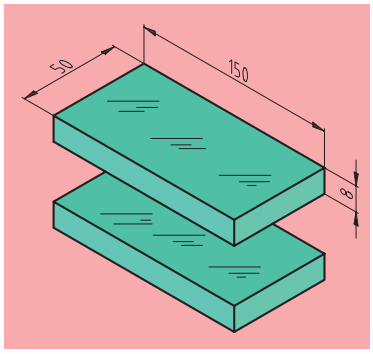
اتصال لب روی هم در حالت افقی در دو پاس

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).

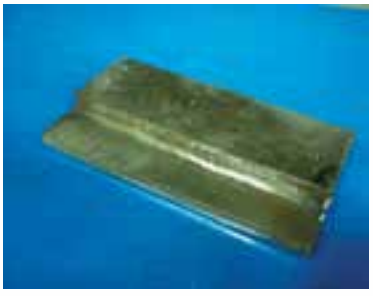
۳. دو قطعه را روی میز جوشکاری قرار داده و برای خال‌جوش‌زدن تنظیم کنید (شکل ۶ـ۱۷).

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

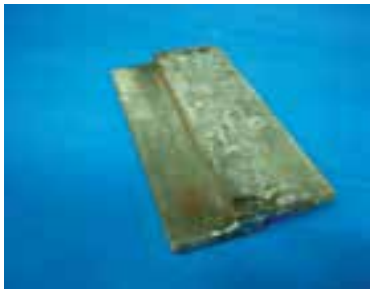


شکل ۶ـ۱۷

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

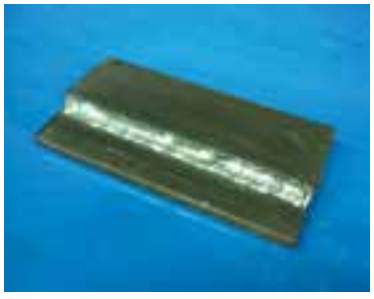
۷. زاویه الکترود نسـبت به لبه قطعات، طول قوس، سـرعت پیشـروی و نرخ تغذیـه را در هنـگام اجرای پاس اول کنترل کنیـد. تمرکز قوس باید روی خط درزجوش باشـد تا نفوذ کافی حاصل شـود. الکترود را در هنگام پیشـروی در امتداد درز، به‌صورت رفت و برگشتی نوسان دهید. این کار باعث پیش‌گرم شدن قطعات شده و از ورود سرباره به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

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

شکل ۱۰ـ۱۷



شکل ۱۱ـ۱۷

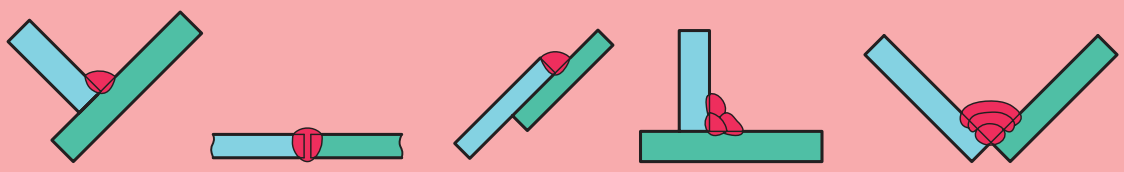
شکل ۱۲ـ۱۷

ارزشیابی پایانی

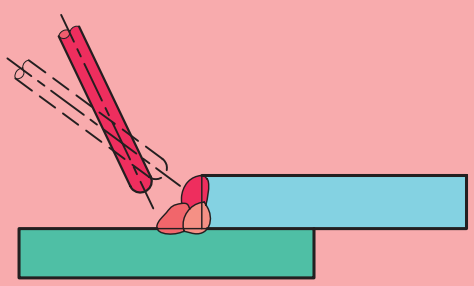
۱. در اتصالات لب روی هم، ورق با ضخامت بیشتر از ..... را در دو یا چند پاس جوشکاری می‌کنند.

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.

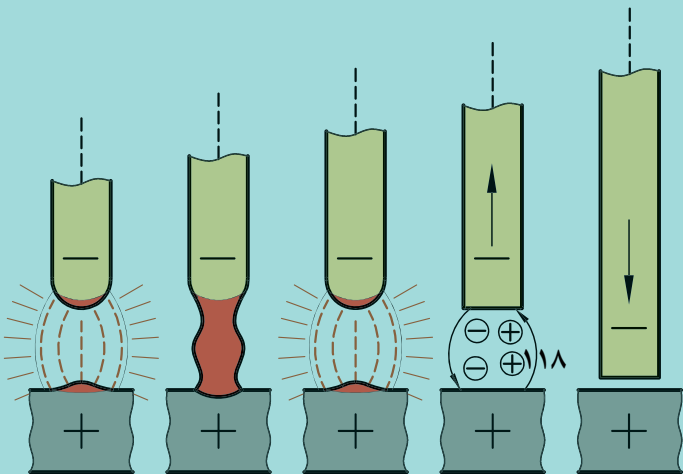
ـ روش‌های تهیه گاز استیلن را شرح دهد.

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

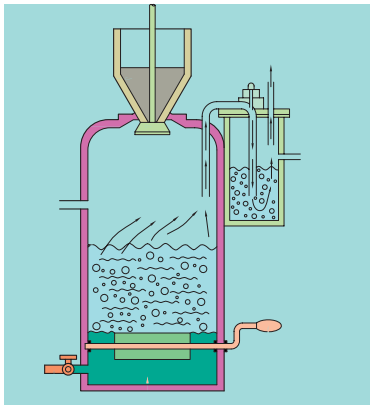
جدول ۱۸ـ۲

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)

۱۸ـ۴ـ۱ 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

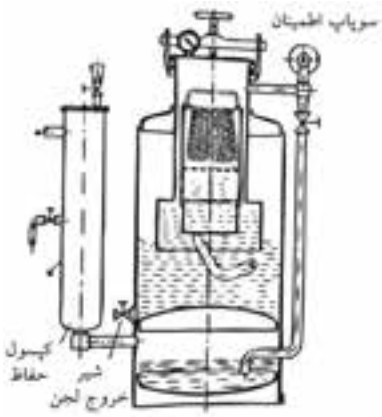
در این نوع مولدها سنگ کاربید درون یک محفظه کشویی قرار گرفته و روی آن آب ریخته می‌شود. بدین ترتیب گاز استیلن تولید شده، مطابق شکل ۱۸ـ۷ در بالای مخزن آب ذخیره‌سازی می‌شود. پس از اتمام واکنش و آزادشدن کامل گاز استیلن، هیدرات کلسیم (آهک مرده) در ظرف کشویی بر جای می‌ماند که می‌توان آن‌را با سنگ کاربید تعویض 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

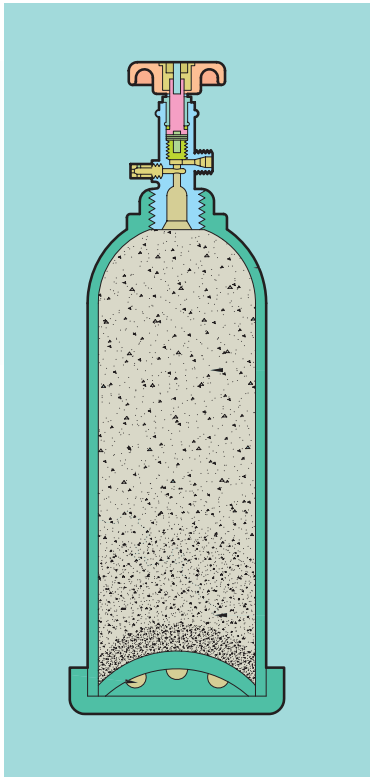
کپسول‌های اکسیژن بدون درز و با ضخامت ۸/۷۵ mm ساخته می‌شوند و توان تحمـل فشـار ۱۵۰ bar را دارند. قطر آن‌هـا ۲۰۴ mm(۸ inch) بوده و معمولاً به رنگ آبی هسـتند. کپسول اکسیژن نسبت به کپسول استیلن، دارای قطر کم‌تر و ارتفاع بیشـتری است. حجم این کپسـول‌ها معمولاً ۴۰ لیتر و گنجایش آن‌ها ۶ متر مکعب گاز بوده و در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

ویژگی‌های اکسیژن

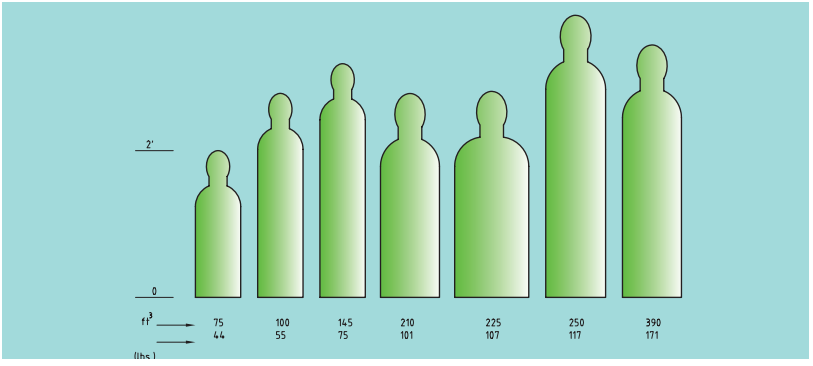
اکسیژن گازی است بی‌رنگ و بی‌بو و بدون مزه و فراوان‌ترین عنصر موجود در طبیعت است. اکسیژن در دمای $-183^{\circ}C$ به‌صورت مایع در می‌آید. گاز اکسیژن به‌تنهایی قابلیت اشتعال ندارد، ولی برای هر احتراق و اشتعالی لازم است.

تهیه اکسیژن

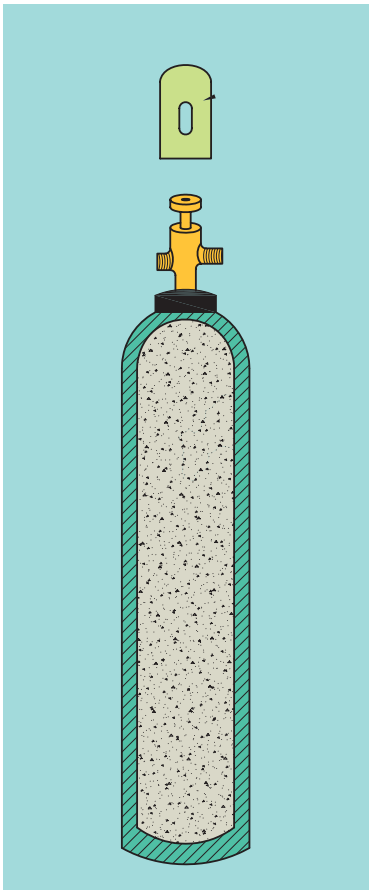
از آن‌جا که $\frac{7}{8}$ وزن آب و $\frac{1}{5}$ حجم هوا را اکسـیژن تشـکیل می‌دهد، لذا تهیه اکسـیژن نیز از این دو منبع صورت می‌گیرد. ۱) تجزیه الکتریکی آب (الکترولیز آب). ۲) جداسازی از هوا (با خلوص ۹۸٪).



شکل ۱۱ـ۱۸



شکل ۱۲ـ۱۸



شکل ۱۳ـ۱۸

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.

◄ مراحل تهیه اکسیژن از هوا عبارت‌اند از:

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

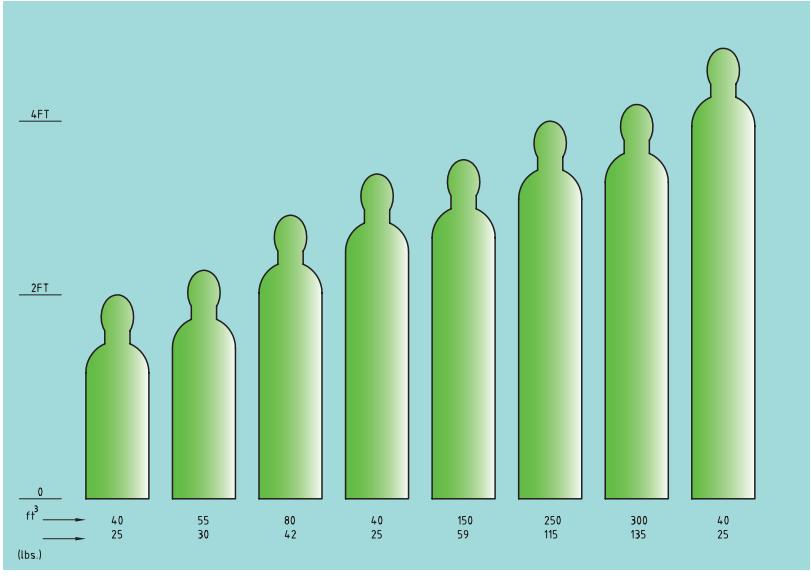
۲. متراکم کردن هوا تا فشار ۲۰۰ bar و سپس سردکردن آن تا ۱۷۵° C ـ

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° C ـ 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.

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).

شکل ۱۷ـ۱۸

شکل ۱۶ـ۱۸

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)

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)

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

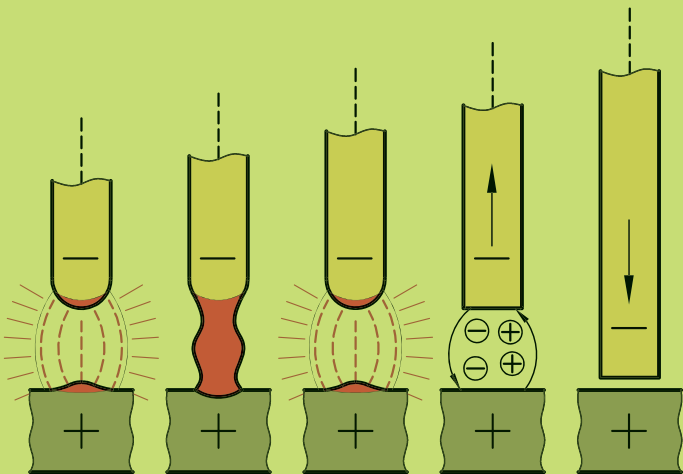
پس از آموزش این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

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.

شکل ۲ـ۱۹

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).

شکل ۳ـ۱۹

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).

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 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).

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).

شکل ۱۳ـ۱۹

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

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.

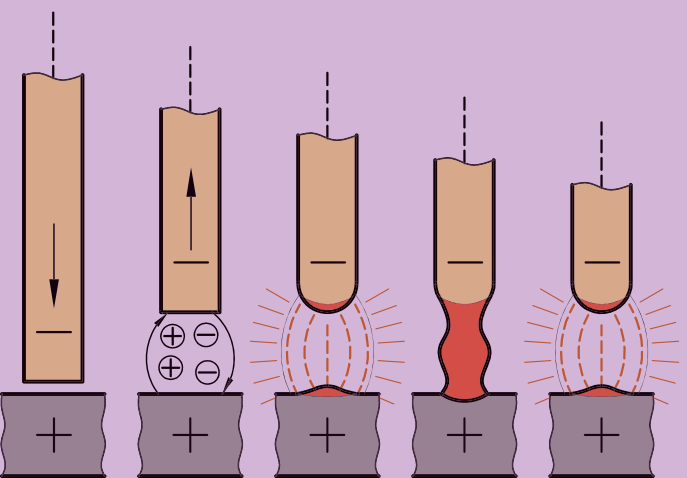
ـ تفاوت‌های میان رگولاتورهای اکسیژن و استیلن را بیان کند.

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.



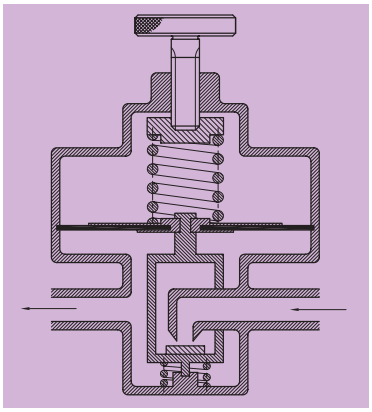
مقدمه

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

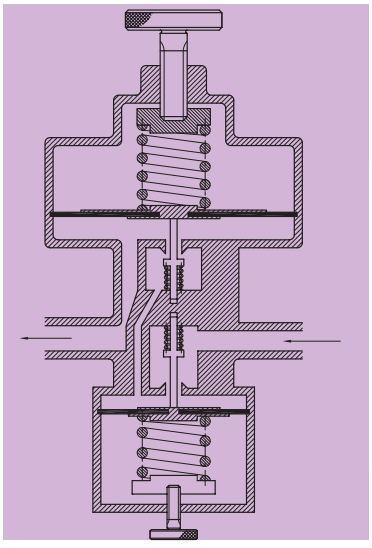
ذخیره‌سازی گاز در کپسول‌ها با فشار بالایی صورت می‌گیرد. فشار گاز اکسیژن در کپسول، تا حدود ۱۵۰ bar و فشار گاز استیلن در کپسول، در حدود ۱۵ bar است که این فشار بالا برای جوشکاری مناسب نیست. بنابراین برای دست‌یابی به فشار مناسب برای جوشکاری از رگولاتورهای کاهنده فشار استفاده می‌کنیم (شکل ۱ـ۲۰). میزان فشار 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.

شکل ۵ـ۲۰

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).

شکل ۶ـ۲۰

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 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).

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

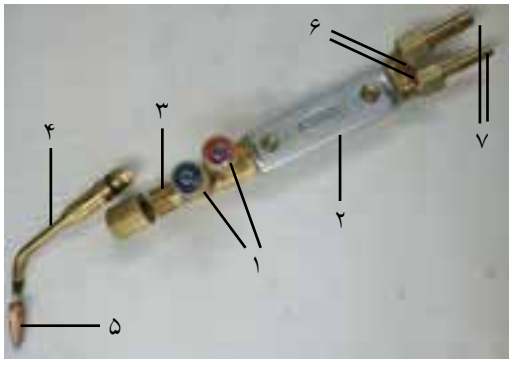
۳. لوله اختلاط گاز

۴. لوله نازل

۵. سر مشعل

۶. پیچ‌های اتصال شیلنگ‌ها به مشعل

۷.دهانه ورودی گاز (پستانک)



شکل ۱۱ـ۲۰

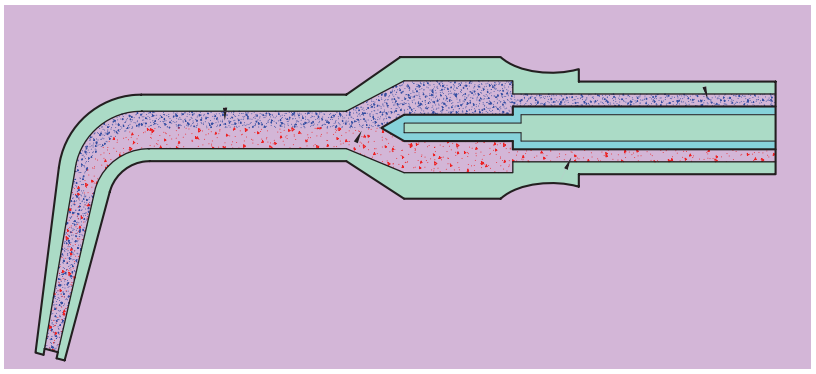
گاز اســتیلن و اکســیژن از راه شــیلنگ‌ها وارد مشعل می‌شــوند و مقدار آن‌ها توسط شیرهای سوزنی تنظیم فشار موجود برروی دسته مشعل قابل تنظیم است (شکل‌های ۱۲ـ۲۰ و ۱۳ـ۲۰).

شکل ۱۲ـ۲۰

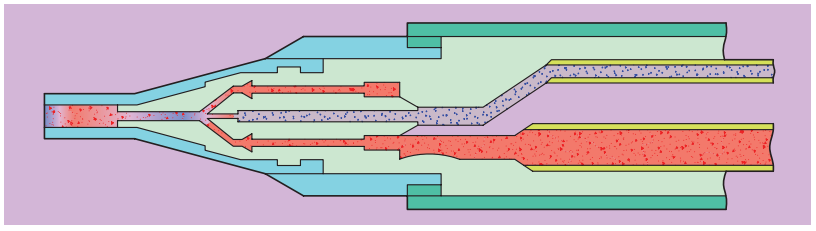
مشعل‌های جوشکاری در انواع فشار قوی و فشار ضعیف ساخته می‌شوند. نوع فشار قوی آن در مواردی به کار می‌رود که فشار گاز استیلن و اکسیژن با هم برابر باشند. در این حالت نسبت اختلاط گازها ۱:۱ خواهد بود (شکل ۱۴ـ۲۰).

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.

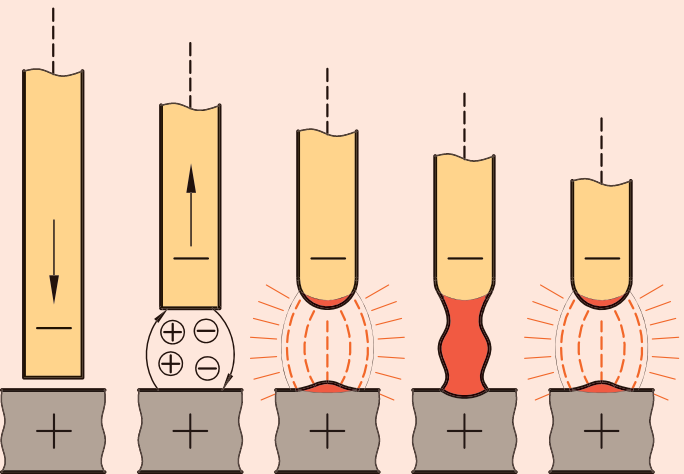
ـ دلایل به تأخیر افتادن شعله را شرح دهد.

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

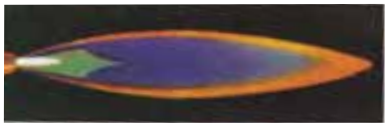
۱. شعله احیاکننده

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)

شکل ۲ـ۲۱

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 ۳ـ۲۱

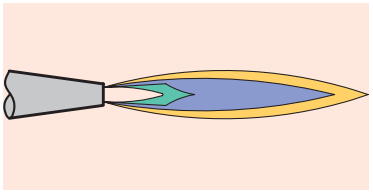


شکل ۴ـ۲۱

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

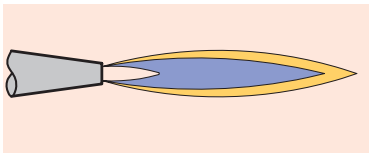
میزان اکســـیژن و استیلن خروجی از مشعل برابر بوده و مابقی اکسیژن لازم برای سوختن گاز از هوا تأمین می‌شود.

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

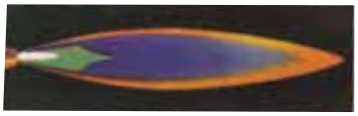
جوشـــکاری با این شـــعله با پاشش جرقه همراه بوده و باعث اکسیده شدن اتصال و سطح کار شده و جوش شکننده‌ای را به‌وجود می‌آورد.

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.

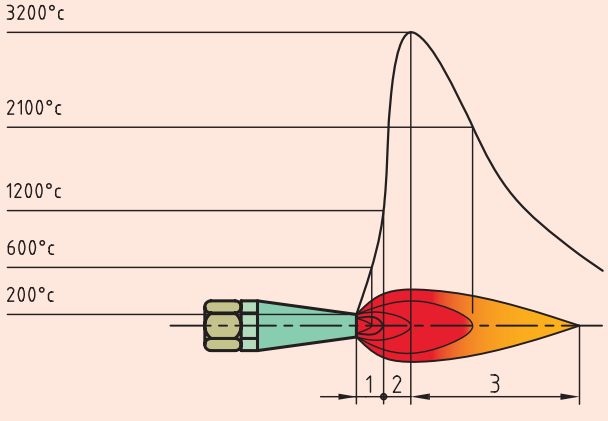
شکل ۱۱ـ۲۱

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

دستور کار 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:

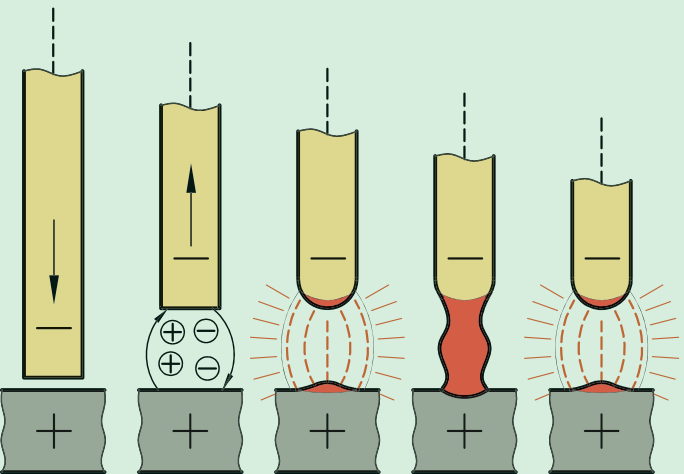
ـ اصول ایمنی و حفاظتی مربوط به جوشکاری گاز اکسی استیلن را به کار بندد.

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

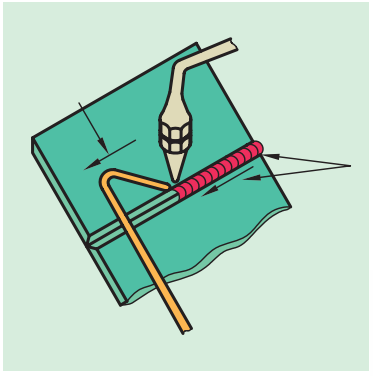
کسب مهارت در جوشکاری گاز به انجام تمرینات منظم و درک درست اصول جوشـکاری اکسی اسـتیلن نیاز دارد. کنترل و هدایت مشـعل در دست، تنظیم سرعت پیشروی مشـعل، زوایای حرکت، کنترل حوضچه مذاب و آماده‌سازی قطعات، از جمله عوامل مؤثر در ایجاد یک جوش مطلوب است.

۱ـ۲۲ ذوب سطحی

شکل ۲ـ۲۲

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).

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:



شکل ۳ـ۲۲

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

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.

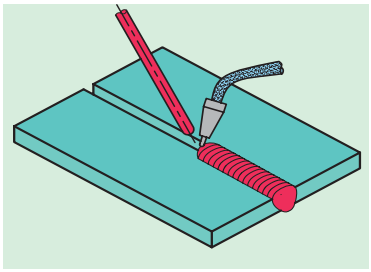
۲ـ۲۲ عوامل مؤثر بر ذوب سطحی

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 ۴۵ ـ۶۰ 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

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).

شکل ۶ـ۲۲

۲۲ـ۴ تأثیر سرعت پیشروی

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).

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 (شکل۹ـ۲۲).

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).

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).

شکل ۱۱ـ۲۲

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).

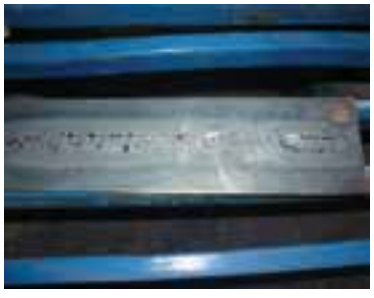
۱۱.در پایان هر خط جوش، مســـیر خط جوش را با برس ســـیمی تمیز کنید و صبر کنید تا سرد شود و سپس خط جوش بعدی را انجام دهید. در پایان، خط جوش را به هنرآموز محترم خود نشان دهید تا قطعه را ازنظر عمق نفوذ، پهنا و حوضچه مذاب بررسی و ارزشیابی کند (شکل ۱۴ـ۲۲ و ۱۵ـ۲۲ و ۱۶ـ۲۲).

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:

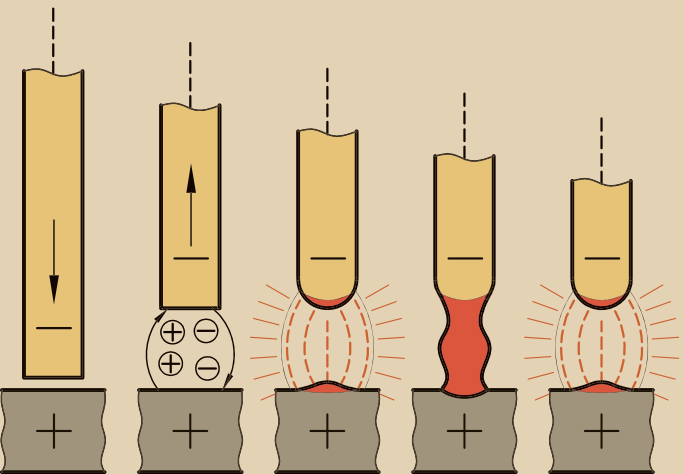
ـ قطعات را برای جوشکاری لب‌به‌لب در حالت لب‌برگشته آماده کند.

ـ انواع اتصالات کاربردی در جوشکاری گاز را شرح دهد.

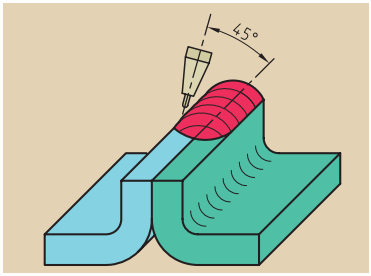
ـ اصول مربوط به جوشکاری لب‌به‌لب در حالت لب‌برگشته را بیان کند.

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.



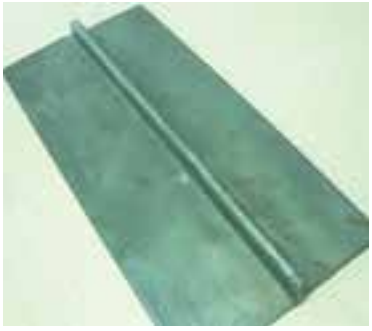
مقدمه



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

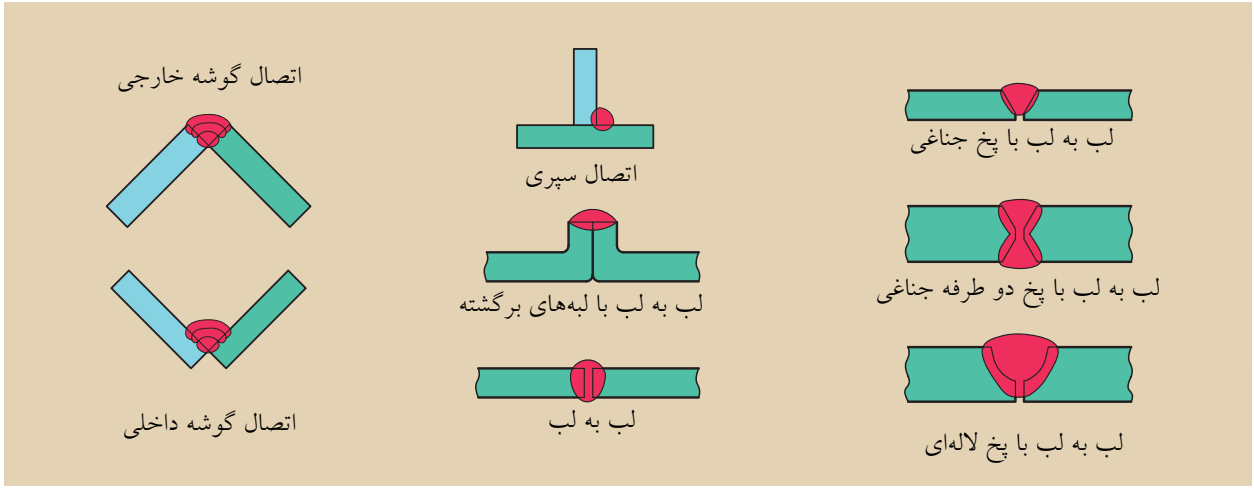

شکل ۲ـ۲۳

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 ۲۳ـ۴ مشخص شده‌اند:



شکل ۴ـ۲۳

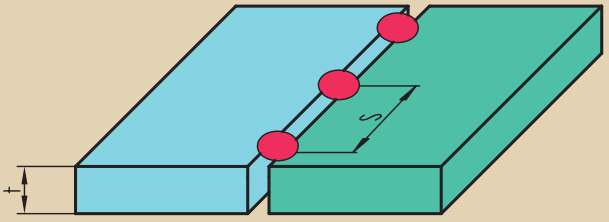
۳ـ۲۳ زدن خال‌جوش

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

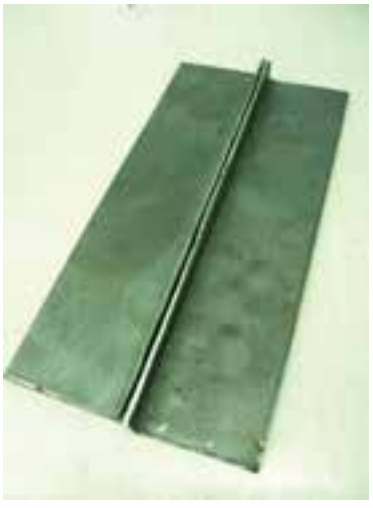
(۱۸۰ دقیقه)

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

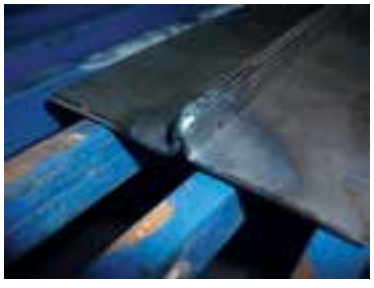
۷. اگر بین لبه‌های قطعات فاصله وجود دارد، آن‌ها را به کمک چکش یا گیره دستی به هم نزدیک کنید.

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 ۱۳ـ۲۳

شکل ۱۴ـ۲۳

شکل ۱۵ـ۲۳

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:

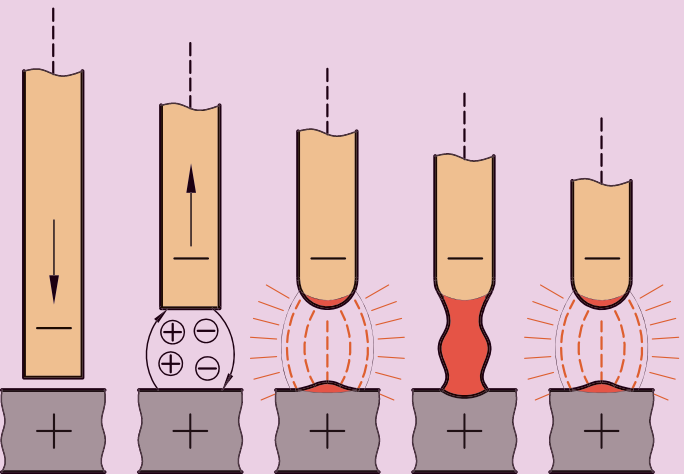
ـ اصول جوشکاری گاز با مفتول را شرح دهد.

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.

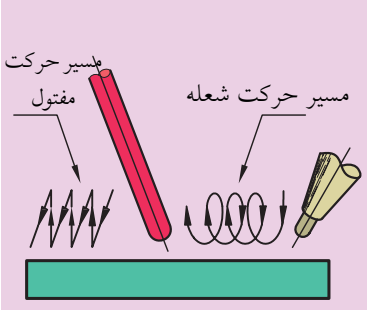
شکل ۱ـ۲۴

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

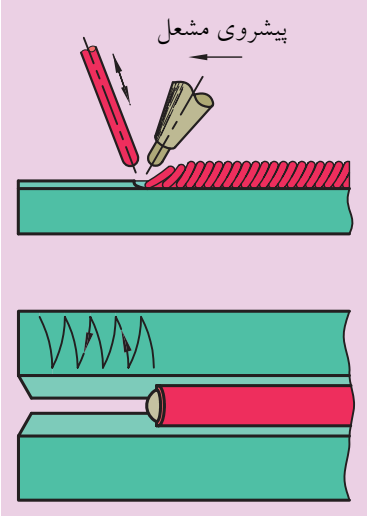
جنس مفتول مسوار از فولاد کم‌کربن است که قشر نازکی از مس روی آن‌را پوشانده و در ساخت این نوع مفتول‌ها، پس از کشیدن و عبوردادن از خان‌های مختلف، در مرحله آخر از محلول سولفات مس (کات کبود) عبور داده می‌شود و در نهایت فیلم نازکی از مس روی مفتول قرار می‌گیرد.



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

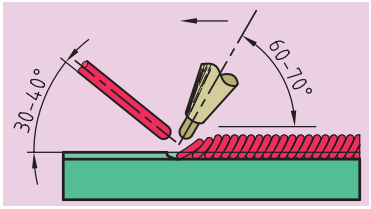
پس از تشکیل حوضچه مذاب، مفتول را به‌طور متناوب به حوضچه نزدیک و دور کرده تا با جلو رفتن خط جوش، فلز پرکننده به آن افزوده شود. توجه داشته باشید که همواره مفتول درون حوضچه مذاب فرو برده شود و از گرم‌کردن حوضچه و مفتول با هم خودداری گردد، چون در این حالت شعله پیش از این‌که حوضچه مذاب را در فلز پایه به‌وجود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

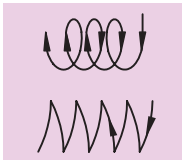
درصورتی‌که به ایجاد گرده‌جوش پهن‌تر نیاز باشد، مشعل را در راستای خطی و جانبی حرکت می‌دهند. (شکل ۴ـ۲۴)

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).

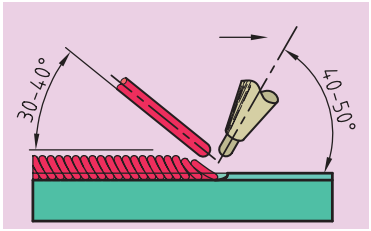


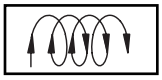


شکل ۲۴ـ۵

◄ 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

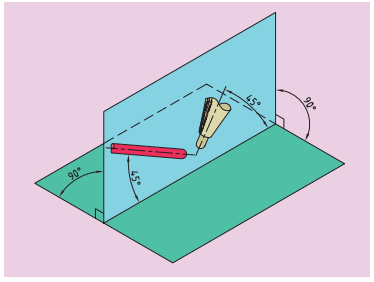
شکل ۲۴ـ۹

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:

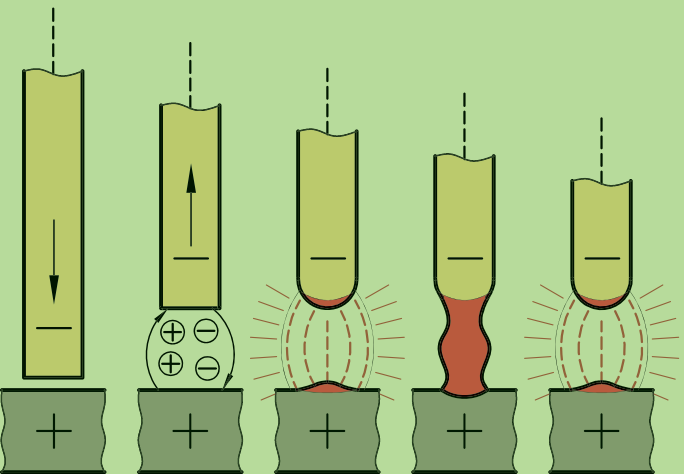
ـ قطعات را برای جوشکاری گاز اکسی استیلن در حالت لب روی هم آماده سازد.

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

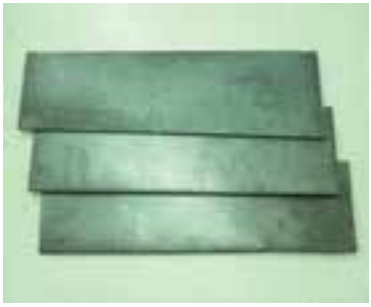
ـ موارد کاربرد جوشکاری ورق‌ها در حالت لب روی هم را بیان کند.

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.



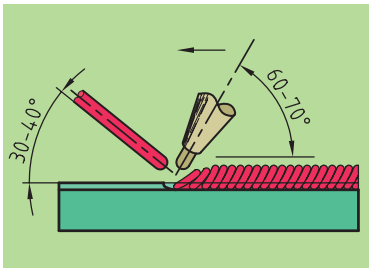
مقدمه



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 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:

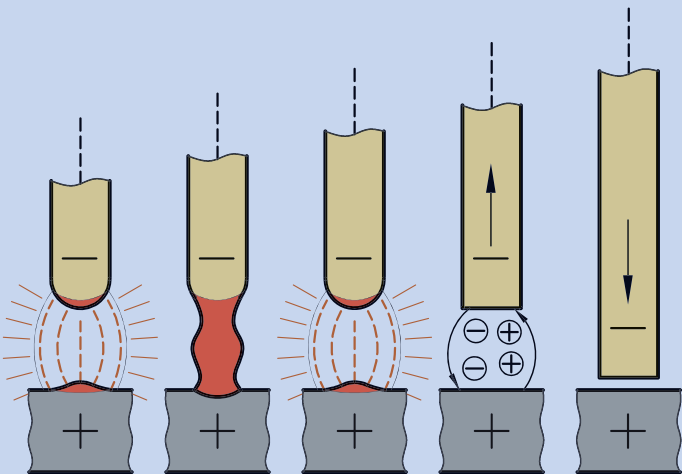
ـ قطعات را برای جوشکاری گاز در حالت سپری آماده کند.

ـ اصول جوشکاری گاز در حالت سپری را شرح دهد.

ـ قطعات را برای جوشکاری در حالت سپری خال‌جوش بزند.

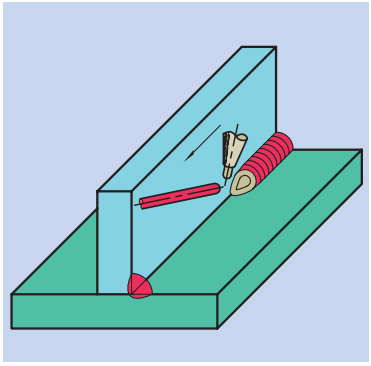
ـ ورق‌ها را در حالت سپری با جوشکاری گاز با مفتول به یکدیگر متصل کند.

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



مقدمه

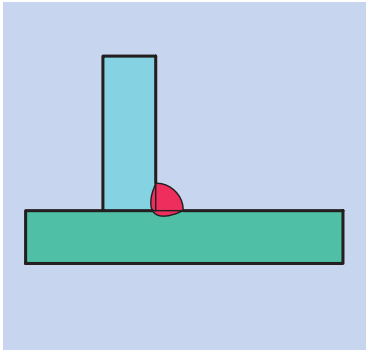
جوش سپری یکی از جوش‌های تمرینی نسبتاً مشکل است و درصورتی‌که جوشکار مبتدی باشد با مشکلاتی در هنگام جوشکاری روبه‌رو خواهد شد. جوش سپری در حقیقت نوعی جوش گلویی است که در آن قطعات با یکدیگر زاویه 90° می‌سازند (شکل ۱ـ۲۶).



شکل ۱ـ۲۶

۲۶ـ۱ اصول جوشکاری سپری

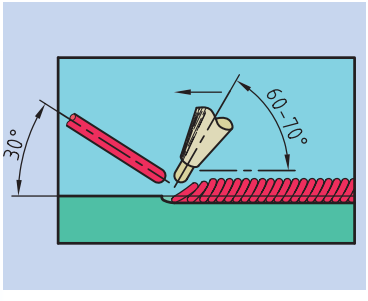
در جوشکاری سپری بر روی ورق‌هایی تا ضخامت سه میلی‌متر زوایای حرکت مشعل و مفتول نسبت به لبه‌های کار و همچنین نسبت به امتداد خط جوش و کنترل حوضچه مذاب، تأثیر به‌سزایی در اجرای موفقیت‌آمیز جوشکاری دارند. این جوشکاری به‌صورت پیش‌دستی انجام می‌گیرد (شکل ۲ـ۲۶) و (شکل ۳ـ۲۶).



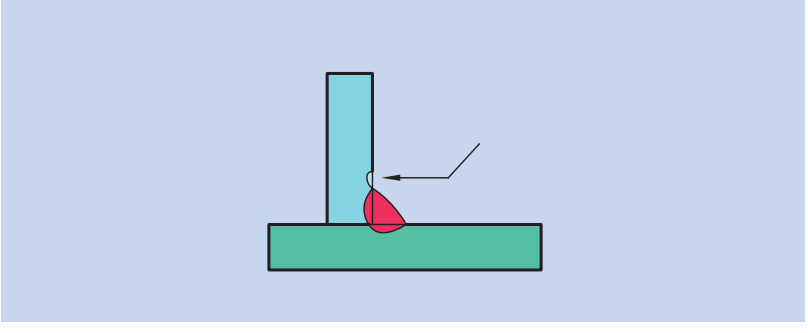
شکل ۲ـ۲۶

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.

بسم الله الرحمن الرحیم

جوشکاری با فرآیند قوس الکتریکی SMAW(E_1)

پایهٔ دهم و یازدهم

دورهٔ دوم متوسطه

شاخهٔ : کاردانش

زمینهٔ : صنعت و کشاورزی

گروه‌های تحصیلی : مکانیک، برق و رایانه

رشته‌های مهارتی : مطابق جدول صفحه ۴ عنوان

نام استاندارد مهارتی مبنا : جوشکاری سازه‌های فولادی با فرآیند (SMAW)

کد استاندارد متولی : ۸-۷۲/۲۳/۱/۱

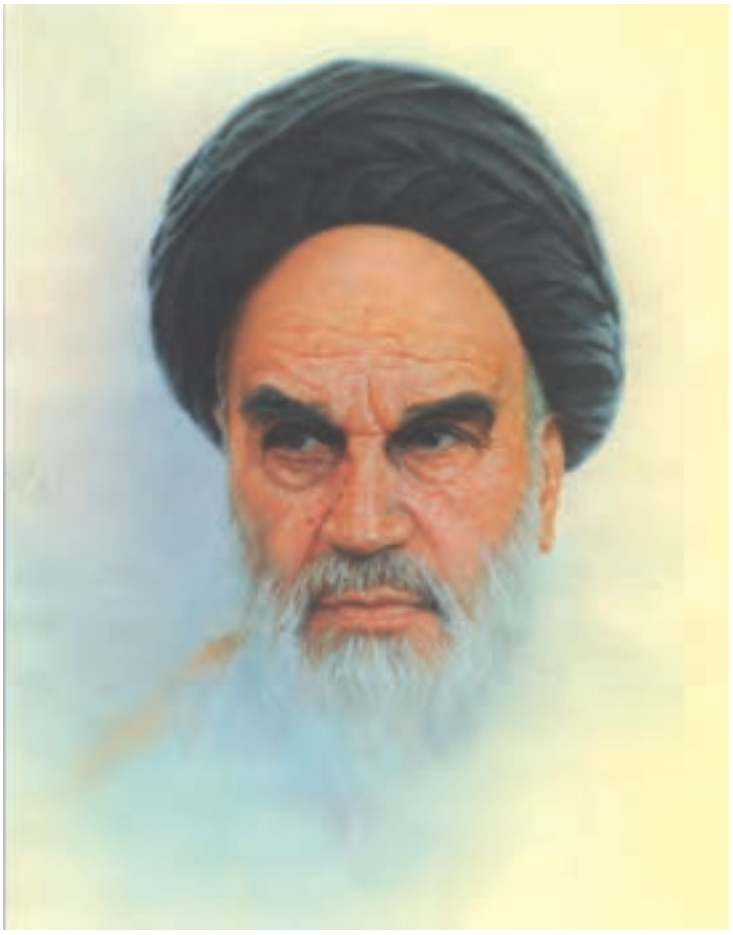
عنوان و نام پدیدآور	:	جوشکاری با فرآیند قوس الکتریکی SMAW(E_1)، شاخهٔ کاردانش، زمینهٔ صنعت و کشاورزی، گروه تحصیلی : مکانیک، برق و رایانه، رشته‌های مهارتی : مطابق جدول صفحه ۴ عنوان [کتابهای درسی] ۳۱۰۱۸۹. برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش؛ مؤلفان : محمود پارسا [و دیگران]، وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
		۳۷۳
		۳۱۰۱۸۹ ک
مشخصات نشر	:	تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
مشخصات ظاهری	:	۳ ج ـ مصور (رنگی) جدول (رنگی)
فروست	:	شاخه کاردانش
شابک	:	۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۱۳۰-۴
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	مؤلفان : محمود پارسا، علی شاهدی، آرش حبیبی، امید گل محله، غلامرضا شیرازی رستمی
یادداشت	:	کتاب‌نامه
موضوع	:	جوشکاری با قوس برقی
شناسه افزوده	:	الف ــ پارسا، محمود. ب ــ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. ج ــ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش. د ــ ادارهٔ کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
رده‌بندی کنگره	:	TK ۴۶۶۰ / ج۸۶ ۱۳۹۲
شماره کتاب‌شناسی ملی	:	۳۱۱۳۴۰۰

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب : جوشکاری با فرآیند قوس الکتریکی SMAW (E_1) ـ ۳۱۰۱۸۹ و ۳۱۱۱۸۹
پدیدآورنده : سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف : محمود پارسا، امید گل محله، غلامرضا شیرازی رستمی، علی شاهدی و آرش حبیبی (اعضای گروه تألیف)
مدیریت آماده‌سازی هنری : ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی : حامد حاجی محمدی، فرناز موگویی (صفحه‌آرا) ـ حامد موسوی (طراح جلد)ـ فرینوش موگویی(رسام)
نشانی سازمان : تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه : www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارویخش)
تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه : شرکت چاپ‌ونشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ دوم ۱۳۹۷

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۴-۲۱۳۰-۰۵-۹۶۴-۹۷۸ **ISBN 978-964-05-2130-4**



از مکاید [حیله‌های] بزرگ شیطان و نفس اماره آن است که جوانان را وعده صلاح و اصلاح در زمان پیری می‌دهد تا جوانی با غفلت از دست برود و به پیران وعده طول عمر می‌دهد و تا لحظه آخر با وعده‌های پوچ انسان را از ذکر خدا و اخلاص برای او باز می‌دارد تا مرگ برسد.

امام خمینی (قدس سره الشریف)

فهرست رشته‌های مهارتی که می‌توانند از کتاب جوشکاری با فرآیند قوس الکتریکی E_1 استفاده کنند.

ردیف	نام رشتهٔ مهارتی	نام استاندارد مهارتی مبنا	کد استاندارد مهارتی مبنا	پایه
۱	کارهای فلزی ساختمان	فن ورز اسکلت فلزی ساختمان	۹-۷۴/۴۰/۱/۱/۱	۱۰
		کمک اسکلت ساز درجه ۲	۹-۷۴/۴۱/۲/۳/۱	
		در و پنجره ساز پروفیل آهنی درجه ۱	۸-۷۴/۹۵/۱/۱/۱	
۲	تأسیسات گازرسانی ساختمان	جوشکاری سازه‌های فولادی با فرآیندSMAW	۸-۷۲/۲۳/۱/۱	۱۰
۳	جوشکاری برق	جوشکار سازه‌های فولادی با فرایند SMAW	۸_۷۲/۲۳/۱/۱	۱۰
۴	جوشکاری گاز محافظ	جوشکار سازه‌های فولادی با فرآیند SMAW	۸_۷۲/۲۳/۱/۱	۱۰
۵	نصب و سرویس آسانسور	کمک نصاب آسانسور	۷۴۱۲-۰۵-۰۱۷-۱	۱۰
		نصاب و تعمیرکار آسانسور	۸-۵۱/۶۵/۱/۲	
۶	مکانیک صنایع	مکانیک صنایع درجه ۲	۸_۴۱/۱۱/۲/۳	۱۰
۷	تأسیسات حرارتی و برودتی	نصب و تعمیر کولرهای پنجره‌ای و اسپیلت	۸-۴۱/۸۵/۱/۱	۱۱
۸	ساخت مصنوعات فلزی	در و پنجره‌ساز پروفیل درجه ۲	۸_۷۴/۹۲/۲/۲	۱۱

فهرست مطالب

عنوان		صفحه
پیش‌گفتار		
فصل اول	کارگاه جوشکاری و انضباط شغلی	۱
فصل دوم	شناخت تکنولوژی جوشکاری و روش های متداول آن ها	۱۸
فصل سوم	الکتریسیته و اثرات آن	۴۴
فصل چهارم	استفاده از الکتریسیته های جوشکاری قوسی	۵۵
فصل پنجم	شناخت دستگاه های جوشکاری و چگونگی تنظیم آن ها	۶۷
فصل ششم	ضوابط ایمنی و بهداشتی در کارگاه جوشکاری	۹۰
فصل هفتم	تمرین کسب مهارت جوشکاری در سطح E1	۱۲۲

پیش گفتار

دهه های اخیر، صنعت نفت، گاز و پتروشیمی - صنایع خودرو سازی و سایر صنایع در کشور عزیزمان پیشرفت چشم‌گیری داشته است و به طبع آن تأمین نیروی انسانی ماهر و کارآمد از مهم‌ترین دغدغه‌های برنامه‌ریزان بوده است.

مشاغل مرتبط با جوشکاری از جمله مشاغلی است که به دلیل نقش آن در صنایع مختلف بیشتر از سایر مشاغل مورد نیاز صنعت می‌باشد. این مهم وظیفه برنامه‌ریزان درسی و مراکز آموزش فنی و حرفه ای و کاردانش که مجری دوره‌های جوشکاری هستند را به مراتب سنگین‌تر نموده است.

به همین منظور و با توجه به محدودیت منابع آموزشی **دفتر تالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش** بر اساس استاندار مهارت و آموزشی **جوشکاری با قوس الکتریکی دستی(SMAW)ی** سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور ۵ جلد کتاب درسی تهیه نموده است. این مجموعه بر اساس جدول زیر استانداردهای E۳، E۶، E۸ و E۹ را پوشش می‌دهد:

استاندارد	کتاب
E۳	✓ **جوشکاری با فرآیند قوس الکتریکی (E۳)** جلدهای اول، دوم و سوم ✓ **جوشکاری با فرآیند قوس الکتریکی (E۶)** توانایی های ۱۸ و ۲۰
E۶	✓ **جوشکاری با فرآیند قوس الکتریکی (E۶)**
E۸ و E۹	✓ **جوشکاری با فرآیند قوس الکتریکی (E۸ و E۹)**

امید است هنرآموزان محترم بر اساس استاندارد و با مدیریت زمان به پیشرفت مهارتی فراگیران در جهت شکوفایی استعدادشان در کسب مهارت‌های رشته جوشکاری توجه خاص داشته و با هدایت و راهنمایی مدبرانه خویش پویایی جوانان را فراهم نمایند.

تلاش شده است این مجموعه از کتاب‌ها بر اساس **استاندارد جوشکاری با فرآیند قوس الکتریکی دستی (SMAW)** تدوین شود، اما لازم به ذکر است که مبنای اصلی آموزش و ارزشیابی مهارت‌ها بر اساس استاندارد سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور می‌باشد.

در پایان انتظار دارد همکاران گرامی از نظرات مفید خویش در راستای اصلاح برنامه‌ها و کتاب‌های درسی، این دفتر را بهره‌مند فرمایند.

کمیسیون تخصصی برنامه ریزی درسی

فصل ۱

کارگاه جوشکاری و انضباط شغلی

عنوان توانایی	زمان آموزش (ساعت)	
	نظری	عملی
آشنایی با محیط کارگاه جوشکاری، تجهیزات، دستگاه‌ها، انبارها و امکانات جانبی آن آشنایی باسلسله مراتب حرفه جوشکاری شناسایی اصول انضباط شغلی و لزوم رعایت آن	۱	–

فراگیرنده پس از پایان این درس باید بتواند

۱ کارگاه جوشکاری را تشریح نماید.

۲ فعالیت‌های متداول در کارگاه جوشکاری را بیان نماید.

۳ دستگاه‌ها و تجهیزات متداول در کارگاه جوشکاری را بیان نماید.

۴ انبارهای مربوط به کارگاه جوشکاری را نام ببرد.

۵ سلسه مراتب حرفه جوشکاری را بیان کند.

۶ وظیفه جوشکار را در سلسه مراتب حرفه جوشکاری بیان نماید.

۷ انضباط شغلی را تعریف نماید.

۸ موارد مهم انضباط شغلی را ذکر نماید.

نمونه سؤالات پیش آزمون

۱- به کدام‌یک از گزینه‌های زیر کارگاه گفته می‌شود؟

- الف) محلی که محصولات غذایی خام و خشک نگه‌داری می‌شود.
- ب) مکانی که لوازم خانگی به فروش می‌رسد.
- ج) مکانی که میز و صندلی تولید می‌کنند.
- د) محلی که جوانان به فعالیت‌های ورزشی می‌پردازند.

۲- آیا به محل ساخت تانکرهای آب کارگاه می‌گویند؟

- الف) بلی
- ب) خیر

۳- در محیطی که چند نفر با هم کار می‌کنند کدام گزینه مهم‌تر است؟

- الف)تعریف روابط و مقررات شغلی
- ب) وجود امکانات تفریحی-ورزشی
- ج) ساعت کاری
- د) مکان جغرافیایی

۴- آیا می‌توان به محلی که چاه حفر می‌کنند کارگاه نامید؟

- الف) خیر، چون کار موقتی است.
- ب) بلی، چون چند نفر با هم مشغول کار هستند.
- ج) خیر، چون محل سرپوشیده نیست.
- د) بستگی به تعداد افراد مشغول به کار دارد.

۵- کدام‌یک از شرایط زیر در یک کارگاه الزام‌آور نیست؟

- الف) تعیین زمان انجام فعالیت
- ب) جنسیت افراد شاغل (مرد یا زن بودن)
- ج) تعداد افراد مشغول به کار
- د) هیچ‌کدام

۶- نحوه چیدمان دستگاه‌ها در کارگاه به چه چیزی مربوط می‌شود؟

- الف) مراحل انجام کار
- ب) نوع محصول
- ج) تعداد افراد مشغول به کار
- د) سلیقه سرپرست کارگاه

۷- به محلی که چند قطعه را به هم متصل(مونتاژ) می‌کنند چه می‌گویند؟

- الف) کارگاه مونتاژ
- ب) کارگاه جوشکاری
- ج) سالن بازرسی و کنترل کیفی
- د) کارگاه ساخت

۸- چه نکاتی در ایجاد و تجهیز انبار کارگاه باید رعایت شود؟

- الف) محل قرارگیری مواد و تجهیزات
- ب) نظم در چیدمان
- ج) تقسیم بندی مواد و ابزار
- د) تمام موارد

۹- سلسه مراتب شغلی در محیط کاری بر چه اساسی تعیین می‌شود؟

- الف) توانایی و مسؤلیت‌ها
- ب) میزان حقوق
- ج) سوابق شغلی
- د) روابط فامیلی

۱-۱ آشنایی با محیط کارگاه جوشکاری

کارگاه جوشکاری محیطی است که در آنجا با استفاده از فرآیندهای جوشکاری اقدام به ساخت یا تعمیر قطعات صنعتی می‌نمایند. در کارگاه‌های جوشکاری متناسب با نوع کار جوشکاری، از ابزار و تجهیزات مختلفی استفاده می‌شود و نیز بر اساس اندازه و تعداد سازه‌ها، ابعاد کارگاه‌ها تغییر می‌کند

شکل(۱-۱) بخشی از فضای کارگاه‌های ساخت تجهیزات صنعتی با استفاده از فرآیندهای جوشکاری را نشان می‌دهد.

شکل (۱-۱)

بخشی از فضای داخل کارگاه جوشکاری ساخت

فضای کارگاه جوشکاری به طور معمول سرپوشیده است ولی گاهی به دلیل شرایط اجرایی مثل: مشکل حمل‌ونقل سازه‌های بزرگ صنعتی بخشی از فعالیت‌های جوشکاری و یا تمام آن در محل نصب سازه‌ها(سایت) صورت می‌پذیرد.

در هر صورت کارگاه جوشکاری چه در فضای باز استقرار یابد و چه در محل سرپوشیده باشد لازم است تمهیدات لازم جهت انجام مطلوب و ایمن عملیات جوشکاری اندیشیده شود.

شکل (۲-۱) نمونه‌ای از کارگاه‌های جوشکاری تجهیز شده در محل ساخت سازه‌های صنعتی را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در کارگاه ساخت خط لوله دیده می‌شود، گاهی به منظور جلوگیری از تأثیر منفی وزش باد و یا برف و باران روی کیفیت جوش، عملیات جوشکاری در زیر ناحیه چادر کشیده شده صورت می‌گیرد.

شکل (۲-۱)

الف) کارگاه ساخت سازه‌های ساختمانی

شکل (۲-۱)

ب) کارگاه ساخت مخازن تحت فشار

شکل (۲-۱)

ج) کارگاه ساخت تجهیزات صنعتی

شکل (۲-۱)

د) کارگاه ساخت اسکلت فلزی ساختمان

شکل (۲-۱)

م) کارگاه ساخت مخازن ذخیره

شکل (۲-۱)

ن) کارگاه ساخت خط لوله

نمونه ای از کارگاه‌های جوشکاری تجهیز شده برای ساخت سازه‌های صنعتی

۱-۱-۱ تجهیزات و دستگاه‌های موجود در کارگاه جوشکاری

متناسب با فعالیت‌هایی که در کارگاه‌های جوشکاری صورت می‌گیرد و نوع سازه‌های صنعتی که ساخته می‌شوند و یا مورد تعمیر و بازسازی قرار می‌گیرند، نوع و تعداد دستگاه‌ها و نیز ابزارهای جانبی متعلق به آنها متفاوت است.

فعالیت‌های متداول درکارگاه‌های جوشکاری عبارتند از: عملیات برشکاری، سنگ زنی، ماشین‌کاری و جوشکاری که برخی از ابزار و تجهیزات مربوط به این فعالیت‌ها در شکل (۳-۱) نشان داده شده است.

شکل (۳-۱)

الف) دستگاه‌های برشکاری نظیر: برشکاری مکانیکی، حرارتی و قوسی

برخی از دستگاه‌های موجود در کارگاه‌های جوشکاری

شکل (۳-۱)

ب) دستگاه‌های آماده سازی و ماشین‌کاری نظیر: تراش، فرز، دریل، سنگ‌زنی، پرس‌کاری و پخ‌کاری

شکل (۳-۱)

ج) دستگاه‌های جوشکاری نظیر: رکتیفایر، ترانس، دینام و موتور جوش

ادامه- برخی از دستگاه‌های موجود در کارگاه‌های جوشکاری

۲-۱-۱ انبارها در کارگاه جوشکاری

در کارگاه‌های جوشکاری به طور معمول فضاهایی را برای نگهداری ابزار، مواد و محصولات جوشکاری اختصاص می‌دهند که انبار نامیده می‌شوند در ادامه به معرّفی انبارهای اصلی هم جوار با کارگاه‌های جوشکاری پرداخته می‌شود.

۱-۲-۱-۱ انبار مواد مصرفی جوشکاری

این انبارها محل نگهداری انواع مختلف مواد مصرفی مثل: الکترودها، سیم‌جوش‌ها و پودرهای جوشکاری می‌باشند که باید در شرایط مناسب نگه‌داری شوند و برچسب شناسایی مواد، حاوی اطلاعات لازم روی جعبه یا قفسه‌های مربوطه نصب گردد و نیز دستورالعمل شرایط حمل‌ونقل، ورود و خروج و نگه‌داری آنها از نظر دما و رطوبت در انبار مشخص باشد.

شکل (۴-۱) نمونه‌ای از قفسه‌های نگه‌داری مواد مصرفی جوشکاری را در انبار نشان می‌دهد.

شکل(۴-۱)

انبار مواد مصرفی جوشکاری

۲-۲-۱-۱ انبار نیم ساخته‌های فلزی

این انبارها محل نگه‌داری انواع نیم ساخته‌های فلزی مثل: ورق، میل‌گرد، نبشی، پروفیل و غیره می‌باشند که برحسب نوع پروفیل، جنس، و مشخصات دیگر از هم تفکیک شده و چیده می‌شوند. به‌طور معمول باید ورق‌ها، میل‌گردها، نبشی‌ها، تسمه‌ها و پروفیل‌ها هر کدام به شکل جداگانه و بر اساس قطر یا ضخامت و نیز از نظر نوع جنس (فولادی، آلومینیمی و غیره) تفکیک می‌شوند.

شکل (۵-۱)

الف) انبار ذخیره لوله و پروفیل های گرد فولادی

انبار نیم‌ساخته‌های فلزی

به طور مثال نیم ساخته‌های فولاد زنگ‌نزن (ورق، لوله، میله و ....) باید جدا از فولادهای معمولی(کربنی) انبار شوند. شکل (۵-۱) فضای داخل انبار نیم‌ساخته‌های فلزی را نشان می‌دهد.

شکل (۵-۱)

ب) انبار ذخیره انواع پروفیل فولادی

شکل (۵-۱)

ج) انبار نگه داری انواع ورق فولادی

ادامه - انبار نیم ساخته‌های فلزی

۳-۲-۱-۱ انبار کپسول‌های گاز محافظ

این انبارها محل نگهداری انواع کپسول‌های گاز مصرفی مثل: اکسیژن، استیلن، آرگون، دی‌اکسید کربن و غیره می‌باشد. کپسول‌های مذکور باید جدا از هم انبار شوند. حتی کپسول‌های پر و خالی نیز لازم است جدا از هم باشند. هم‌چنین رعایت نکات ایمنی در انبار کردن کپسول گازهای قابل اشتعال مثل: استیلن یا اکسیژن بسیار مهم است و باید به دقت رعایت شود. نکته دیگر اینکه کپسول‌ها در شرایط ایستاده و دارای کلاهک انبار شوند. شکل (۶-۱) قفسه‌های مخصوص نگه‌داری کپسول‌های گاز را نشان می‌دهد.

شکل(۶-۱)

محل نگه‌داری کپسول‌های گاز محافظ

۴-۲-۱-۱ انبار ابزار و لوازم یدکی

در این انبار به‌طور معمول تعداد زیادی از اقلام مرتبط با دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری، برشکاری و ماشین‌کاری و متعلقات جانبی آنها نگهداری می‌شود. بنابراین لازم است برچسب شناسایی اقلام مذکور حاوی اطلاعات لازم روی جعبه یا قفسه‌های مربوطه نصب گردد.

هم‌چنین با توجه به اینکه اجزاء و ابزارهای موجود در این انبارها از نظر آسیب‌پذیری و حساسیت نسبت به شرایط محیطی متفاوت می‌باشند، بنابراین لازم است نحوه چیدمان و نوع سیستم تهویه به منظور کنترل دما و رطوبت، متناسب با جنس و حساسیت آنها در نظر گرفته شود. شکل (۷-۱) فضای داخل انبار و نحوه چیدمان ابزار ولوازم یدکی را نشان می‌دهد.

شکل(۷-۱)

انبار ابزار و لوازم یدکی

بحث کنید

به نظر شما هر یک از انبارهای مجاور کارگاه جوشکاری چه شرایطی لازم است داشته باشد؟ و کدام مواد آسیب پذیرتر هستند؟

۲-۱ سلسه مراتب حرفه جوشکاری

برای ساخت یک سازه جوشکاری واحدهای تخصصی مختلفی با یک‌دیگر هم‌کاری می‌کنند، مثل:

- طراحی و مهندسی
- بازرسی و کنترل‌کیفی
- ماشین‌کاری
- جوشکاری
- پشتیبانی و تدارکات

با این شرایط وقتی کار به نحو مطلوب انجام می‌شود که هر واحد مطابق شرح وظایف تعریف شده امور محوله را در زمان مقتضی و به نحو مطلوب انجام دهد. این‌کار باعث می‌شود:

۱- میزان تولید در کارگاه افزایش یابد

۲- ایمنی پرسنل کارگاه بالا رود

۳- کیفیت سازه جوشکاری افزایش پیدا کند

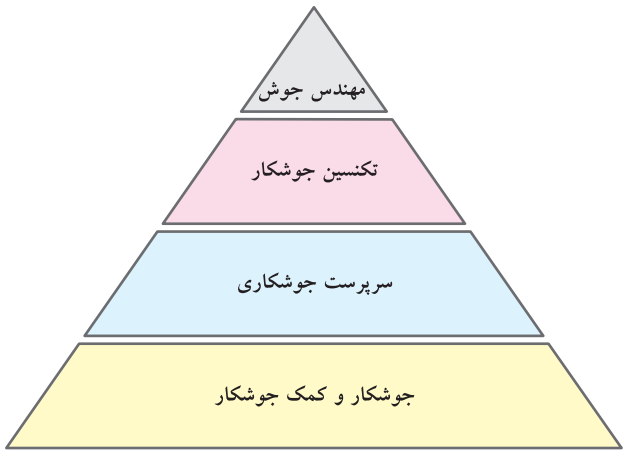
۴- ضایعات و دوباره‌کاری‌ها کاهش یابد

بنابراین در فعالیت صنعتی که به صورت کار گروهی و با مشارکت تخصص‌های مختلف انجام می‌شود لازم است وظایف و مسؤلیت‌های اشخاص و بخش‌های مختلف درگیر با کار و نیز چگونگی ارتباط واحدهای کاری با یکدیگر مشخص و تعریف شده باشد.

۱-۲-۱ وظیفه حرفه‌ای جوشکار

به‌طورکلی وظیفه جوشکار اجرای جوشکاری مطابق با دستورالعمل مکتوب و تأیید شده رویه جوشکاری (WPS) با در نظر گرفتن کامل مسایل ایمنی می‌باشد. از نظر سلسله مراتب تخصصی، مطابق نمودار(۱-۱) جایگاه فرد جوشکار در قاعده هرم سلسله مراتب تخصصی حرفه جوشکاری قرار دارد.

نمودار (۱-۱)

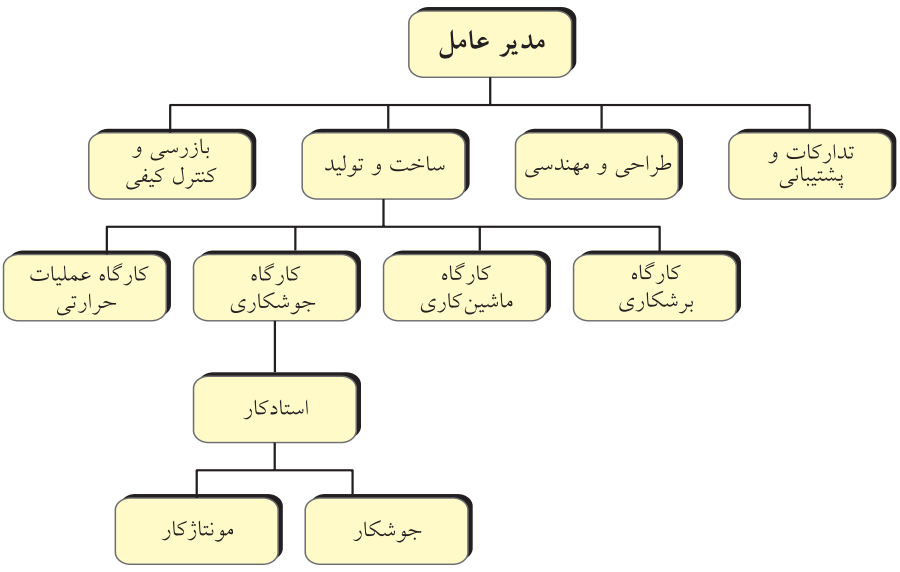


جایگاه حرفه جوشکار در سلسله مراتب حرفه جوشکاری

۱-۲-۲ جایگاه سازمانی پرسنل جوشکار

نمودار ساختار اجرایی مربوط به ساخت و تولید سازه‌های مختلف صنعتی متناسب با نوع پروژه و حجم کار متفاوت است؛ ولی به‌عنوان مثال در نمودار(۲-۱) نمونه‌ای از چنین ساختارهایی در سازمان‌ها به منظور درک بهتر موضوع ارایه شده است. یادآوری می‌شود، هر یک از افراد درگیر پروژه باید در موقعیت شغلی خود نسبت به انجام صحیح وظایف محوله کوشا باشند و دستورالعمل‌های اجرایی و ایمنی را رعایت کنند.

نمودار (۲-۱)



نمودار ساختار اجرایی مربوط به یک پروژه ساخت سازه جوشکاری

۱-۳ انضباط شغلی

انضباط شغلی عبارت از: رعایت مقررات و معیارهای تعریف شده متناسب با حرفه جوشکاری است که به منظور جلوگیری از حوادث ناگوار و انجام صحیح فعالیت‌های جوشکاری وضع می‌شود و می‌بایست توسط کلیه افراد رعایت شود. موارد مهم انضباط شغلی به شرح زیر است:

۱-۳-۱ مسئولیت پذیر بودن

یعنی نسبت به وظیفه‌ای که برای فرد تعریف شده است و یا نسبت به ابزار و امکاناتی که در اختیار فرد قرار گرفته است احساس مسئولیت نماید و نهایت سعی و تلاش خود را برای انجام به موقع و صحیح امور محوله و نیز نگهداری از تجهیزات بکار گیرد.

توجه

حفظ اموال عمومی به عنوان سرمایه‌های ملی و بین نسلی از طرف ادیان مختلف به ویژه دین مبین اسلام مورد تاکید و سفارش قرار گرفته است.

۱-۳-۲ رعایت سلسله مراتب شغلی و احترام به همکاران

همان‌طور که گفته شد، در فعالیت‌های صنعتی کار به صورت گروهی انجام می‌شود و برای هر شخص وظیفه‌ای بر حسب تخصص یا جایگاه سازمانی او تعریف می‌شود که فرد نسبت به انجام صحیح آن مسئولیت دارد. لذا همه اشخاص وظیفه دارند نسبت به حوزه مسئولیت دیگران احترام بگذارند و از دخالت

در حوزه کار دیگران پرهیز نمایند.

۳-۳-۱ رعایت مسایل ایمنی فردی و گروهی

عوامل زیادی در محیط‌های صنعتی و کارگاهی وجود دارند که خطر آفرین هستند. چنانچه فرد نسبت به آنها آگاهی لازم را نداشته باشد و یا مسایل ایمنی فردی یا گروهی را رعایت نکند ممکن باعث ایجاد خطر برای خود و دیگران نماید. بنابراین ضروری است، فرد ابتدا نسبت به عوامل خطرساز اطلاعات و آگاهی لازم را کسب نماید و راه‌های جلوگیری از ایجاد خطر را بشناسد و نسبت به رعایت موارد ایمنی اقدام کند. هم‌چنین از پرداختن به کارهای خطرناک و ماجراجویانه به شدت پرهیز کند (شکل ۸-۱).

شکل (۸-۱)

رعایت نکات ایمنی از مراتب مهم انظباط شغلی است.

۴-۳-۱ رعایت نظم و مقررات

یکی دیگر از مواردی که لازم است افراد در محیط کارگاهی آن را رعایت کنند مسیله حفظ نظم و انضباط و نیز توجه ویژه به مقرراتی است که متناسب با نوع فعالیت در محیط‌های کارگاهی به منظور جلوگیری از حوادث ناگوار و انجام صحیح کارها در نظر گرفته می‌شود (شکل ۹-۱).

شکل (۹-۱)

رعایت نظم یکی از مراتب انضباط شغلی است.

نمونه سؤالات آزمون پایانی

۱- کدام‌یک از فعالیت‌های زیر در کارگاه جوشکاری صورت نمی‌گیرد؟

الف) ساخت سازه‌های صنعتی
ب) تعمیر تجهیزات صنعتی
ج) آموزش جوشکاری
د) تولید دستگاه‌های جوشکاری

۲- کدام‌یک از سازه‌های زیر به‌عنوان سازه جوشکاری محسوب نمی‌شوند.

الف) بدنه خودرو
ب) واگن قطار
ج) پل فلزی
د) اسکلت فلزی ساختمان
هـ) کمد چوبی

۳- در جوار کارگاه جوشکاری چه انبارهایی وجود دارند؟

الف) انبار مواد غذایی
ب) انبار مواد مصرفی جوشکاری
ج) انبار نگهداری کپسول‌های گاز محافظ
د) انبار مواد و محصولات نیم ساخته

۴- کدام‌یک از موارد زیر جزء وظایف حرفه‌ای جوشکار است؟

الف) انجام جوشکاری مطابق دستورالعمل جوشکاری (WPS)
ب) تهیه دستورالعمل جوشکاری (WPS)
ج) بازرسی و کنترل کیفی جوش
د) تهیه نقشه جوشکاری

۵- کدام‌یک از تجهیزات زیر جزء ملزومات کارگاه جوشکاری می‌باشد؟

الف) دستگاه جوشکاری
ب) تجهیزات برشکاری
ج) دستگاه بسته‌بندی مواد مصرفی
د) تجهیزات رنگ زدن
هـ) تجهیزات سنگ‌زنی

فصل ۱

کارگاه جوشکاری و انضباط شغلی

عنوان توانایی	زمان آموزش (ساعت)	
	نظری	عملی
آشنایی با محیط کارگاه جوشکاری، تجهیزات، دستگاه‌ها، انبارها و امکانات جانبی آن آشنایی باسلسله مراتب حرفه جوشکاری شناسایی اصول انضباط شغلی و لزوم رعایت آن	۱	–

فراگیرنده پس از پایان این درس باید بتواند

۱ کارگاه جوشکاری را تشریح نماید.

۲ فعالیت‌های متداول در کارگاه جوشکاری را بیان نماید.

۳ دستگاه‌ها و تجهیزات متداول در کارگاه جوشکاری را بیان نماید.

۴ انبارهای مربوط به کارگاه جوشکاری را نام ببرد.

۵ سلسه مراتب حرفه جوشکاری را بیان کند.

۶ وظیفه جوشکار را در سلسه مراتب حرفه جوشکاری بیان نماید.

۷ انضباط شغلی را تعریف نماید.

۸ موارد مهم انضباط شغلی را ذکر نماید.

نمونه سؤالات پیش آزمون

۱- به کدام‌یک از گزینه‌های زیر کارگاه گفته می‌شود؟

- الف) محلی که محصولات غذایی خام و خشک نگه‌داری می‌شود.
- ب) مکانی که لوازم خانگی به فروش می‌رسد.
- ج) مکانی که میز و صندلی تولید می‌کنند.
- د) محلی که جوانان به فعالیت‌های ورزشی می‌پردازند.

۲- آیا به محل ساخت تانکرهای آب کارگاه می‌گویند؟

- الف) بلی
- ب) خیر

۳- در محیطی که چند نفر با هم کار می‌کنند کدام گزینه مهم‌تر است؟

- الف)تعریف روابط و مقررات شغلی
- ب) وجود امکانات تفریحی-ورزشی
- ج) ساعت کاری
- د) مکان جغرافیایی

٤- آیا می‌توان به محلی که چاه حفر می‌کنند کارگاه نامید؟

- الف) خیر، چون کار موقتی است.
- ب) بلی، چون چند نفر با هم مشغول کار هستند.
- ج) خیر، چون محل سرپوشیده نیست.
- د) بستگی به تعداد افراد مشغول به کار دارد.

۵- کدام‌یک از شرایط زیر در یک کارگاه الزام‌آور نیست؟

- الف) تعیین زمان انجام فعالیت
- ب) جنسیت افراد شاغل (مرد یا زن بودن)
- ج) تعداد افراد مشغول به کار
- د) هیچ‌کدام

۶- نحوه چیدمان دستگاه‌ها در کارگاه به چه چیزی مربوط می‌شود؟

- الف) مراحل انجام کار
- ب) نوع محصول
- ج) تعداد افراد مشغول به کار
- د) سلیقه سرپرست کارگاه

۷- به محلی که چند قطعه را به هم متصل(مونتاژ) می‌کنند چه می‌گویند؟

- الف) کارگاه مونتاژ
- ب) کارگاه جوشکاری
- ج) سالن بازرسی و کنترل کیفی
- د) کارگاه ساخت

۸- چه نکاتی در ایجاد و تجهیز انبار کارگاه باید رعایت شود؟

- الف) محل قرارگیری مواد و تجهیزات
- ب) نظم در چیدمان
- ج) تقسیم بندی مواد و ابزار
- د) تمام موارد

۹- سلسه مراتب شغلی در محیط کاری بر چه اساسی تعیین می‌شود؟

- الف) توانایی و مسؤلیت‌ها
- ب) میزان حقوق
- ج) سوابق شغلی
- د) روابط فامیلی

۱-۱ آشنایی با محیط کارگاه جوشکاری

کارگاه جوشکاری محیطی است که در آنجا با استفاده از فرآیندهای جوشکاری اقدام به ساخت یا تعمیر قطعات صنعتی می‌نمایند. در کارگاه‌های جوشکاری متناسب با نوع کار جوشکاری، از ابزار و تجهیزات مختلفی استفاده می‌شود و نیز بر اساس اندازه و تعداد سازه‌ها، ابعاد کارگاه‌ها تغییر می‌کند

شکل(۱-۱) بخشی از فضای کارگاه‌های ساخت تجهیزات صنعتی با استفاده از فرآیندهای جوشکاری را نشان می‌دهد.

شکل (۱-۱)

بخشی از فضای داخل کارگاه جوشکاری ساخت

فضای کارگاه جوشکاری به طور معمول سرپوشیده است ولی گاهی به دلیل شرایط اجرایی مثل: مشکل حمل‌ونقل سازه‌های بزرگ صنعتی بخشی از فعالیت‌های جوشکاری و یا تمام آن در محل نصب سازه‌ها(سایت) صورت می‌پذیرد.

در هر صورت کارگاه جوشکاری چه در فضای باز استقرار یابد و چه در محل سرپوشیده باشد لازم است تمهیدات لازم جهت انجام مطلوب و ایمن عملیات جوشکاری اندیشیده شود.

شکل (۲-۱) نمونه‌ای از کارگاه‌های جوشکاری تجهیز شده در محل ساخت سازه‌های صنعتی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در کارگاه ساخت خط لوله دیده می‌شود، گاهی به منظور جلوگیری از تأثیر منفی وزش باد و یا برف و باران روی کیفیت جوش، عملیات جوشکاری در زیر ناحیه چادر کشیده شده صورت می‌گیرد.

شکل (۲-۱)

الف) کارگاه ساخت سازه‌های ساختمانی

شکل (۲-۱)

ب) کارگاه ساخت مخازن تحت فشار

شکل (۲-۱)

ج) کارگاه ساخت تجهیزات صنعتی

شکل (۲-۱)

د) کارگاه ساخت اسکلت فلزی ساختمان

شکل (۲-۱)

م) کارگاه ساخت مخازن ذخیره

شکل (۲-۱)

ن) کارگاه ساخت خط لوله

نمونه ای از کارگاه‌های جوشکاری تجهیز شده برای ساخت سازه‌های صنعتی

۱-۱-۱ تجهیزات و دستگاه‌های موجود در کارگاه جوشکاری

متناسب با فعالیت‌هایی که در کارگاه‌های جوشکاری صورت می‌گیرد و نوع سازه‌های صنعتی که ساخته می‌شوند و یا مورد تعمیر و بازسازی قرار می‌گیرند، نوع و تعداد دستگاه‌ها و نیز ابزارهای جانبی متعلق به آنها متفاوت است.

فعالیت‌های متداول درکارگاه‌های جوشکاری عبارتند از: عملیات برشکاری، سنگ زنی، ماشین‌کاری و جوشکاری که برخی از ابزار و تجهیزات مربوط به این فعالیت‌ها در شکل (۳-۱) نشان داده شده است.

شکل (۳-۱)

الف) دستگاه‌های برشکاری نظیر: برشکاری مکانیکی، حرارتی و قوسی

برخی از دستگاه‌های موجود در کارگاه‌های جوشکاری

شکل (۳-۱)

ب) دستگاه‌های آماده سازی و ماشین‌کاری نظیر: تراش، فرز، دریل، سنگ‌زنی، پرس‌کاری و پخ‌کاری

شکل (۳-۱)

ج) دستگاه‌های جوشکاری نظیر: رکتیفایر، ترانس، دینام و موتور جوش

ادامه- برخی از دستگاه‌های موجود در کارگاه‌های جوشکاری

۲-۱-۱ انبارها در کارگاه جوشکاری

در کارگاه‌های جوشکاری به طور معمول فضاهایی را برای نگهداری ابزار، مواد و محصولات جوشکاری اختصاص می‌دهند که انبار نامیده می‌شوند در ادامه به معرّفی انبارهای اصلی هم جوار با کارگاه‌های جوشکاری پرداخته می‌شود.

۱-۲-۱-۱ انبار مواد مصرفی جوشکاری

این انبارها محل نگهداری انواع مختلف مواد مصرفی مثل: الکترودها، سیم‌جوش‌ها و پودرهای جوشکاری می‌باشند که باید در شرایط مناسب نگه‌داری شوند و برچسب شناسایی مواد، حاوی اطلاعات لازم روی جعبه یا قفسه‌های مربوطه نصب گردد و نیز دستورالعمل شرایط حمل‌ونقل، ورود و خروج و نگه‌داری آنها از نظر دما و رطوبت در انبار مشخص باشد.

شکل (٤-١) نمونه‌ای از قفسه‌های نگه‌داری مواد مصرفی جوشکاری را در انبار نشان می‌دهد.

شکل(۴-۱)

انبار مواد مصرفی جوشکاری

۲-۲-۱-۱ انبار نیم ساخته‌های فلزی

این انبارها محل نگه‌داری انواع نیم ساخته‌های فلزی مثل: ورق، میل‌گرد، نبشی، پروفیل و غیره می‌باشند که برحسب نوع پروفیل، جنس، و مشخصات دیگر از هم تفکیک شده و چیده می‌شوند. به‌طور معمول باید ورق‌ها، میل‌گردها، نبشی‌ها، تسمه‌ها و پروفیل‌ها هر کدام به شکل جداگانه و بر اساس قطر یا ضخامت و نیز از نظر نوع جنس (فولادی، آلومینیمی و غیره) تفکیک می‌شوند.

شکل (۵-۱)

الف) انبار ذخیره لوله و پروفیل های گرد فولادی

انبار نیم‌ساخته‌های فلزی

به طور مثال نیم ساخته‌های فولاد زنگ‌نزن (ورق، لوله، میله و ....) باید جدا از فولادهای معمولی(کربنی) انبار شوند. شکل (۵-۱) فضای داخل انبار نیم‌ساخته‌های فلزی را نشان می‌دهد.

شکل (۵-۱)

ب) انبار ذخیره انواع پروفیل فولادی

شکل (۵-۱)

ج) انبار نگه داری انواع ورق فولادی

ادامه - انبار نیم ساخته‌های فلزی

۳-۲-۱-۱ انبار کپسول‌های گاز محافظ

این انبارها محل نگهداری انواع کپسول‌های گاز مصرفی مثل: اکسیژن، استیلن، آرگون، دی‌اکسید کربن و غیره می‌باشد. کپسول‌های مذکور باید جدا از هم انبار شوند. حتی کپسول‌های پر و خالی نیز لازم است جدا از هم باشند. هم‌چنین رعایت نکات ایمنی در انبار کردن کپسول گازهای قابل اشتعال مثل: استیلن یا اکسیژن بسیار مهم است و باید به دقت رعایت شود. نکته دیگر اینکه کپسول‌ها در شرایط ایستاده و دارای کلاهک انبار شوند. شکل (٦-١) قفسه‌های مخصوص نگه‌داری کپسول‌های گاز را نشان می‌دهد.

شکل(۶-۱)

محل نگه‌داری کپسول‌های گاز محافظ

٤-٢-١-١ انبار ابزار و لوازم یدکی

در این انبار به‌طور معمول تعداد زیادی از اقلام مرتبط با دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری، برشکاری و ماشین‌کاری و متعلقات جانبی آنها نگهداری می‌شود. بنابراین لازم است برچسب شناسایی اقلام مذکور حاوی اطلاعات لازم روی جعبه یا قفسه‌های مربوطه نصب گردد.

هم‌چنین با توجه به اینکه اجزاء و ابزارهای موجود در این انبارها از نظر آسیب‌پذیری و حساسیت نسبت به شرایط محیطی متفاوت می‌باشند، بنابراین لازم است نحوه چیدمان و نوع سیستم تهویه به منظور کنترل دما و رطوبت، متناسب با جنس و حساسیت آنها در نظر گرفته شود. شکل (۷-۱) فضای داخل انبار و نحوه چیدمان ابزار ولوازم یدکی را نشان می‌دهد.

شکل(۷-۱)

انبار ابزار و لوازم یدکی

بحث کنید

به نظر شما هر یک از انبارهای مجاور کارگاه جوشکاری چه شرایطی لازم است داشته باشد؟ و کدام مواد آسیب پذیرتر هستند؟

۲-۱ سلسه مراتب حرفه جوشکاری

برای ساخت یک سازه جوشکاری واحدهای تخصصی مختلفی با یک‌دیگر هم‌کاری می‌کنند، مثل:

- طراحی و مهندسی
- بازرسی و کنترل‌کیفی
- ماشین‌کاری
- جوشکاری
- پشتیبانی و تدارکات

با این شرایط وقتی کار به نحو مطلوب انجام می‌شود که هر واحد مطابق شرح وظایف تعریف شده امور محوله را در زمان مقتضی و به نحو مطلوب انجام دهد. این‌کار باعث می‌شود:

۱- میزان تولید در کارگاه افزایش یابد

۲- ایمنی پرسنل کارگاه بالا رود

۳- کیفیت سازه جوشکاری افزایش پیدا کند

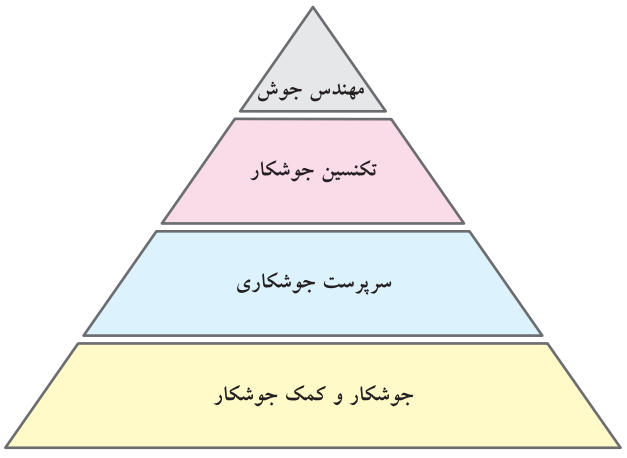
٤- ضایعات و دوباره‌کاری‌ها کاهش یابد

بنابراین در فعالیت صنعتی که به صورت کار گروهی و با مشارکت تخصص‌های مختلف انجام می‌شود لازم است وظایف و مسؤلیت‌های اشخاص و بخش‌های مختلف درگیر با کار و نیز چگونگی ارتباط واحدهای کاری با یکدیگر مشخص و تعریف شده باشد.

۱-۲-۱ وظیفه حرفه‌ای جوشکار

به‌طورکلی وظیفه جوشکار اجرای جوشکاری مطابق با دستورالعمل مکتوب و تأیید شده رویه جوشکاری (WPS) با در نظر گرفتن کامل مسایل ایمنی می‌باشد. از نظر سلسله مراتب تخصصی، مطابق نمودار(۱-۱) جایگاه فرد جوشکار در قاعده هرم سلسله مراتب تخصصی حرفه جوشکاری قرار دارد.

نمودار (۱-۱)

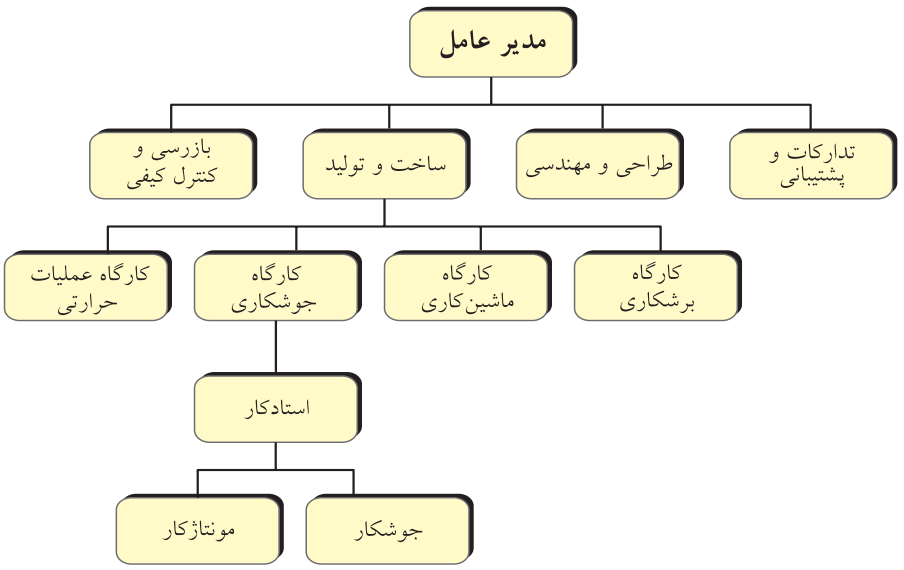


جایگاه حرفه جوشکار در سلسله مراتب حرفه جوشکاری

۱-۲-۲ جایگاه سازمانی پرسنل جوشکار

نمودار ساختار اجرایی مربوط به ساخت و تولید سازه‌های مختلف صنعتی متناسب با نوع پروژه و حجم کار متفاوت است؛ ولی به‌عنوان مثال در نمودار(۲-۱) نمونه‌ای از چنین ساختارهایی در سازمان‌ها به منظور درک بهتر موضوع ارایه شده است. یادآوری می‌شود، هر یک از افراد درگیر پروژه باید در موقعیت شغلی خود نسبت به انجام صحیح وظایف محوله کوشا باشند و دستورالعمل‌های اجرایی و ایمنی را رعایت کنند.

نمودار (۲-۱)



نمودار ساختار اجرایی مربوط به یک پروژه ساخت سازه جوشکاری

۱-۳ انضباط شغلی

انضباط شغلی عبارت از: رعایت مقررات و معیارهای تعریف شده متناسب با حرفه جوشکاری است که به منظور جلوگیری از حوادث ناگوار و انجام صحیح فعالیت‌های جوشکاری وضع می‌شود و می‌بایست توسط کلیه افراد رعایت شود. موارد مهم انضباط شغلی به شرح زیر است:

۱-۳-۱ مسئولیت پذیر بودن

یعنی نسبت به وظیفه‌ای که برای فرد تعریف شده است و یا نسبت به ابزار و امکاناتی که در اختیار فرد قرار گرفته است احساس مسئولیت نماید و نهایت سعی و تلاش خود را برای انجام به موقع و صحیح امور محوله و نیز نگهداری از تجهیزات بکار گیرد.

توجه

حفظ اموال عمومی به عنوان سرمایه‌های ملی و بین نسلی از طرف ادیان مختلف به ویژه دین مبین اسلام مورد تاکید و سفارش قرار گرفته است.

۱-۳-۲ رعایت سلسله مراتب شغلی و احترام به همکاران

همان‌طور که گفته شد، در فعالیت‌های صنعتی کار به صورت گروهی انجام می‌شود و برای هر شخص وظیفه‌ای بر حسب تخصص یا جایگاه سازمانی او تعریف می‌شود که فرد نسبت به انجام صحیح آن مسئولیت دارد. لذا همه اشخاص وظیفه دارند نسبت به حوزه مسئولیت دیگران احترام بگذارند و از دخالت در حوزه کار دیگران پرهیز نمایند.

۳-۳-۱ رعایت مسایل ایمنی فردی و گروهی

عوامل زیادی در محیط‌های صنعتی و کارگاهی وجود دارند که خطر آفرین هستند. چنانچه فرد نسبت به آنها آگاهی لازم را نداشته باشد و یا مسایل ایمنی فردی یا گروهی را رعایت نکند ممکن باعث ایجاد خطر برای خود و دیگران نماید. بنابراین ضروری است، فرد ابتدا نسبت به عوامل خطرساز اطلاعات و آگاهی لازم را کسب نماید و راه‌های جلوگیری از ایجاد خطر را بشناسد و نسبت به رعایت موارد ایمنی اقدام کند. هم‌چنین از پرداختن به کارهای خطرناک و ماجراجویانه به شدت پرهیز کند (شکل ۸-۱).

شکل (۸-۱)

رعایت نکات ایمنی از مراتب مهم انضباط شغلی است.

۴-۳-۱ رعایت نظم و مقررات

یکی دیگر از مواردی که لازم است افراد در محیط کارگاهی آن را رعایت کنند مسیله حفظ نظم و انضباط و نیز توجه ویژه به مقرراتی است که متناسب با نوع فعالیت در محیط‌های کارگاهی به منظور جلوگیری از حوادث ناگوار و انجام صحیح کارها در نظر گرفته می‌شود (شکل ۹-۱).

شکل (۹-۱)

رعایت نظم یکی از مراتب انضباط شغلی است.

نمونه سؤالات آزمون پایانی

۱- کدام‌یک از فعالیت‌های زیر در کارگاه جوشکاری صورت نمی‌گیرد؟

الف) ساخت سازه‌های صنعتی
ب) تعمیر تجهیزات صنعتی
ج) آموزش جوشکاری
د) تولید دستگاه‌های جوشکاری

۲- کدام‌یک از سازه‌های زیر به‌عنوان سازه جوشکاری محسوب نمی‌شوند.

الف) بدنه خودرو
ب) واگن قطار
ج) پل فلزی
د) اسکلت فلزی ساختمان
هـ) کمد چوبی

۳- در جوار کارگاه جوشکاری چه انبارهایی وجود دارند؟

الف) انبار مواد غذایی
ب) انبار مواد مصرفی جوشکاری
ج) انبار نگهداری کپسول‌های گاز محافظ
د) انبار مواد و محصولات نیم ساخته

٤- کدام‌یک از موارد زیر جزء وظایف حرفه‌ای جوشکار است؟

الف) انجام جوشکاری مطابق دستورالعمل جوشکاری (WPS)
ب) تهیه دستورالعمل جوشکاری (WPS)
ج) بازرسی و کنترل کیفی جوش
د) تهیه نقشه جوشکاری

۵- کدام‌یک از تجهیزات زیر جزء ملزومات کارگاه جوشکاری می‌باشد؟

الف) دستگاه جوشکاری
ب) تجهیزات برشکاری
ج) دستگاه بسته‌بندی مواد مصرفی
د) تجهیزات رنگ زدن
هـ) تجهیزات سنگ‌زنی

۶- در مقابل مواردی که جزء انضباط شغلی به‌حساب می‌آید، علامت ضرب بگذارید؟

الف) رعایت سلسله مراتب شغلی
ب) رعایت اخلاقی حرفه‌ای
ج) مسئولیت‌پذیر بودن
د) مرتب و منظم بودن در محیط کار

۷- سلسله مراتب شغلی به وسیله کدام‌یک از موارد زیر تعریف می‌شود؟

الف) سرپرست کارگاه
ب) ساختار سازمانی
ج) شورای کارگران
د) مهارت و توانایی بدنی افراد

۸- برای انبار کردن مواد و محصولات جوشکاری، کدام ویژگی مورد نظر قرار می‌گیرد؟

الف) نوع، خصوصیات و حساسیت مواد
ب) بزرگی، کوچکی و فرم ظاهری قطعات
ج) مسایل اقتصادی
د) کوچکی و بزرگی انبار

۹- وظایف و مسؤلیت‌های افراد چه موقع تعیین می‌شود؟

الف) در لحظه شروع پروژه و انجام کار
ب) همراه با برنامه‌ریزی پروژه و قبل از شروع کار
ج) همراه با پیشرفت فیزیکی کار
د) زمان عقد قرارداد پروژه

۱۰- در کجا اهمیت مسایل ایمنی در اولویت است؟

الف) کار در ارتفاع و محیط‌های بسته
ب) انبار کپسول گازهای سوختی و محافظ
ج) محل تابلوهای برق و کابل‌های حامل جریان
د) در تمام محل‌های انجام فعالیت شغلی

۱۱- چهار مورد مهم از مراتب انضباط شغلی را نام ببرید؟

الف)
ب)
ج)
د)

فصل ۲

شناخت تکنولوژی جوشکاری و روش‌های متداول آن

عنوان توانایی	زمان آموزش (ساعت)	
	نظری	عملی
دسته بندی فرآیندهای جوشکاری از نظر ذوبی و غیرذوبی روش‌های متداول جوشکاری مورد استفاده در صنایع دسته‌بندی فرآیندهای جوشکاری از نظر منابع تامین کننده انرژی نقاط قوت و ضعف روش‌های متداول جوشکاری مورد استفاده در صنایع نمایش فیلم در رابطه با فرآیندهای جوشکاری	۵	–

فراگیرنده پس از پایان این درس باید بتواند

۱ فرآیندهای جوشکاری را دسته بندی کند.

۲ ویژگی‌های اصلی فرآیندهای جوشکاری ذوبی و غیرذوبی را بیان کند.

۳ منابع تأمین کننده انرژی را در فرآیندهای متداول جوشکاری بیان نماید.

۴ نقاط قوت و ضعف یا مزیت‌ها و محدودیت‌های فرآیندهای متداول جوشکاری را توضیح دهد.

۵ فرآیندهای رایج جوشکاری قوسی در صنعت را نام ببرد.

۶ ابزار و تجهیزات مورد استفاده در فرآیندهای متداول جوشکاری را معرفی کند.

۷ ویژگی‌های مهم فرآیندهای جوشکاری قوسی متداول را بیان کند.

نمونه سؤالات پیش آزمون

۱- جوشکاری جزء کدام نوع اتصالات قرار دارد؟

الف) موقت
ب) دائم
ج) بستگی به نوع فرآیند دارد.
د) هیچ‌کدام

۲- علت اینکه سطوح تماس دو قطعه قبل از جوشکاری باید عاری از اکسید و زنگ باشد چیست؟

الف) جریان برق عبور کند.
ب) فلز ذوب شود.
ج) ناخالصی در جوش ایجاد نگردد.
د) فلز جوش براق باشد.

۳- در فرآیندهای جوشکاری برای ذوب کردن لبه‌های قطعه کار از چه نوع انرژی می‌توان استفاده کرد؟

الف) گاز سوختی
ب) قوس الکتریکی
ج) اشعه لیزر
د) تمام موارد

٤- آیا برای اتصال فلزات غیر هم‌جنس می‌توان از فرآیندهای جوشکاری استفاده کرد؟

الف) بلی
ب) خیر

۵- چه چیزی باعث اتصال و پیوستگی قطعات در جوشکاری می‌شود؟ (شرح در سه سطر)

٦- نام دو فرآیند جوشکاری را بنویسید؟

۱-
۲-

۷- برای جوشکاری ذوبی از چه انرژی‌هایی می‌توان استفاده کرد؟

۱-
۲-
۳-
٤-

۸- چرا کابل‌هایی که به دستگاه جوشکاری اتصال می‌دهیم، قطور هستند؟ (جواب در یک سطر)

۹- چرا در جوشکاری قوسی، از ماسک مخصوص استفاده می‌شود ؟ (جواب در یک سطر)

۱۰- چرا در جوشکاری، محافظت از حوضچه مذاب لازم است؟ (جواب در دو سطر)

۱۱- آیا در جوشکاری می‌توان هم از جریان متناوب و هم از جریان مستقیم استفاده کرد؟

☐ الف) بلی ☐ ب) خیر

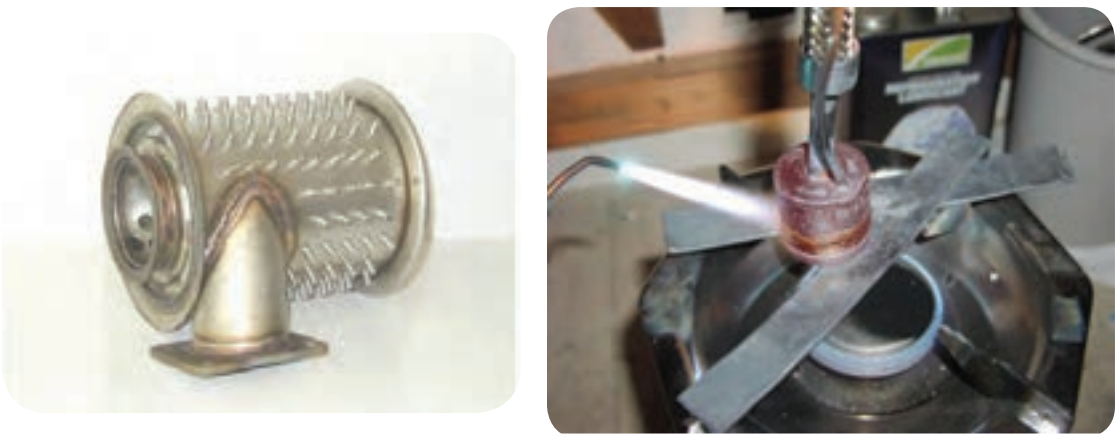
۱-۲ مقدمه

فرآیندهای اتصال مواد صنعتی(فلزی، پلیمری و سرامیکی) را می‌توان مطابق شکل (۱-۲) به دو دسته اصلی تقسیم کرد.

شکل (۱-۲)

الف) اتصال موقت - مثل: چسب، میخ، پرچ و پیچ

شکل (۱-۲)



ب) اتصال دائم - مثل: جوشکاری و لحیم‌کاری

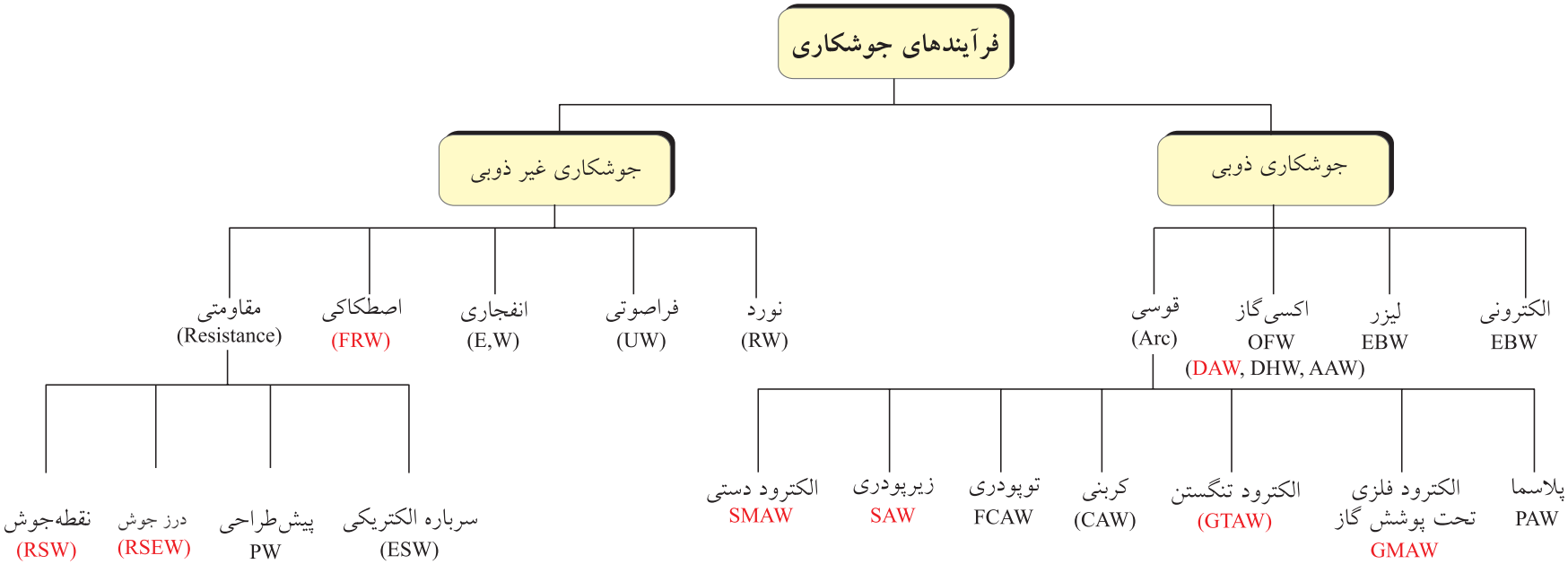
تقسیم بندی کلی روش‌های متداول اتصال در مواد صنعتی

اگرچه هنوز هم تمام روش‌های مذکور در صنایع مختلف کاربرد دارند، ولی اختراع روش جوشکاری توانست تحول بزرگی در اتصال مواد ایجاد کند. در حال حاضر فرآیندهای جوشکاری به عنوان روشی قابل اعتماد، مؤثر، پرکاربرد و اقتصادی برای اتصال مواد صنعتی، به‌خصوص فلزات مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲-۲- فرآیندهای جوشکاری

تعریف: درحالت کلی حذف فاصله بین اتم‌های دو قطعه در محل تماس به منظور ایجاد جاذبه بین اتم‌های آن‌ها را جوشکاری می‌گویند.

براین اساس روش‌های مختلف جوشکاری مطابق نمودار(۱-۲) به دو دسته کلی شامل: فرآیندهای جوشکاری ذوبی و غیرذوبی تقسیم‌بندی می‌شوند که در این نمودار موارد مهم و متداول جوشکاری مورد استفاده در صنعت به‌صورت رنگی آمده است. در فرآیندهای جوشکاری ذوبی لبه‌های دو قطعه ذوب می‌شوند و با مذاب حاصل از الکترود یا فلز پرکننده درز، مخلوط شده و پس از انجماد موجب اتصال دو قطعه می‌گردد. ولی در فرآیندهای جوشکاری غیرذوبی لبه‌های دو قطعه در تماس با هم ذوب نمی‌شود، بلکه به‌طور معمول نیروی فشار مکانیکی سبب حذف فاصله اتم‌ها در محل تماس و اتصال آنها می‌گردد.



جوشکاری نقطه جوش مقاومتی	(RSW) Resistance stope welding	جوشکاری قوسی الکترود روپوش دار (SMAW) shield metal Arc welding
جوشکاری درز جوش مقاومتی	(RSEW) Resisance seam stope	جوشکاری قوسی زیر پودری (SAW) Submerged Arc welding
جوشکاری پیش طرحی	(PW) Projection welding	جوشکاری قوسی سیستم تو پودری (FCAW) Flux cored Arc welding
جوشکاری سرپاره‌الکتریکی	(ESW) Electro slag welding	جوشکاری اکسی گاز (OFW) oxy – fule welding
جوشکاری پرتو الکترونی	(EBW) Electron Beam welding	جوشکاری قوسی کربنی (CAW) Carbon Arc welding
جوشکاری اصطکاکی	(FRW) Friction welding	جوشکاری قوسی تحت گاز محافظ با الکترو تنگستنی (GTAW) Gas Tungsten Arc welding
جوشکاری انفجاری	(EW) Explosive welding	جوشکاری قوسی تحت گاز محافظ با الکترود مصرف شدنی (GMAW) Gas metal Arc welding
جوشکاری فراصوتی	(uw) Ultrasonic welding	جوشکاری قوسی پلاسما (PAW) Plasma Arc welding

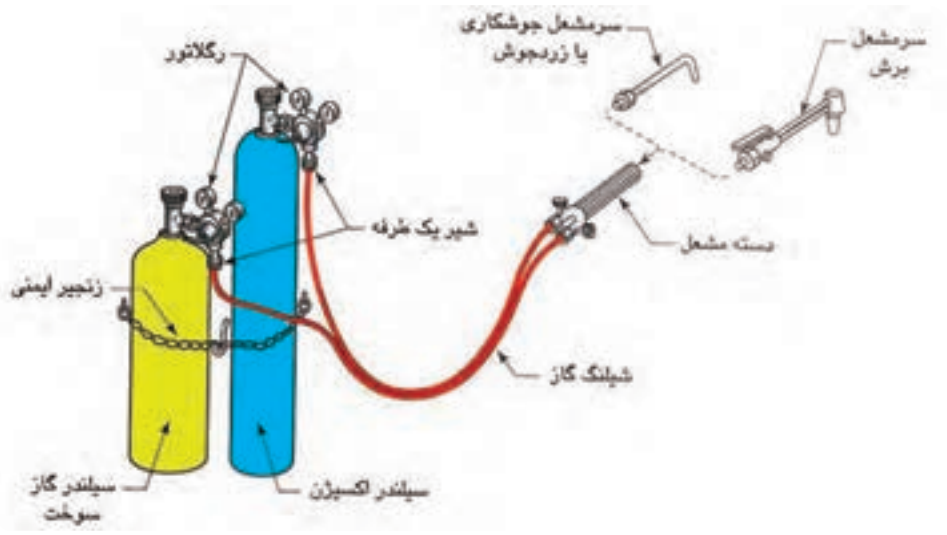
نمودار ۲-۱ روش‌های متداول جوشکاری در صنعت

۱-۲-۲ جوشکاری اکسی استیلن (OAW)[۱]

جوشکاری اکسی‌استیلن فرآیندی است که از انرژی حرارتی ناشی از سوختن یک گاز سوختنی مثل استیلن برای ذوب کردن درز اتصال و سیم جوش فلزی بدون روپوش استفاده می‌شود. در شکل (۲-۲) تجهیزات جوشکاری اکسی‌استیلن مثل: کپسول اکسیژن، کپسول استیلن، مشعل جوشکاری، رگلاتور، شیلنگ و اتصالات مربوط به آن نشان داده شده است. درکپسول‌ها گاز اکسیژن و استیلن به‌صورت فشرده وجود دارد. فشار گازها توسط رگلاتورها کاهش یافته و تنظیم می‌شود و از طریق دو شیلنگ لاستیکی به طرف مشعل هدایت می‌شوند.

علاوه بر سه‌راهی و رگلاتور، شیر یک طرفه نیز در مسیر گازها نصب می‌شود تا مانع از برگشت گاز و شعله به طرف کپسول شود.

شکل(۲-۲)

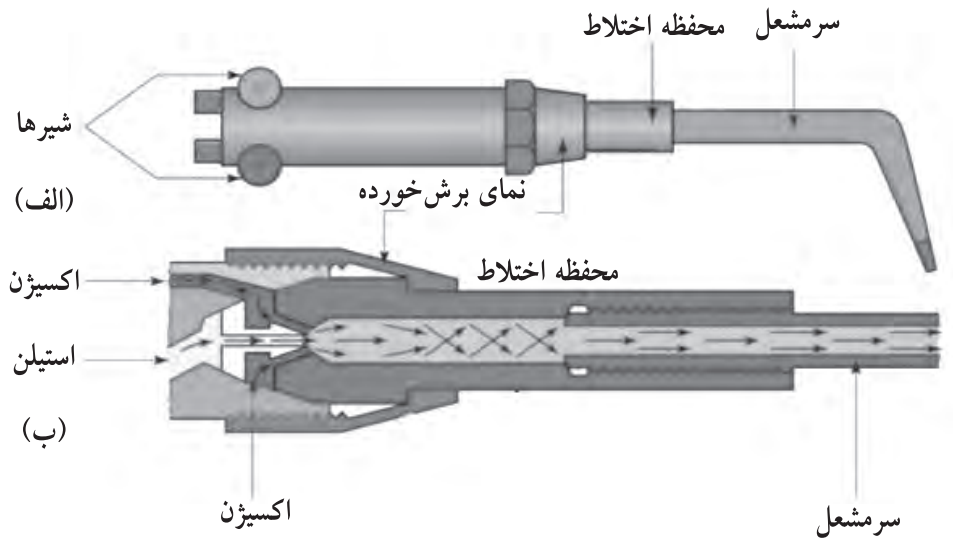


تجهیزات فرآیند جوشکاری اکسی استیلن

۱- Oxy- Acetylene welding

هم‌چنین مطابق شکل(۳-۲) روی دسته مشعل جوشکاری یا برشکاری اکسی‌استیلن شیرهای کنترل جریان گاز وجود دارد که مقدار جریان گاز خروجی به طرف سرمشعل را کنترل می‌کنند. مشعل‌های جوشکاری و برشکاری حرارتی دارای محفظه‌ای به منظور مخلوط شدن گازها می‌باشند که در قسمت ب نشان داده شده است. سرمشعل نیز همگرا است که باعث تمرکز شعله و گرما در سطح کوچکی از محل درز اتصال دو قطعه می‌شود. این موضوع سبب می‌شود تا سریع‌تر به درجه حرارت ذوب برسیم.

شکل(۳-۲)



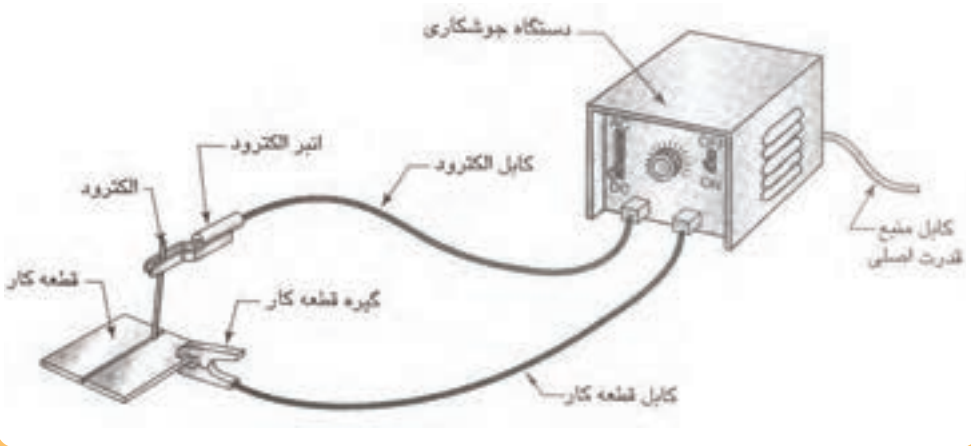
الف: اجزاء مشعل اکسی استیلن ب: نمایش بخش مخلوط کننده گاز در مشعل

اجزا مختلف مشعل در فرآیند جوشکاری اکسی‌استیلن

۲-۲-۲ جوشکاری قوسی با الکترود روپوش دار (SMAW)[1]

در فرآیند جوشکاری قوس الکترودستی از الکترود فلزی روپوش‌دار برای انتقال جریان الکتریکی و تشکیل قوس استفاده می‌شود به‌طوری‌که قوس در فاصله بین نوک الکترود و قطعه کار تشکیل می‌شود. شکل (۲-٤) فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود روپوش‌دار را نشان می‌دهد.

شکل(۲-۴)

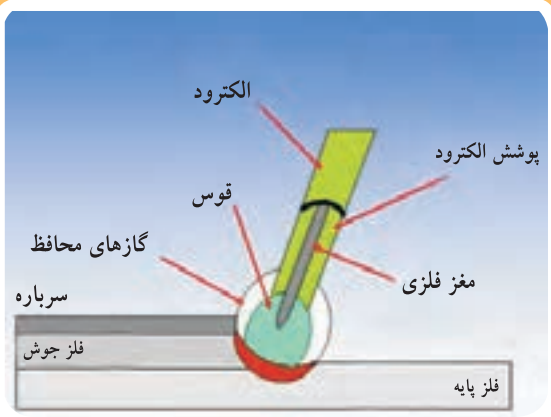


فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود روپوش دار

قوس الکتریکی، حرارت کافی برای ذوب کردن منطقه کوچکی از سطح فلز پایه و الکترود را تأمین می‌کند. فلز مذاب الکترود از میان قوس به حوضچه مذاب روی فلز پایه انتقال می‌یابد و در آنجا با فلز پایه مخلوط می‌شود. با دور شدن قوس از محل حوضچه مذاب، مخلوط فلز مذاب ناشی از الکترود و فلز پایه شروع به سرد شدن و انجماد می‌نماید و اتصال کامل می‌شود.

روپوش الکترود ضمن تولید گازهای محافظ جهت محافظت از قوس و حوضچه مذاب، سرباره‌سازی هم می‌کند. شکل (۲-۵) منطقه قوس را درفرآیند جوشکاری با الکترود روپوش‌دار نشان می‌دهد.

شکل(۲-۵)



منطقه قوس درفرآیند جوشکاری با الکترود روپوش دار و تشکیل فلز جوش

1- **Shielded Metal Arc Welding**

جوشکاری با الکترود روپوش‌دار رایج‌ترین فرآیند جوشکاری است. زیرا به‌دلیل استفاده از تجهیزات نسبتاً ساده و ارزان از قابلیت انعطاف‌پذیری بالایی نیز برای کاربردهای مختلف برخوردار می‌باشد.

به‌طوری‌که در جوشکاری اکثر فلزات به‌خصوص فولادهای ساختمانی کاربرد فراوانی دارد. این روش در صنایع به نام‌های جوشکاری برق، الکترود دستی یا قوس الکترود دستی نیز شناخته می‌شود.

شکل (٦-٢) دستگاه فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود روپوش دار را همراه با کابل‌های اتصال نشان می‌دهد.

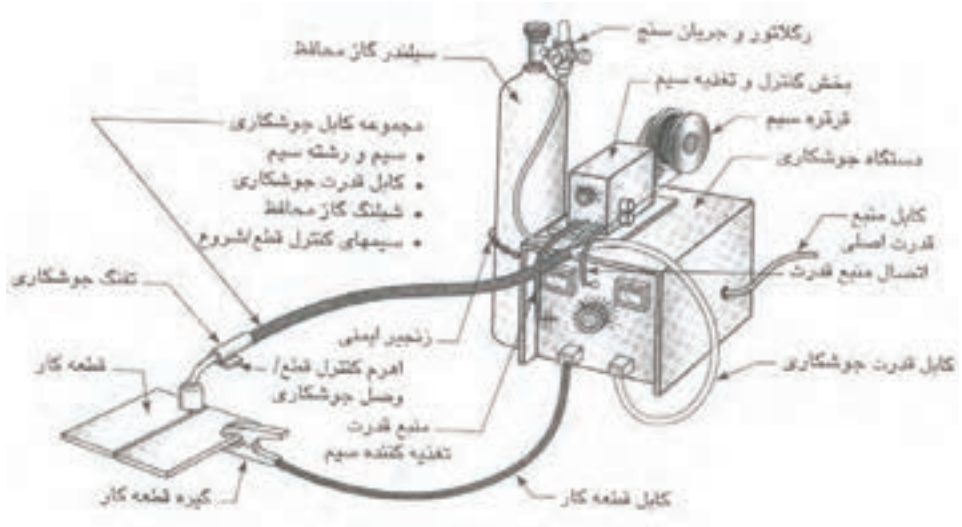
شکل(۶-۲)

دستگاه فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود روپوش‌دار

۳-۲-۲ جوشکاری قوسی با الکترود فلزی تحت پوشش گاز محافظ (GMAW)[1]

در فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود مصرفی تحت پوشش گاز محافظ که در شکل(۷-۲) تجهیزات و چگونگی انجام جوشکاری نشان داده شده است، به‌جای الکترود روپوش‌دار از الکترود بدون روپوش استفاده می‌شود. برای جلوگیری از آسیب دیدن به مذاب فلز جوش به‌دلیل اثرات سوء اتمسفر (اکسیژن و ازت)، یک گاز کم اثر یا بی‌اثر در فضای قوس و اطراف حوضچه مذاب جایگزین اتمسفر می‌گردد گاز محافظ از طریق کپسول و لوله‌های انتقال به آرامی به اطراف قوس هدایت شده و حفاظت مناسب را ایجاد می‌کند.

شکل(۷-۲)



فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود مصرفی تحت پوشش گاز محافظ

۱- Gas Metal Arc Welding

در این فرآیندچنانچه گاز محافظ، خنثی یا بی‌اثر باشد مثل: گاز آرگون یا هلیوم به آن روش MIG[1] می‌گویند و اگر از گاز نیمه فعال مانند CO_2 استفاده شود به آن روش MAG[2] می‌گویند. در جوشکاری بعضی از فلزات مانند آلومینیم و فولاد زنگ نزن که در مقابل اتمسفر حساسیت زیادی دارند از گازهای بی‌اثر مانند: آرگون و هلیم و یا مخلوط آنها استفاده می‌شود و در سایر موارد از گاز محافظ کم‌اثر(نیمه فعال) مانند: CO_2 و یا مخلوط آرگون و اکسیژن استفاده می‌شود. گاز محافظ از کپسول به کمک رگلاتور و شیلنگ به مشعل جوشکاری منتقل می‌شود. دستگاه جوشکاری یک رکتیفایر (ترانسفورماتور همراه با یکسوکننده) است که با برق شهر کار می‌کند و جریان لازم را برای جوشکاری تامین می‌کند که توسط کابل به مشعل جوشکاری (تورچ) هدایت می‌شود.

شکل(۸-۲) تجهیزات فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود فلزی تحت پوشش گاز محافظ را نشان می‌دهد.

شکل(۸-۲)

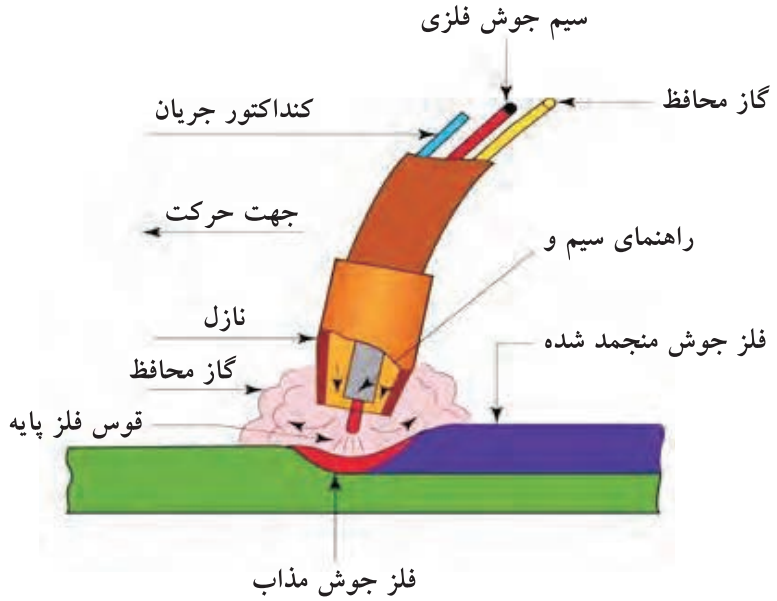
دستگاه فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود فلزی تحت پوشش گاز محافظ

۱- Metal Inert Gas

۲- Metal Active Gas

در این فرآیند جوشکاری، الکترود لخت یا سیم‌جوش که به طور مداوم از قرقره به طرف تورچ جوشکاری هدایت می‌شود؛ ضمن برقراری قوس با سطح قطعه کار، ذوب می‌شود. هم‌چنین در اثر گرمای قوس سطح قطعه کار در محل اتصال نیز به صورت موضعی ذوب می‌شود و از اختلاط مذاب حاصل از سیم جوش و قطعه کار، فلز جوش ایجاد می‌شود. شکل (۹-۲) منطقه ایجاد قوس و تشکیل حوضچه مذاب را که نشان‌دهنده تشکیل فلز جوش است و نیز چگونگی ایفای نقش حفاظتی گاز محافظ را نشان می‌دهد.

شکل(۹-۲)



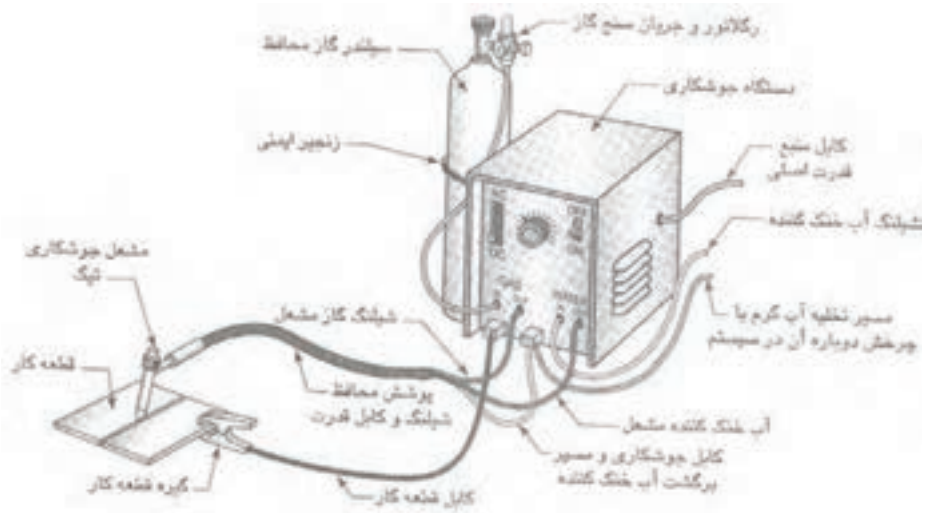
منطقه ایجاد قوس و تشکیل فلز جوش در فرآیند جوشکاری قوسی تحت پوشش گاز محافظ

این روش جوشکاری بدلیل تداوم جوشکاری و عدم توقف ناشی از تعویض الکترود به صورت اتومات و با استفاده از ربات‌ها در صنایع مختلف مثل: اتومبیل سازی، واگن سازی، کشتی‌سازی و سایر سازه‌های فلزی کاربرد وسیعی دارد.

۲-۲-٤ جوشکاری قوسی با الکترود تنگستن تحت پوشش گاز خنثی (TIG)[۱]

این فرآیند یکی دیگر از فرآیندهای جوشکاری قوسی است که در آن قوس بین الکترود غیرمصرفی دیرذوب مانند تنگستن و قطعه کار برقرار می‌گردد و باعث ذوب فلز پایه و ایجاد حوضچه مذاب روی قطعه کار می‌شود، اصول کلی این فرآیند جوشکاری در شکل (۱۰-۲) نشان داده شده است.

شکل(۱۰-۲)



اصول فرآیند جوشکاری قوس با الکترود تنگستن

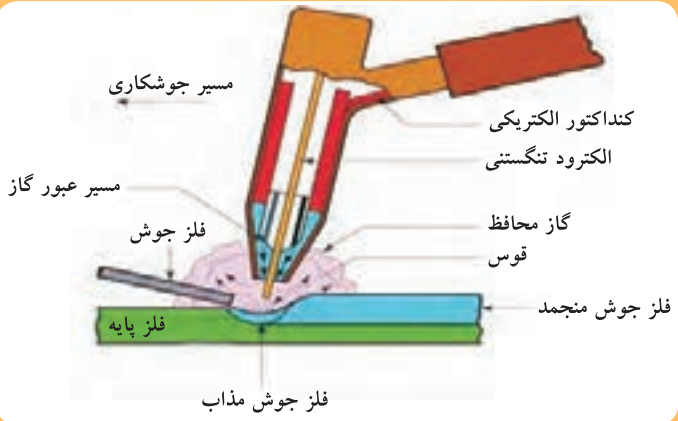
در این فرآیند جوشکاری مطابق شکل(۱۱-۲)منبع تغذیه یک رکتیفایر تولیدکننده جریان مستقیم (DC) است که با برق شهر تغذیه شده و جریان مناسب جوشکاری را تامین می‌کند. گاز محافظ خنثی نیز از کپسول توسط رگلاتور و شیلنگ‌های مخصوص به طرف تورچ جوشکاری هدایت می‌شود

شکل(۱۱-۲)

دستگاه فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود تنگستنی تحت پوششی گاز خنثی

۱- Tungsten Inert Gas

شکل(۱۲-۲)



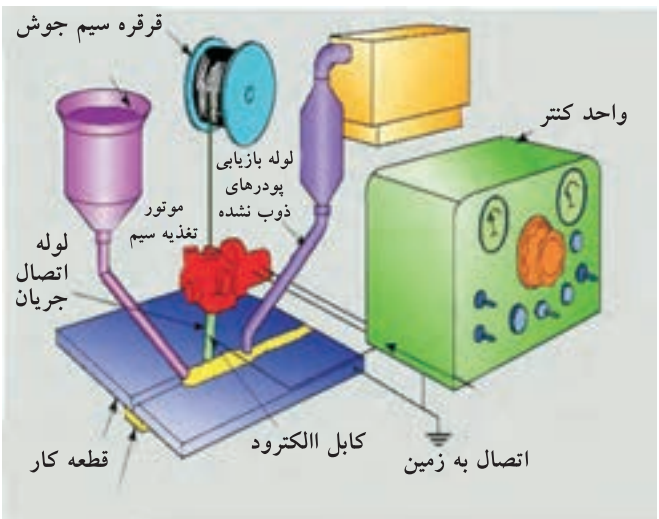
منطقه ایجاد قوس و تشکیل فلز جوش در فرآیند جوشکاری TIG

شکل (۱۲-۲) منطقه ایجاد قوس و تشکیل فلز جوش را نشان می‌دهد. در این فرآیند جوشکاری حفاظت از قوس و حوضچه مذاب توسط گاز محافظ خنثی(بی‌اثر) مثل آرگون یا هلیوم صورت می‌گیرد. فلز پرکننده یا سیم جوش، سیم نازکی است که از سمت دیگر با دست یا به‌طور اتومات وارد حوضچه مذاب شده و ذوب می‌گردد.

فلز جوش از امتزاج مذاب فلز حاصل از ذوب شدن لبه‌های کار و ذوب شدن سیم جوش ایجاد می‌گردد. هم‌چنین برای حفاظت حوضچه مذاب و نوک داغ الکترود تنگستن از گازهای محافظ خنثی مثل: هلیم و آرگون و یا مخلوط آنها استفاده می‌شود. از ویژگی‌های مهم این فرآیند جوشکاری تشکیل فلز جوش با کیفیت بالا می‌باشد.

۲-۲-۵ جوشکاری قوسی زیرپودری (SAW)[1]

شکل(۱۳-۲)



تجهیزات و اصول کلی فرآیند جوشکاری قوس زیرپودری

جوشکاری قوس زیرپودری یک فرآیند جوشکاری ذوبی است که حرارت لازم برای جوشکاری توسط قوس ایجاد شده بین قطعه کار و سیم‌جوشی که به‌صورت پیوسته تغذیه می‌گردد در زیر توده پودر محافظ ایجاد می‌شود.

شکل(۱۳-۲) اصول کلی اجرای این فرآیند جوشکاری را نشان می‌دهد.

۱- Submerged Arc Welding

در این فرآیند حوضچه مذاب جوش بوسیله یک لایه ضخیم از پودر با دانه‌های نسبتاً ریز پوشیده می‌شود. بنابراین عمل حفاظت حوضچه مذاب در این فرآیند برعهده دانه‌های نسبتاً ریز و مواد تشکیل دهنده پودر است که در حین جوشکاری بخشی از آن ذوب می‌شود و باعث تشکیل سرباره روی فلز مذاب جوش می‌گردد و بقیه جمع آوری می‌شود و مجددا استفاده می‌شود.

شکل(۱۴-۲)

اتصال دو لوله فولادی با استفاده از فرآیند جوشکاری زیر پودری

شکل (۱٤-۲) اجرای جوشکاری روی لوله فولادی قطور را با استفاده از این فرآیند جوشکاری نشان می‌دهد.

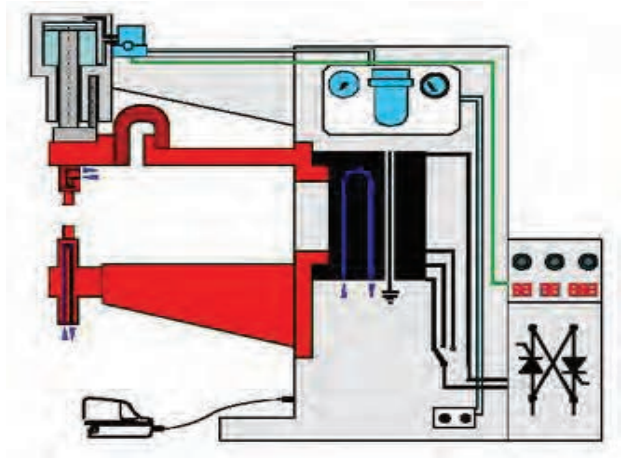
از فرآیند جوشکاری قوس زیرپودری بیشتر برای جوشکاری قطعات ضخیم، خط جوش‌های طویل مثل صنایع لوله‌سازی، کشتی‌سازی، جوشکاری اسکلت‌های فلزی و ساخت مخازن استفاده می‌شود. هم‌چنین به‌دلیل لزوم وجود پودر در محل جوش اجرای جوشکاری محدود به حالت سطحی یا افقی می‌باشد.

٦-۲-۲ جوشکاری مقاومتی[1] (RW)

فرآیند جوشکاری مقاومتی جزء فرآیندهای جوشکاری غیر ذوبی است که لبه‌های قطعه کار در حین جوشکاری در اثر مقاومت الکتریکی ذوب نمی‌شود.

شکل (۱۵-۲) تصویر شماتیک از دستگاه جوشکاری نقطه جوش را نشان می‌دهد.

شکل(۱۵-۲)



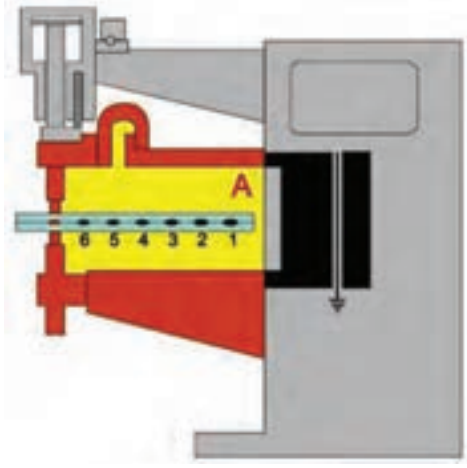
دستگاه جوشکاری نقطه جوش هوا خنک

۱ - Resistance Welding

دراین فرآیند، اتصال دو سطح در اثر حرارت ناشی از اعمال جریان الکتریکی و فشار مکانیکی به‌صورت هم زمان ایجاد می‌شود. بالا بودن مقاومت الکتریکی و عبور جریان الکتریسیته در محل تماس دو سطح باعث گرم شدن و خمیدگی گردیدن محل تماس دو ورق می‌شود. سپس فشار لازم نیز از طریق الکترودها به محل اتصال وارد می‌شود و فصل مشترک که در اثر عبور جریان برق با آمپر زیاد خمیری شده را درهم ادغام می‌کند.

فرآیند جوشکاری مقاومتی به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد که جوشکاری نقطه‌ای متداول‌ترین آن است.در شکل(۱۶-۲) چگونگی ایجاد اتصال و نقطه جوش‌های ایجاد شده بین دو ورق فلزی به کمک دستگاه جوشکاری نقطه‌ای نشان داده شده است.

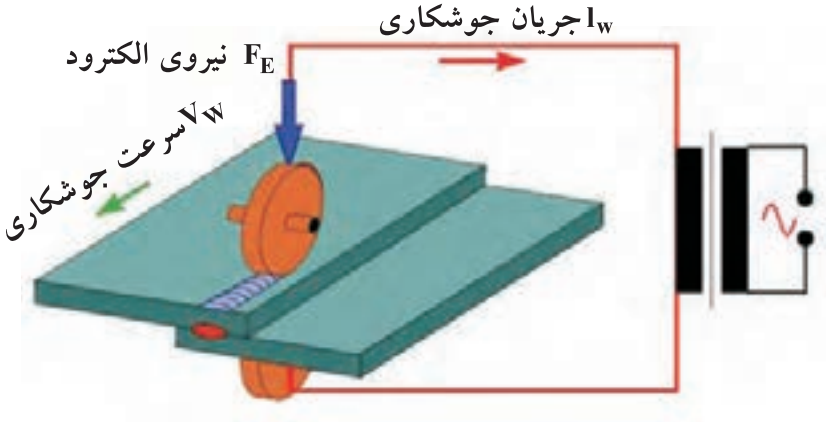
شکل(۱۶-۲)



اجرای جوشکاری نقطه‌ای و اتصّال دو ورق فلزی

هم‌چنین برای اتصال پیوسته لبه ورق‌های فلزی، به کمک فرآیند جوشکاری مقاومتی می‌توان از دستگاه جوشکاری مقاومتی درزی، مطابق شکل (۱۷-۲) استفاده کرد. در اینجا از الکترودهای غلتکی‌شکل استفاده می‌شود که ضمن اعمال فشار، جریان برق با آمپر بالا را به قطعه کار هدایت می‌کنند.

شکل(۱۷-۲)



اجرای درز جوش روی دو ورق فلزی

اجرای جوشکاری مقاومتی از سرعت بالایی برخوردار است و در این فرآیند از ماده مصرفی مثل: سیم جوش یا الکترود مصرفی استفاده نمی‌شود. هم‌چنین فرآیند جوشکاری مقاومتی از قابلیت اتوماسیون بالایی برخوردار می‌باشد و برای جوشکاری ورق‌های بسیار نازک و متوسط عملکرد خوبی دارد. شکل (۱۸-۲) دستگاه جوشکاری مقاومتی درزی را نشان می‌دهد.

شکل(۱۸-۲)

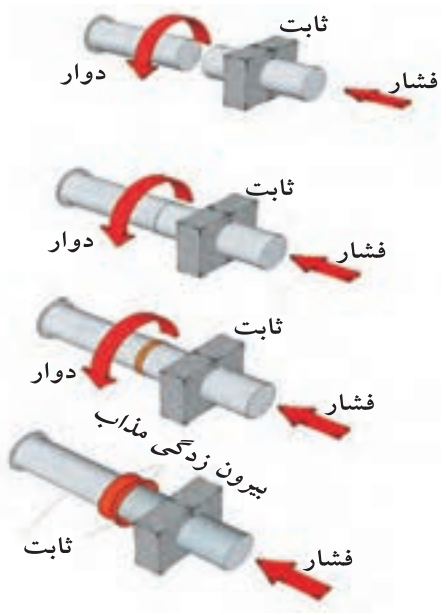
دستگاه جوشکاری مقاومتی درزی جهت اتصال پیوسته لبه ورق‌های فلزی

لازم به ذکر است جوشکاری قطعات بسیار ضخیم و موادی که قابلیت هدایت الکتریکی و حرارتی بالایی دارند مثل: مس و آلومینیوم با این فرآیند مشکل‌تر است. فرآیند جوشکاری مقاومتی در صنایع خودروسازی، کابینت‌سازی، لوازم خانگی کاربرد وسیعی دارد.

۷-۲-۲ جوشکاری اصطکاکی (FW)[1]

اساس فرآیند جوشکاری اصطکاکی درشکل (۱۹-۲) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، ابتدا یکی از قطعات توسط نیروی مکانیکی در جهت فلش به گردش در می‌آید و قطعه دیگر توسط گیره محکم گرفته می‌شود و حرکت ندارد. سپس در اثر تماس فصل مشترک دو قطعه با یکدیگر و وجود اصطکاک بین سطوح تماس، حرارت تولید می‌شود. گرمای تولید شده توسط اصطکاک سطوح تماس را به حالت خمیری درآورده و در نهایت، اعمال فشار همراه با قطع گردش دورانی موجب اتصال دو قطعه به هم می‌شود.

شکل(۱۹-۲)



مراحل اجرای فرآیند جوشکاری اصطکاکی

در شکل(۲۰-۲) میله رزوه شده‌ای که به روش جوشکاری اصطکاکی به یک قطعه فلز تخت جوش داده شده است مشاهده می‌شود.

شکل(۲۰-۲)

نمونه قطعه جوشکاری شده به روش اصطکاکی

۱- Friction Welding

تمرین و تحقیق:

یک جدول به شرح زیر رسم کنید؛

ویژگی‌ها و دامنه کاربرد فرآیندهای جوشکاری مذکور در جدول زیر را با هم مقایسه کنید.

ردیف	فرآیند جوشکاری	ویژگی‌ها	دامنه کاربرد
۱	الکترود دستی		
۲	MIG/MAG		
۳	TIG		
٤	زیر پودری		
٥	مقاومتی		
٦	اصطکاکی		

۳-۲ لحیم کاری[1]

در این روش مذاب فلز با نقطه ذوب کمتر نسبت به فلزات پایه در حد فاصل بین لبه‌های دو قطعه جاری شده و فاصله بین آنها را پر می‌کند.

بنابراین مذاب پس از منجمد شدن به‌صورت ماده واسطه سبب ایجاد جاذبه بین ذرات دو فلز می‌شود که به این روش لحیم‌کاری می‌گویند. لحیم کاری به دو صورت انجام می‌شود؛ یکی لحیم کاری نرم که توسط هویه مطابق شکل (۲۱-۲) صورت می‌گیرد.

شکل(۲۱-۲)

ابزار لحیم کاری نرم

نوع دیگر لحیم کاری، لحیم کاری سخت است که از مذاب فلزات با دمای ذوب بالاتر استفاده می‌شود و به‌طور معمول توسط شعله انجام می‌شود شکل (۲۲-۲). در اینجا برای اینکه ماده مذاب لحیم به‌طور کامل در درز اتصال جاری شود، قطعه کار را قبل از ریختن مذاب لحیم، حرارت می‌دهند تا مذاب بهتر و راحت تر درز اتصال را پرکند.

شکل(۲۲-۲)

اجرای لحیم کاری سخت

۱- Soldoring

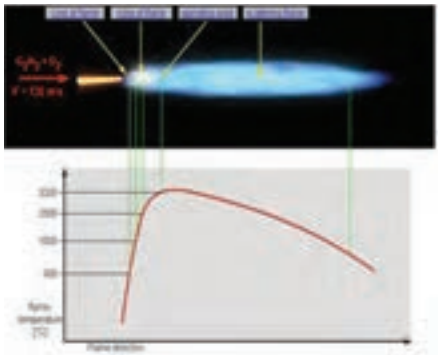
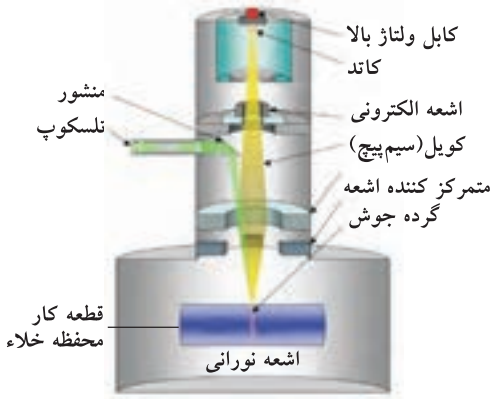
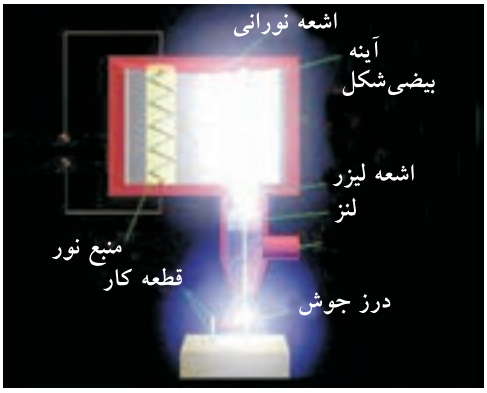
٤-٢ منابع تأمین انرژی در جوشکاری

در روش‌های جوشکاری برای گرم کردن یا ذوب کردن محل تماس دو قطعه و ادغام ذرات دو قطعه در هم از انرژی‌های مختلف استفاده می‌شود که در جدول (۲-۲) منابع انرژی مربوط به فرآیندهای رایج جوشکاری آمده است.

جدول (۲-۲) منابع انرژی مربوط به فرآیندهای رایج جوشکاری

ردیف	نوع انرژی	فرآیند جوشکاری	تصویر فرآیند
۱	انرژی الکتریکی	**جوشکاری قوسی** ایجاد قوس الکتریکی بین الکترود و قطعه کار سبب ایجاد گرمای لازم برای ذوب شدن لبه‌ها در محل تماس قطعه‌های کار و اتصال آنها می‌شود. **جوشکاری مقاومتی** مقاومت الکتریکی بین دو قطعه باعث گرم شدن (خمیری شدن) محل تماس شده و اعمال نیروی مکانیکی از طرفین موجب، جوش خورن دو قطعه به هم می‌شود.	
۲	انرژی مکانیکی	**جوشکاری اصطکاکی** در اینجا اصطکاک و اعمال نیروی مکانیکی نقش اساسی در ایجاد اتصال قطعات فلزی ایفاد می‌نماید. **جوشکاری مقاومتی** اعمال نیروی مکانیکی از طرف الکترودها نقش اساسی در ایجاد نقطه جوش و اتصال قطعات فلزی ایفاد می‌نماید.	

ادامه‌ی جدول(۲-۲) منابع انرژی مربوط به فرآیندهای رایج جوشکاری

۴	انرژی شیمیایی	**جوشکاری ترمیت** گرمای لازم از انرژی حرارتی ناشی از واکنش بین پودر یک فلز فعال با اکسید آهن تامین می‌شود. **جوشکاری اکسی استیلن** گرمای لازم جهت ذوب کردن لبه‌ها و سیم جوش از انرژی حرارتی ناشی از سوختن گاز استیلن با اکسیژن تأمین می‌شود.	 
٤	انرژی پرتو الکترونی	**جوشکاری پرتو الکترونی** دراین فرآیند انرژی لازم برای ذوب لبه‌های قطعه کار از برخورد یک باریکه الکترونی به محل اتصال تامین می‌شود.	
۵	انرژی نورانی	**جوشکاری لیزر** شتاب دادن فوتون‌های نوری در یک دستگاه مخصوص و برخورد نور شتاب داده شده با سطح قطعه کار موجب ایجاد گرما، ذوب و اتصال لبه‌های قطعه کار می‌شود.	

۲-۵ نقاط قوت و ضعف فرآیندهای متداول جوشکاری

هر یک از فرآیندهای جوشکاری دارای یک‌سری ویژگی‌های مخصوص به‌خود می‌باشند که این قابلیت‌ها و خصوصیات باعث می‌شوند درشرایط خاص هر کدام از آنها به عنوان اولویت نخست برای انجام جوشکاری مطرح شوند. لذا در جدول (۳-۲)مقایسه نقاط قوت و ضعف فرآیندهای جوشکاری قوسی متداول آورده شده است.

جدول (۳-۲) مقایسه نقاط قوت و ضعف فرآیندهای جوشکاری متداول در صنعت

فرآیند جوشکاری	نقاط قوت	نقاط ضعف
الکترود دستی	۱- تجهیزات آن ارزان و پیچیدگی زیادی ندارد. ۲- در اکثر محل‌ها و حتی مناطقی که شبکه برق رسانی وجود ندارد امکان پذیر است. ۳- در فضای باز قابل اجرا است.	۱- سرعت جوشکاری پایین است. ۲- تمرکز حرارت قوس جوشکاری پایین است، در نتیجه تلفات حرارتی زیاد است. ۳- هدر رفتن زمان در موقع تعویض الکترود ٤-بخشی از الکترود جوشکاری (قسمت‌های انتهای الکترود) دور زیر می‌شود ۵- قابلیت اتومات شدن ندارد. ٦- به‌دلیل وجود سرباره لازم است، بعد از اجرای هر پاس جوشکاری، عملیات تمیزکاری صورت پذیرد.
MIG/MAG	۱- سرعت جوشکاری بالا است، چون نیازی به توقف کار برای تعویض الکترود نداریم. ۲- بدلیل عدم تشکیل سرباره روی فلز جوش نیاز به عملیات تمیزکاری نیست و یا کمتر است. ۳- تمرکز قوس نسبت به فرآیند الکترود دستی بالاتر است لذا تلفات حرارتی کمتر می‌باشد ٤- در قطعات مختلف فلزی با ضخامت‌های متفاوت کاربرد دارد. ۵- قابلیت اتوماسیون وجود دارد.	۱- قیمت تجهیزات نسبت به فرآیند الکترود دستی گران‌تر است. ۲- امکان جوشکاری مطلوب درمقابل جریان باد وجود ندارد.

ادامه‌ی جدول (۳-۲) مقایسه نقاط قوت و ضعف فرآیندهای جوشکاری متداول در صنعت		
TIG	۱- سرعت جوشکاری بالا است، چون نیازی به توقف کار برای تعویض الکترود نداریم. ۲- بدلیل عدم تشکیل سرباره روی فلز جوش نیاز به عملیات تمیزکاری نیست و یا کمتر است. ۳- تمرکز قوس نسبت به فرآیند الکترود دستی بالاتر است لذا تلفات حرارتی کمتر می‌باشد. ٤- در قطعات مختلف فلزی با ضخامت‌های متفاوت کاربرد دارد. ٥- قابلیت اتوماسیون وجود دارد.	۱- سرعت جوشکاری پایین است ۲- به مهارت بالایی نیاز است. ۳- هزینه تجهیزات به نسبت بالا است. ٤- امکان جوشکاری در مقابل جریان باد وجود ندارد.
مقاومتی	۱- نیازی به مواد سرباره ساز یا فلز پرکننده مثل الکترود و سیم جوش نیست. ۲- سرعت جوشکاری بسیار بالا است ۳- منطقه حرارت دیده کوچک است. ٤- برای تولید انبوه سازه‌های صنعتی بسیار خوب و اقتصادی است. ٥- قابلیت اتوماسیون بالایی دارد. ٦- برای جوش‌کاری ورق‌های نازک مناسب است. ۷- آلودگی ناشی از دود، گاز و سرباره وجود ندارد (بسیارکم است). ۸- امکان جوشکاری در جریان باد هم وجود دارد.	۱- درخصوص فلزات با هدایت حرارتی بالا قابلیت کاربرد کمتری دارد. ۲- جوش‌کاری ورق‌های خیلی ضخیم مشکل است.

آزمون پایانی

۱- چسب جزء کدام دسته از فرآیندهای اتصال مواد صنعتی قرار می‌گیرد؟

الف) دائم ب) موقت

۲- کدام فرآیند در ردیف جوشکاری‌های ذوبی به حساب نمی‌آید؟

الف) جوشکاری با شعله گاز

ب) جوش مقاومتی

ج) جوشکاری با الکترود روپوش‌دار

د) جوشکاری با الکترود مصرفی تحت پوشش گاز CO_2

۳- کدام یک از فرآیندهای جوشکاری در یک دسته قرار نمی‌گیرند ؟

الف) اکسی استیلن و الکترود دستی ب) جوشکاری مقاومتی و اصطکاکی

ج) جوش لیزر، پرتو الکترونی و مقاومتی د) جوشکاری TIG و MIG/MAG

٤- در جوشکاری زیرپودری از چه انرژی برای ذوب لبه‌ها استفاده می‌شود؟

الف) گاز سوختنی ب) اصطکاک

ج) قوس الکتریکی د) پرتو الکترونی

۵- در کدام فرآیند جوشکاری الکترود غیرمصرفی است؟

الف) جوشکاری TIG ب) MIG-MAG

ج) الکترود روپوش‌دار د) زیرپودری

٦- امکان کدام روش جوشکاری در هوای آزاد که کمی باد هم می‌ورزد، مجاز است؟

الف) TIG ب) MIG/MAG ج) SMAW د) هیچکدام

۷- کدام روش جوشکاری بدون جرقه و پاشش ذرات است؟

الف) SMAW ب) MAG ج) MIG د) TIG

۸- در فرآیندهای جوشکاری قوسی حفاظت چگونه صورت می‌گیرد؟

الف) جایگزین کردن یک گاز مناسب بجای اتمسفر

ب) حذف کلیه گازها از منطقه ذوب

ج) ایجاد گرما برای دور کردن اتمسفر

د) گرم کردن هوای منطقه ذوب

۹- در کدام روش جوشکاری عمل حفاظت با پودر صورت می‌گیرد؟

الف) جوشکاری آرگن

ب) نقطه جوش

ج) زیرپودری

د) جوشکاری CO_2

۱۰- کدام فرآیند از نرخ رسوب بالاتری برخوردار است؟

الف) الکترود روپوش‌دار

ب) زیرپودری

ج) MIG/MAG یا GMAW

د) GTAW یا TIG

۱۱- در کدام فرآیند جوشکاری الکترود مصرف نمی‌شود؟

الف) TIG

ب) MIG

ج) SMAW

د) SAW

۱۲- در فرآیندهای جوشکاری MIG و TIG از کدام گاز محافظ استفاده نمی‌شود؟

الف) Ar

ب) CO_2

ج) He

د) Ar+ He

۱۳- کدام فرآیند در ردیف جوشکاری‌های ذوبی قرار ندارد؟

الف) SAW

ب) SMAW

ج) RW

د) MIG/MAG

۱۴- در کدام فرآیند امکان جوشکاری بدون سیم جوش (مفتول) وجود دارد؟

الف) SMAW

ب) MIG/MAG

ج) TIG

د) SAW

فصل

۳

الکتریسیته و اثرات آن

عنوان توانایی	زمان آموزش (ساعت)	
	نظری	عملی
آشنایی با طبیعت الکتریسیته و روش اصلی تولید آن آشنایی با نحوه انتقال جریان الکتریسیته از نیروگاه به کارگاه آشنایی با مفاهیم ولتاژ، جریان و مقاومت آشنایی با توان الکتریکی آشنایی با اثرات گرمایی الکتریسته آشنایی با اثرات فیزیکی الکتریسیته	۲	–

فراگیرنده پس از پایان این درس باید بتواند

۱ روش‌های مهم تولید الکتریسیته را بیان کند

۲ کمیت‌های اصلی جریان الکتریکی را معرفی نماید

۳ آثار جریان الکتریسیته را بیان کند

۴ ماهیت الکتریسیته را تشریح نماید

۵ روابط حاکم بین کمیت‌های جریان الکتریسیته را بیان کند

نمونه سؤالات پیش آزمون

۱- اجزاء تشکیل دهنده ساختمان اتم چیست؟

۲- محل استقرارالکترون‌ها در ساختار اتم کجا است؟

۳- هدایت الکتریسیته مربوط به کدام دسته از الکترون‌ها است؟

٤- روش‌های مختلف تولید جریان الکتریسیته را نام ببرید؟

٥- مواد از نظر هدایت الکتریکی به چند دسته تقسیم می‌شوند؟

٦- مواردی از کاربرد جریان الکتریسیته را در صنعت بیان کنید؟

۱-۳ مقدمه

امروزه انرژی الکتریسیته به‌عنوان مهم‌ترین منبع انرژی نقش اساسی در زندگی روزمره ما ایفا می‌کند. با نگاهی به اطراف خود درمی‌یابیم که اکثر وسایل خانگی و صنعتی با انرژی الکتریسیته کار می‌کنند. شکل (۱-۳) بعضی از کاربردهای انرژی الکتریکی را نشان می‌دهد.

شکل(۱-۳)

برخی از کاربردهای انرژی الکتریکی در زندگی روزمره

با این وجود اغراق نیست اگر بگوییم بدون وجود انرژی الکتریکی تقریباً تمام فعالیت‌های صنعتی مختل می‌شود. یکی از کاربردهای مهم انرژی الکتریسیته در فرآیندهای جوشکاری و اتصال مواد است که از آن به طور معمول در فرآیندهای جوشکاری قوسی برای ایجاد گرما از طریق تشکیل قوس جهت ذوب کردن الکترود و فلز پایه استفاده می‌شود.

بنابراین برای پرسنل جوشکار ضروری است به منظور استفاده بهتر از انرژی الکتریسیته و نیز رعایت مسائل ایمنی در کارگاه با ماهیت و چگونگی تولید این انرژی، مفاهیم و اثرات انرژی الکتریسیته و نیز دستگاه‌ها و تجهیزات مصرف‌کننده انرژی الکتریکی آشنا شوند.

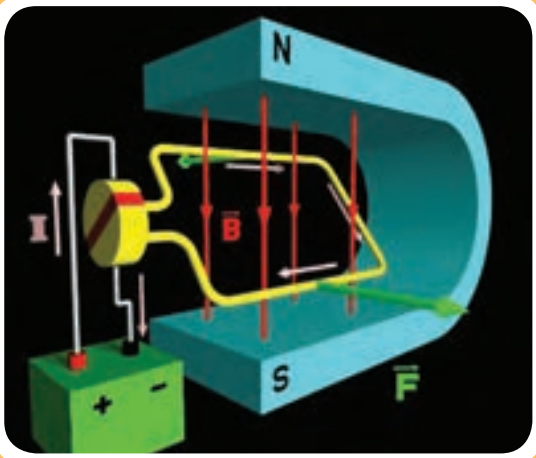
در دروس علوم تجربی دوره راهنمایی و فیزیک و شیمی سال اول دوره متوسطه تا حدودی به مفاهیم اولیه مرتبط با انرژی الکتریسیته و برخی از روش‌های تولید انرژی الکتریکی پرداخته شده است. لذا در این بخش به صورت مختصر ضمن تشرح ماهیت و روش اصلی تولید الکتریسیته با مفهوم ولتاژ، جریان، مقاومت، توان و نیز اثرات فیزیکی و گرمایی آن که برای حرفه جوشکاری مهم است، بیشتر آشنا می‌شویم.

۲-۳ طبیعت الکتریسیته و روش اصلی تولید آن

ماهیت الکتریسته چیزی جز جابه‌جایی یا جریان الکترون‌ها در ماده نیست و این جابه‌جایی یا حرکت در مواد هادی جریان الکتریسیته امکان‌پذیر است. در کتاب فیزیک با ساختمان اتم و الکترون به عنوان کوچکترین جزء ماده و یکی از اجزاء تشکیل دهنده آن و نیز شرایط نقل و انتقال یا جاری شدن الکترون‌ها در ساختار مواد آشنا شدیم. لذا در این قسمت به معرفی مختصر روش اصلی تولید الکتریسیته در صنعت که بوسیله نیروی مغناطیس است، می‌پردازیم.

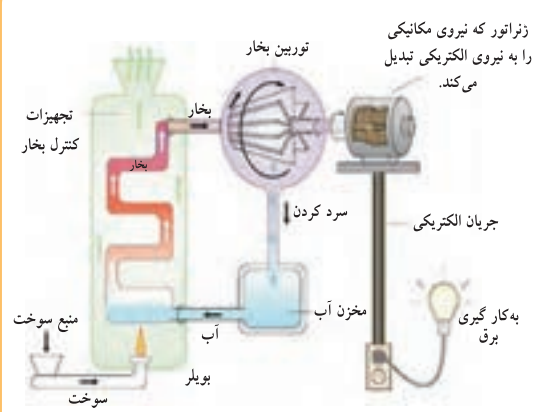
همه ما با آهن‌ربا آشنا هستیم، آهن‌ربا دارای دو قطب است. چنانچه قطب‌های هم‌نام به هم نزدیک شوند، یکدیگر را دفع می‌کنند و بر عکس، اگر قطب‌های غیر هم‌نام به یک‌دیگر نزدیک شوند، هم‌دیگر را جذب می‌کنند . علت این موضوع نیروی حاصل از میدان مغناطیسی است که بر یک‌دیگر اثر می‌کند. حال چنانچه یک سیم مسی را مطابق شکل(۲-۳) داخل چنین میدان مغناطیسی قرار دهیم باعث حرکت الکترون‌های داخل سیم می‌شود که در یک جهت به حرکت در می‌آیند.

شکل (۲-۳)



تولید الکتریسیته جاری به روش الکترومغناطیس

شکل (۳-۳)



تولید الکتریسیته جاری در نیروگاه‌های حرارتی

این روش اساس تولید الکتریسیته در ژنراتورهای الکتریکی است که به عنوان مهم‌ترین روش تولید الکتریسیته جاری به شمار می‌رود. در شکل‌های (۳-۳ و ٤-۳ و ٥-۳) سه نوع نیروگاه تولید جریان الکتریسیته براساس روش الکترومغناطیسی نشان داده شده است.

شکل (۳-۴)

تولید الکتریسیته جاری در نیروگاه‌های آبی

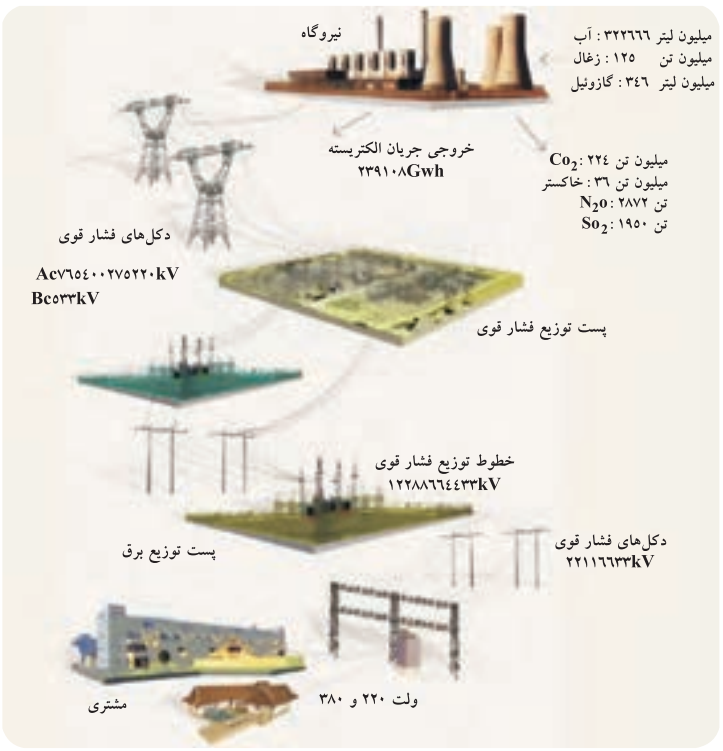
شکل (۳-۵)

تولید الکتریسیته جاری در نیروگاه‌های بادی

۳-۳ انتقال جریان الکتریسیته از نیروگاه تا واحدهای مصرف کننده

جریان الکتریکی تولید شده بر اساس روش الکترومغناطیسی در انواع مختلف نیروگاه‌ها مثل: نیروگاه‌های آبی، بخار، گازی، سیکل ترکیبی، بادی، خورشیدی، هسته‌ای و غیره، پس از انتقال به صدها و یا هزاران کیلومتر دورتر به واحدهای مصرف کننده صنعتی و خانگی می‌رسد(شکل ٦-۳).

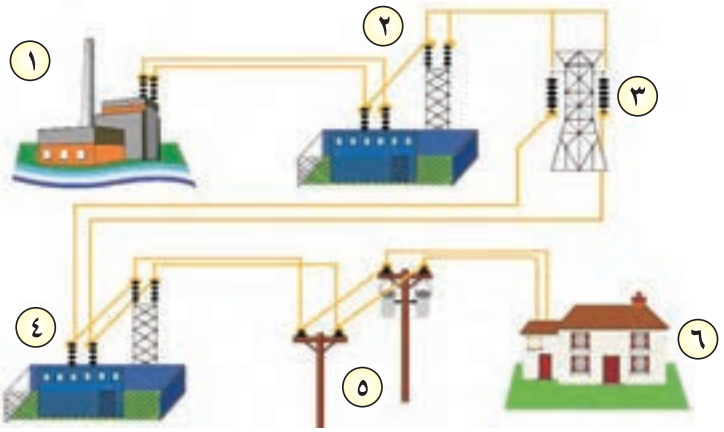
شکل (۳-۶)



مراحل تولید و انتقال جریان الکتریسیته به واحدهای مصرفی

به‌طور معمول در طول مسیر انتقال انرژی الکتریکی از نیروگاه تا واحدهای مصرف کننده حداقل شش بخش اصلی وجود دارد که در شکل(۷-۳) این قسمت‌ها نشان داده شده است.

شکل (۷-۳)



واحد ۱- نیروگاه تولید جریان الکتریسیته
واحد ۲- ایستگاه تقویت ولتاژ جریان الکتریسیته که در مجاورت نیروگاه قرار دارد
واحد ۳- خطوط انتقال جریان فشار قوی (ولتاژ بالا)
واحد ۴- ایستگاه تقلیل ولتاژ جریان الکتریسیته که در نزدیکی واحدهای مصرف کننده قرار دارند
واحد ۵- شبکه توزیع برق بین واحدهای مصرف کننده
واحد ۶- واحدهای مصرف کننده جریان الکتریسیته

واحدهای مختلف موجود در مسیر تولید تا مصرف جریان الکتریسیته

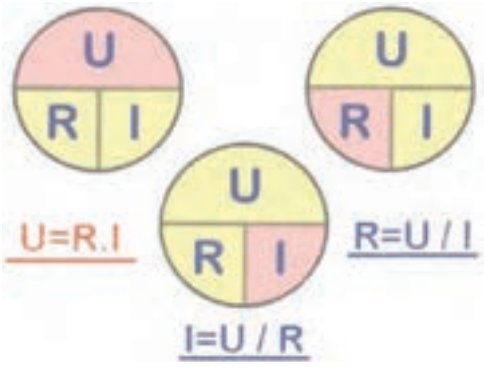
٤-۳- کمیت‌های جریان الکتریکی

کمیت‌های اصلی جریان الکتریکی عبارت است از:

۱- شدت جریان الکتریکی ۲- مقاومت الکتریکی ۳- ولتاژ یا اختلاف سطح الکتریکی

روابط ریاضی حاکم بین سه کمیت اصلی جریان الکتریکی در شکل(۸-۳) نشان داده شده است.

شکل (۸-۳)

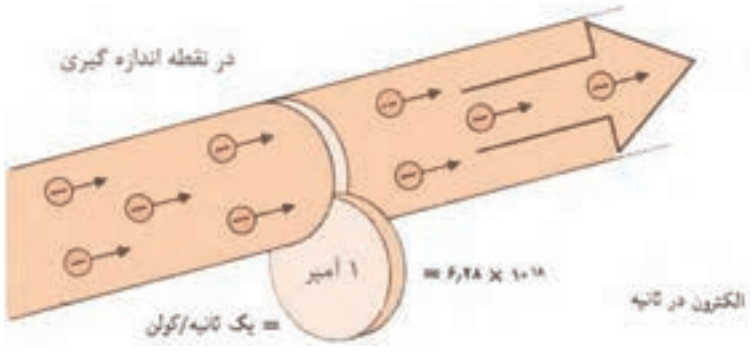


کمیت‌های جریان الکتریکی و روابط ریاضی حاکم بین آنها

۱-٤-۳ شدت جریان الکتریکی

بنا به تعریف مقدار الکترون‌های آزادی که از سطح مقطع سیم در زمان معینی عبور می‌کنند، شدت جریان الکتریکی گویند. شدت جریان الکتریکی را با حرف (I) نشان می‌دهند که بر حسب آمپر (A) سنجیده می‌شود. مطابق شکل (۹-۳) یک آمپر شدت جریانی است که در اثر عبور $۶/۸۲\times۱۰^{۱۸}$ الکترون در واحد زمان (یک ثانیه) از سطح مقطع سیم عبور می‌کند.

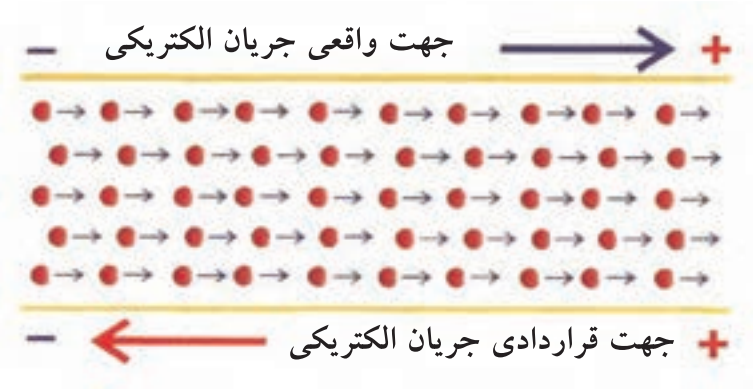
شکل (۹-۳)



سطح مقطع فرضی در سیم حامل جریان الکتریکی

در مدارهای الکتریکی برای اندازه‌گیری شدت جریان از وسیله‌ای به نام آمپرسنج استفاده می‌شود. هم‌چنین با توجه به اینکه عامل ایجاد جریان الکتریکی الکترون‌های دارای بار منفی هستند لذا جهت واقعی جریان الکتریکی از قطب منفی به طرف قطب مثبت است شکل(۱۰-۳). ولی بر حسب قرارداد، جهت جریان الکتریکی در مدارها از قطب مثبت به‌طرف منفی درنظر گرفته می‌شود.

شکل (۱۰-۳)



جهت حرکت واقعی الکترون‌ها و جهت قراردادی جریان الکتریکی

۲-٤-۳- ولتاژ

ولتاژ یا اختلاف سطح الکتریکی با حرف V یا U نشان داده می‌شود و واحد آن ولت است که نیروی محرکه ایجاد جریان الکتریکی و حرکت الکترون‌ها در مدار الکتریکی به‌حساب می‌آید و برای سنجش آن از وسیله‌ای به نام ولت‌متر استفاده می‌شود. شکل(۱۱-۳) رابطه بین کمیت ولتاژ با کمیت‌های مقاومت و شدت جریان الکتریکی را نشان می‌دهد.

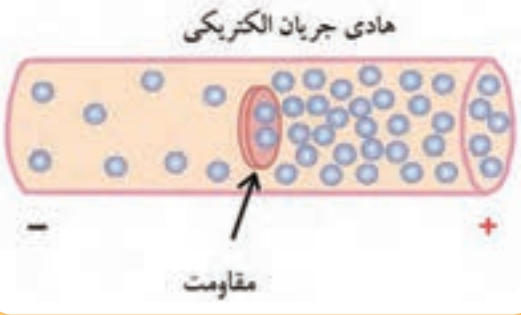
شکل (۱۱-۳)

رابطه بین ولتاژ با شدت جریان و مقاومت الکتریکی

۳-٤-۳ مقاومت الکتریکی

به‌طور کلی خاصیت مخالفت در برابر عبور جریان الکتریکی مقاومت نامیده می‌شود که آن را با حروف (R) نشان می‌دهند و واحد سنجش آن اهم است که با علامت (Ω) نشان داده می‌شود (شکل ۱۲-۳).

شکل (۱۲-۳)



مقاومت الکتریکی با حرکت الکترون‌ها مخالفت می‌کند.

طبق تعریف: یک اهم مقاومتی است که تحت اختلاف پتانسیل یک ولت، شدت جریانی معادل یک آمپر از مدار عبور می‌کند . مطابق شکل(۱۳-۳) برای سنجش مقاومت در یک مدار الکتریکی از وسیله‌ای به نام اهم‌متر استفاده می‌شود.

شکل (۱۳-۳)

اهم‌متر عقربه‌ای یا آنالوگ

اهم‌متر دیجیتال

اندازه گیری مقاومت مدار الکتریکی به‌وسیله اهم‌متر

لازم به یاد آوری است که مقدار مقاومت سیم با طول آن رابطه مستقیم ولی با سطح مقطع آن رابطه عکس دارد. از این رو توصیه می‌شود کابل‌های جوشکاری دارای طول حداقل و قطورتر انتخاب شوند.

٤-٤-٣- توان الکتریکی

در حالت کلی کار انجام شده در واحد زمان توان نامیده می‌شود که آن را با حرف P نشان می‌دهند و واحد آن وات(W) است. در یک مدار الکتریکی توان برابر است با حاصل‌ضرب شدت جریان در اختلاف پتانسیل الکتریکی یا ولتاژ: (P=I.V)

با این تعریف اگر در ولتاژ معادل یک ولت، شدت جریان معادل یک آمپر از مدار عبور کند توان مدار در چنین حالتی برابر یک وات می‌باشد.

دستگاه‌ها و ماشین‌هایی که از انرژی الکتریسیته استفاده می‌کنند، بسته به نوع کار و ظرفیت کاری که دارند، مقدار متفاوتی از انرژی الکتریسیته را به انرژی‌های دیگر تبدیل می‌کنند، که به توان مصرفی دستگاه معروف است و بر حسب کیلو ولت آمپر(KVA)یا کیلو وات (KW)بیان می‌شود .

از طرفی مقدار کاری که دستگاه‌ها در واحد زمان انجام می‌دهند توان مفید نامیده می‌شود. در ماشین‌ها و دستگاه‌های مصرف کننده جریان الکتریکی هیچ‌گاه توان مصرفی با توان مفید برابر نیست زیرا مقداری از انرژی مصرفی به دلیل مقاومت‌های موجود در مدار به صورت گرما هدر می‌رود.

تلفات توان ناشی از وجود مقاومت مدار را می‌توان از رابطه $P=RI^2$ محاسبه کرد. در این رابطه R مقاومت مدار الکتریکی بر حسب اهم و I شدت جریان عبوری بر حسب آمپر است. بنابراین کاهش تلفات توان از دو طریق امکان پذیر است:

۱- کم کردن شدت جریان

۲- کم کردن مقاومت مدار

۵-۳ آثار جریان الکتریکی

انرژی الکتریسیته هم می‌تواند اثرات شیمیایی، مکانیکی، گرمایی، نوری و مغناطیسی داشته باشد. که در جدول (۱-۳) به آنها اشاره شده است.

جدول (۱-۳) آثار جریان الکتریکی در صنعت			
ردیف	نوع اثر	توضیح	کاربرد
۱	گرمایی	در بسیاری از وسایل مورد استفاده در زندگی روزمره و صنعتی به‌صورت هدفمند از انرژی الکتریسیته برای تولید گرما استفاده می‌شود. ضمن اینکه در هر مدار الکتریکی متناسب با میزان مقاومت مدار، مقداری از انرژی الکتریکی جاری نیز، به‌صورت ناخواسته به گرما تبدیل می‌شود و جزء تلفات محسوب می‌شود.	بخاری برقی، اتوی برقی ماشین‌لباسشویی‌وظرفشویی، آب‌گرمکن برقی، دستگاه جوشکاری قوسی و غیره
۲	نور	همه ما با لامپ‌های روشنایی معمولی(رشته‌ای) آشنا هستیم که در آن رشته ظریف تنگستنی به‌دلیل مقاومت بالا در برابر عبور جریان الکتریسیته به شدت گرم می‌شود و نور زرد متمایل به سفید تولید می‌کند. در مقابل وسایل دیگری هم وجود دارند که با مقاومت کم، انرژی الکتریسیته را به انرژی نورانی تبدیل می‌کنند.	لامپ مهتابی، لامپ‌های کم مصرف، لامپ‌های فلورسنت، لامپ تلوزیون، صفحات نمایشگر و غیره
۳	مکانیکی	بسیاری از وسایل و دستگاه‌هایی که در زندگی روزمره و یا در کارگاه‌های صنعتی با نیروی برق کار می‌کنند در حقیقت برای انجام کار انرژی الکتریسیته را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند	دستگاه‌های برشکاری برقی (اره، قیچی، گیوتین و...)، دستگاه‌های جوشکاری (مقاومتی و اصطکاکی) سنگ زنی، چرخ گوشت، پمپ، جارو برقی (به‌طور کلی موتورهای الکتریکی)
٤	شیمیایی	گاهی از انرژی الکتریسیته برای انجام فعل و انفعال الکتروشیمیایی استفاده می شود	فرآیندهای الکترولیز (مثل: تجزیه شیمیایی آب به اکسیژن و هیدروژن) و باتری‌های خشک و اسیدی
۵	مغناطیسی	در بسیاری از وسایل صوتی و تصویری و آهنرباهای الکتریکی از جریان الکتریسیته برای تولید میدان مغناطیسی استفاده می‌شود.	میکروفون، بلندگو، آهن‌ربا

نمونه سؤالات آزمون پایانی

۱- الکتریسیته به کدام‌یک از اجزاء تشکیل دهنده ساختمان اتم مربوط می‌شود؟

۲- روش اصلی تولید الکتریسیته چیست؟

۳- تفاوت الکتریسیته ساکن و جاری را توضیح دهید؟

٤- سه نوع نیروگاه تولید الکتریسیته جاری را نام ببرید؟

۵- در حد فاصل بین نیروگاه‌های تولید جریان الکتریکی و واحدهای مصرف‌کننده چه واحدهای دیگری وجود دارند؟

٦- کمیت‌های جریان الکتریکی را نام ببرید؟

۷- روابط بین کمیت‌های جریان الکتریکی را بیان کنید؟

۸- مواد هادی جریان الکتریسیته و عایق چه تفاوتی دارند؟

۹- توان الکتریکی چیست؟

۱۰- آثار جریان الکتریکی را بنویسید؟

۱۱- تلفات توان الکتریکی ناشی از چه چیزی است؟

۱۲- چگونه می‌توان تلفات توان الکتریکی را کاهش دهیم؟

فصل

۴

استفاده از الکتریسیته در جوشکاری قوسی

عنوان توانایی	زمان آموزش (ساعت)	
	نظری	عملی
آشنایی با طبیعت قوس الکتریکی آشنایی با قوس الکتریکی آشنایی با قدرت قوس آشنایی با الکترود جوشکاری آشنایی با اصول انتقال فلز در محل فلز جوش آشنایی با تشعشعات قوس و بخارات فلزی آشنایی با اصول تشکیل فلز جوش	۲	۱

فراگیرنده پس از پایان این درس باید بتواند

۱ چند کاربرد قوس الکتریکی را در زندگی روزمره بیان کند.

۲ چگونگی ایجاد قوس الکتریکی را در جوشکاری بیان کند.

۳ گاز یونیزه و چگونگی یونیزه شدن آن را بیان نماید.

۴ نقش الکترودهای جوشکاری را بیان کند.

۵ روش‌های مختلف انتقال مذاب از الکترود به قطعه کار را توضیح دهد.

۶ اشعه‌های حاصل از قوس الکتریکی را معرفی کند.

۷ چگونگی تشکیل فلز جوش را بیان نماید.

نمونه سؤالات پیش آزمون

۱- کدام‌یک از شرایط زیر مشابه رعد و برق در آسمان است؟

الف) موقع به سنگ زدن فلزات

ب) جرقه فندک اجاق گاز موقع روشن کردن گاز با فندک اجاق

ج) جرقه شمع در اتومبیل برای انفجار مخلوط هوا و بنزین

د) گزینه‌های ب و ج درست است.

۲- در شرایط عادی به ترتیب کدام‌یک از گازها به صورت اتمی و مولکولی وجود دارند؟

الف) آرگون- اکسیژن

ب) نیتروژن- هلیوم

ج) اکسیژن-ازت

د) هیدروژن- اکسیژن

۳- ترکیب روپوش الکترودها از چه جنسی است؟

الف) براده فلزات

ب) ترکیبات مختلف غیرفلزی

ج) ترکیبات فلزی و غیرفلزی

د) ترکیبات مختلف فلزی

٤- دمای قوس در جوشکاری قوس الکترود دستی نسبت به نقطه ذوب فولاد ..... است.

الف) بیشتر

ب) خیلی بیشتر

ج) مساوی

د) کمتر

۵- چرا به قوس جوشکاری نمی‌توان نگاه کرد؟

الف) نور شدید دارد

ب) اشعه‌های غیر مرئی و نور مرئی زیادی تولید می‌شود

ج) نور و حرارت زیادی تولید می‌شود

د) نور ناگهانی تولید می‌شود

٦- دودی که در حین جوشکاری قوس الکترودستی به وجود می‌آید ناشی از چیست؟

الف) سوختن مغز الکترود

ب) سوختن روپوش الکترود

ج) سوختن هوای اطراف قوس جوشکاری

د) تمام موارد ذکر شده

۱-٤ آشنایی با طبیعت قوس الکتریکی

همه ما پدیده رعد و برق را در آسمان وقتی که هوا بارانی است به‌خاطر داریم(شکل ۱-٤). رعد و برق صدای مهیب ، نور شدید و خیره کننده‌ای دارد. در حقیقت این پدیده حاصل تخلیه بار الکتریکی بین دو توده ابر است. به‌عبارت دیگر تجمع مقدار زیادی الکترون در یک توده ابر و تخلیه این الکترون‌ها در توده ابر مجاور طی لحظه کوتاهی موجب ایجاد نور زیاد و صدای شدید می‌شود. بنابراین اساس کارتخلیه بار الکتریکی بین دو سطح دارای اختلاف پتانسیل است.

شکل(۱-۴)

تخلیه بار الکتریکی بین دو توده ابر سبب ایجاد رعد و برق می‌شود.

امروزه از قوس الکتریکی در زندگی روزمره در موارد زیادی به‌عنوان آتش زنه مثل: اجاق‌های گاز خانگی، فندک‌های دستی و نیز در بخاری‌های گازی برای روشن کردن شعله استفاده می‌شود.

۲-٤ قوس الکتریکی در جوشکاری

همان‌طور که گفته شد وقتی تخلیه بار الکتریکی یا جابه‌جایی سریع الکترون‌ها بین دو قطب مثبت و منفی صورت می‌پذیرد، قوس الکتریکی ایجاد می‌شود. در این شرایط الکترون‌ها در یک فضای گازی از یک قطب به قطب دیگر جهش می‌کنند و نور، حرارت و صدا تولید می‌شود که به آن قوس الکتریکی می‌گویند.

شکل(۲-۴)

تخلیه بار الکتریکی بین نوک الکترودو سطح قطعه کار سبب ایجاد قوس می‌شود.

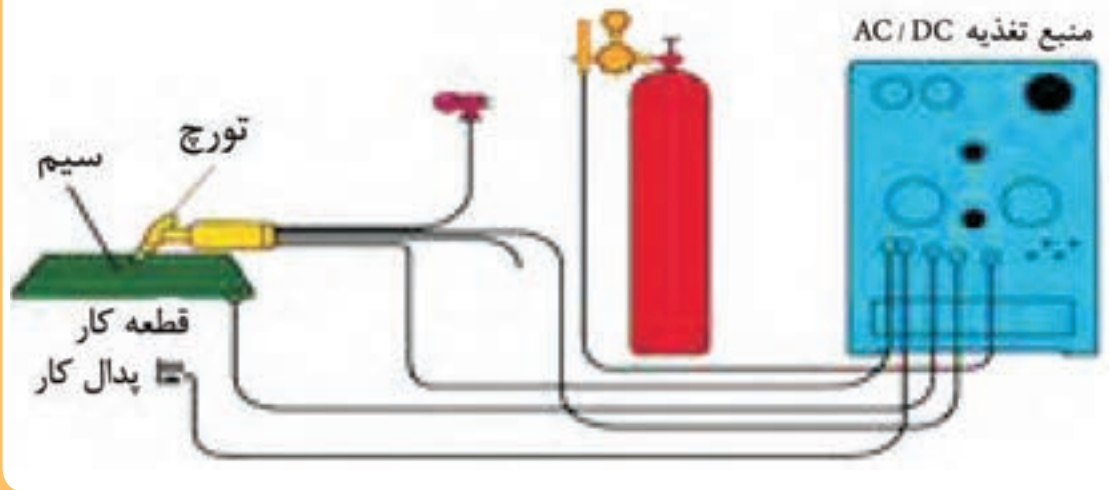
به زبان علمی‌تر تخلیه بار الکتریکی بین دو قطب مثبت و منفی در فضای گاز یونیزه شده[1] قوس الکتریکی نامیده می‌شود. در فرآیندهای جوشکاری‌های قوسی برای ذوب کردن لبه‌های فلز پایه و ماده فلزی پرکننده درز اتصال از گرمای قوس الکتریکی استفاده می‌شود. شکل(۲-٤) قوس الکتریکی را در فرآیند جوشکاری با الکترود روپوش‌دار نشان می‌دهد.

در فرآیندهای جوشکاری قوسی تخلیه الکتریکی بین دو قطب جریان (الکترود و قطعه کار) موجب تشکیل قوس می‌شود که از طرف نوک الکترود به طرف سطح قطعه کار یا درز اتصال می‌وزد. بر این اساس در فرآیندهای متداول جوشکاری دو نوع قوس الکتریکی وجود دارد

الف- ایجاد قوس الکتریکی بین الکترود مصرف نشدنی و قطعه کار

در این حالت انتقال مذاب از الکترود به قطعه کار صورت نمی‌گیرد مثل: فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود تنگستن تحت پوشش گاز محافظ که در شکل (۳-٤) نمای شماتیک فرآیند مذکور نشان داده شده است.

شکل(۳-۴)



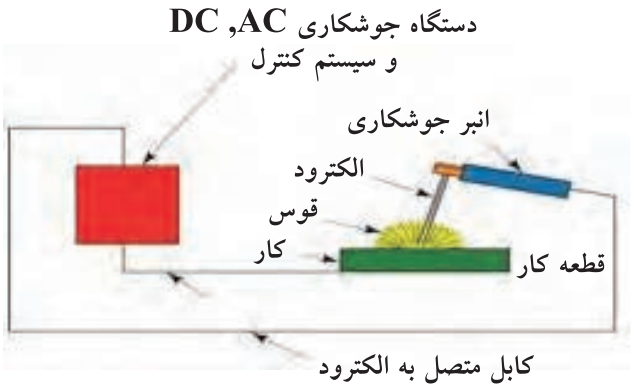
در فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود تنگستنی، الکترود ذوب نمی‌شود

۱- گاز یونیزه گازی است که اجزاء تشکیل دهنده آن باردار هستند. این حالت در شرایط قوس جوشکاری بدلیل یونیزه شدن اتم‌ها و مولکول‌های گازی در اثر دمای بالای قوس الکتریکی ایجاد می‌شود.

ب- ایجـاد قـوس الکتریکی بین الکترود مصرف شدنی و قطعه کار

در این حالت مطابق شکل (٤-٤) مذاب جدا شده از الکترود طول قوس را طی می‌کند و به قطعه کار منتقل می‌شود. مثل: فرآیندهای جوشکاری قوس الکترود دستی، MIG/MAG و زیر پودری.

شکل(۴-۴)



ایجاد قوس در اثر تخلیه بار الکتریکی بین نوک الکترود رو پوش‌دار و سطح قطعه کار

۳-٤ قدرت قوس در جوشکاری

دمای قوس در فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود تنگستن تا حدود ۲۰/۰۰۰ درجه سانتیگراد و در فرآیند جوشکاری قوس با الکترود روپوش‌دار تا حدود ٦۰۰۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. این دما قادر است ترکیبات فلزی و غیر فلزی را به اتم‌های تشکیل دهنده آن تجزیه کند و یا یونیزه نماید.

یاد آوری می‌شود که مرکز ستون قوس بالاترین درجه حرارت را دارا می‌باشد و هرچه از مرکز دور شویم، دما کاهش پیدا می‌کند. با این شرایط می‌توان گفت در مرکز قوس مقداری بخار فلز نیز تشکیل می‌شود که در تماس با الکترون‌های جاری در ستون قوس باعث یونیزه شدن اتم‌های فلزی می‌شود و به آن پلاسمای فلزی می‌گویند. در ستون قوس جوشکاری چون الکترون‌ها از قطب منفی به قطب مثبت منتقل می‌شوند، بنابراین برخورد الکترون‌ها به قطب مثبت باعث تولید حرارت می‌شود از این رو در قطب مثبت گرمای بیشتری توزیع می‌شود. از حرارت تولید شده در قوس، حدود ٦۰ تا ۷۰ درصد صرف گرم شدن و ذوب شدن الکترود و فلز پایه می‌شود و بقیه به صورت‌های مختلف زیر تلف می‌شود:

الف- اشعه‌های مرئی و نامرئی قوس

ب- جابه‌جایی بوسیله گازهای موجود در قوس

ج- تشعشع حرارتی

د- ذوب پوشش الکترود

۱-۳-٤ نیروهای موجود در قوس

در قوس الکتریکی نیروهایی مختلفی مانند: نیروی الکترومغناطیسی و نیروی هیدرودینامیک (در اثر وجود میدان الکترومغناطیسی و حرکت گازها در ستون قوس) وجود دارند که باعث می‌شوند مذاب از الکترود جدا شده و به قطعه کار منتقل شود. در جوشکاری حالت‌های عمودی یا سقفی نقش این نیروها کاملاً مشهود است و جهت این نیروها به طور معمول از طرف نوک الکترود به طرف سطح قطعه کار می‌باشد. به این ترتیب نیروهای فوق در ستون قوس باعث راندن مذاب و سرباره الکترود به طرف جلو قوس می‌شوند و به عملیات جوشکاری کمک می‌کنند.

٤-٤ الکترودهای جوشکاری

به‌طور کلی الکترود به میله‌ای گفته می‌شود که هادی جریان الکتریسیته باشد و جریان برق از آن عبور کند. الکترودهای مربوط به فرآیند جوشکاری قوسی با الکترود روپوش‌دار که در شکل(٥-٤) نشان داده شده است از دو قسمت تشکیل شده‌اند.

شکل(٥-۴)

الکترودهای مورد استفاده در فرآیند جوشکاری قوس الکترودددستی

۱-٤-٤ میله فلزی

وظیفه آن هدایت جریان الکتریکی، تشکیل، تداوم و پایداری قوس است که از آن به عنوان ماده پرکننده درز اتصال یکپارچگی قطعات نیز استفاده می‌گردد.

۲-٤-٤ روپوش الکترود

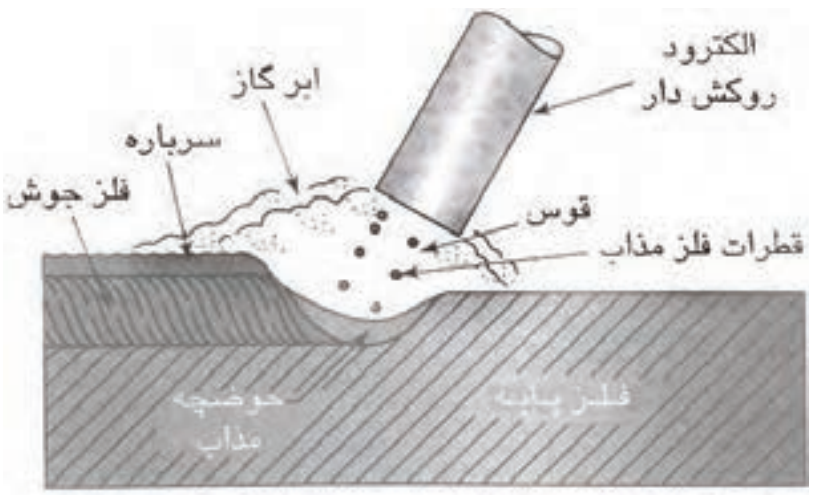
وظیفه روپوش الکترود ایجاد فضای گازی مناسب در قوس و اطراف آن است، به‌طوری‌که در اثر ذوب یا تجزیه شدن از طریق تشکیل فضای گازی یونیزه ضمن کمک به تشکیل و پایداری قوس، حوضچه مذاب، قوس و نوک الکترود را نیز از آسیب در مقابل اتمسفر مصون سازد. ضمن اینکه وظیفه دیگر روپوش الکترود نقش سرباره سازی است که به حذف ناخالصی‌ها از فلز جوش، کنترل سرعت سرد شدن و ظاهر مطلوب فلز جوش کمک می‌کند.

مغز فلزی الکترودهای روپوش دار از جنس متفاوت و در ابعاد مختلف ساخته می‌شوند و دارای دسته‌بندی‌های متنوعی از نظر مواد تشکیل‌دهنده پوشش می‌باشند که برای جوشکاری فلزات و آلیاژهای مختلف در وضعیت‌های متفاوت جوشکاری تولید و در بسته‌بندی‌های گوناگون به بازار عرضه می‌گردد.

٥-٤ انتقال مذاب در قوس جوشکاری

فلز جوش به قسمتی از اتصال گفته می‌شود که از مخلوط شدن مذاب لبه‌های اتصال و مذاب مغز فلزی الکترود بوجود می‌آید و به صورت ترکیب فلزی در درز اتصال رسوب می‌کند. در حین جوشکاری ذرات مذاب مطابق شکل(٦-٤) از الکترود جدا شده و به حوضچه مذاب اضافه می‌شوند.

شکل(۶-۴)



انتقال قطرات فلز مذاب از نوک الکترود به طرف سطح قطعه کار در فضای گازی ستون قوس الکتریکی

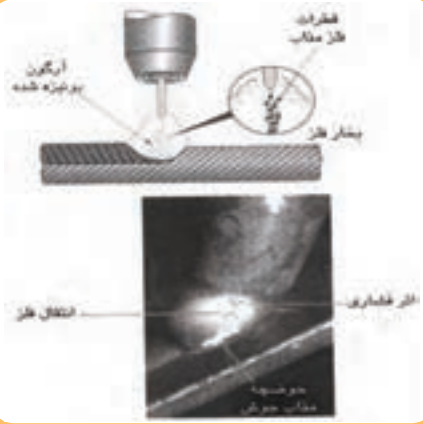
شیوه انتقال فلز مذاب از نوک الکترود مصرفی به طرف حوضچه مذاب در سطح قطعه کار در فرآیندهای مختلف جوشکاری قوسی به حالت‌های مختلفی صورت می‌گیرد که بستگی به نوع گاز محافظ، شدت جریان و ولتاژ دارد که در ادامه به بررسی شیوه‌های متداول‌تر پرداخته می‌شود.

۱-۵-٤ انتقال اسپری یا پرواز آزاد[1]

در این روش ذرات به صورت اسپری از الکترود جدا شده، ستون قوس را طی می‌کنند و وارد حوضچه مذاب می‌شوند (شکل۷-٤).

در این حالت امکان انتقال فلز مذاب از الکترود به قطعه کار برخلاف نیروی ثقل (جاذبه زمین) عملی است.

شکل(۷-۴)



انتقال ذرات مذاب از نوک الکترود مصرفی به‌طرف حوضچه مذاب به صورت اسپری

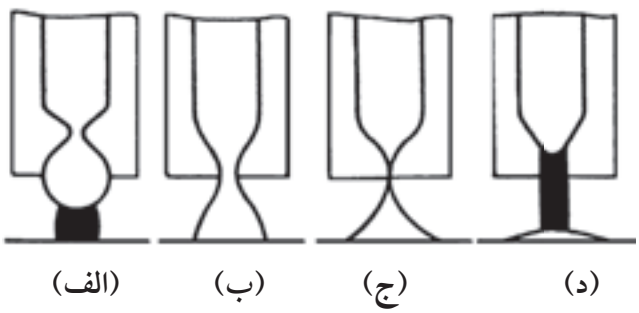
۲-۵-٤ انتقال مدار بسته یا اتصال کوتاه[2]

در این روش قطره مذاب در نوک الکترود شکل می‌گیرد و ضمن رشد قبل از جدا شدن کامل از الکترود با حوضچه مذاب تماس پیدا می‌کند (شکل ۸-٤).

در این شرایط یک حالت مدار بسته یا اتصال کوتاه به‌وجود می‌آید که به‌صورت لحظه‌ای قوس خاموش می‌شود و شدت جریان افزایش می‌یابد.

شکل(۸-۴)

روند تشکیل قطره مذاب و جدا شدن آن از نوک الکترود در اثر اتصال مدار کوتاه



انتقال مذاب از نوک الکترود به طرف حوضچه جوش از طریق اتصال کوتاه

در نتیجه دما بالا می‌رود و قطره مذاب به داخل حوضچه جوش کشیده می‌شود. در حالت اتصال کوتاه شرایط برای بخار شدن قطره مذاب به‌دلیل افزایش شدت جریان و بالا رفتن دما وجود دارد. لذا در این حالت احتمال ایجاد جرقه و پاشش به اطراف درز اتصال افزایش می‌یابد.

۱- Free Flight

۲- Short Circuit

٤-٦ تشعشعات قوس جوشکاری

اشعه‌هایی که در قوس جوشکاری تولید می‌شوند را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم نمود.

الف- نور قابل دیدن

ب- اشعه ماوراء بنفش

ج- اشعه مادون قرمز

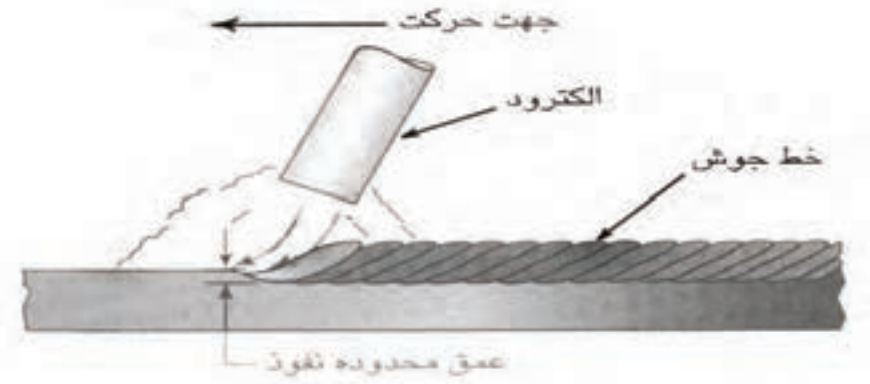
اشعه مادون قرمز مانند اشعه‌هایی است که از اجسام گداخته مثل شیشه یا فولاد گداخته ساطع می‌شود و برای پوست و مو مضر است. اشعه ماوراء بنفش یکی دیگر از اشعه‌هایی است که از قوس ساطع می‌شود و با توجه به انرژی زیاد آن نسبت به اشعه‌های دیگر بیش‌ترین صدمه را به بافت‌های بدن وارد می‌کند. ضمن اینکه موجب تشکیل ذرات خطرناکی مثل اوزن (O_3) می‌گردد که برای انسان زیان‌آور است. هم‌چنین در قوس نور مریی شدید تولید می‌شود که به‌دلیل شدت آن، برای چشم مضر است.

علاوه بر اشعه‌های مذکور به‌دلیل حرارت زیاد قوس، مقداری بخارات فلزی در حوضچه جوش بوجود می‌آید. هم چنین در صورت آلوده بودن قطعه کار به رنگ یا بتونه و یا ناخالصی‌های دیگر بخاراتی تولید می‌شود که برای انسان زیان‌آور است؛ از طرف دیگر پوشش الکترود نیز مقداری گاز و بخارات سمی تولید می‌کند که هم برای جوشکار و هم برای کسانی‌که در کارگاه‌های جوشکاری کار می‌کنند زیان‌بار است. لذا جوشکاران همواره باید نکات ایمنی را رعایت کرده و از و سایل ایمنی استفاده کنند تا خود و دیگران را از آسیب‌های احتمالی مصون سازند.

٤-٧ تشکیل فلز جوش

مغز فلزی الکترود که به دلیل گرمای قوس ذوب می‌شود، به صورت ذرات ریز و درشت به قطعه کار منتقل می‌گردد و با مذاب لبه‌های اتصال درمی‌آمیزد و فلز جوش را تشکیل می‌دهد(شکل ٩-٤). قسمتی از پوشش الکترود نیز در اثر سوختن یا تجزیه شدن گازهای محافظ را تولید می‌کند و بخش دیگر روپوش تشکیل سرباره می‌دهد که روی حوضچه مذاب و گرده جوش را می‌پوشاند.

شکل(۹-۴)



تشکیل فلز جوش در اثر آمیخته شدن مذاب ناشی از مغز فلزی الکترود و سطح قطعه کار

چون جرم حجمی آن از جرم حجمی سرباره مذاب کمتر است در نتیجه روی مذاب قرار می‌گیرد و فرم و شکل مناسبی به گرده جوش می‌دهد. هم‌چنین قسمتی از مغز الکترود به‌صورت جرقه و ذرات ریز به اطراف فلز جوش پاشیده می‌شود که جزء تلفات و ضایعات جوشکاری است. در الکترودهای معمولی حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد از وزن مغز فلزی الکترود، به‌صورت ذرات جرقه و ته الکترود به ضایعات تبدیل می‌شود. بنابراین حدود ۷۰ درصد وزنی مغز الکترود، گرده جوش را تشکیل می‌دهد.

در بعضی از انواع الکترودها به روپوش الکترود مقداری پودر آهن اضافه می‌کنند تا نرخ رسوب افزایش یابد و بازده الکترود بیشتر شود. در مواردی هم بعضی از ترکیبات روپوش الکترود عمل آلیاژسازی را بر عهده دارند و استحکام فلز جوش را بالا می‌برند.

نمونه سؤالات آزمون پایانی

۱- گرمای قوس جوشکاری در چه حدودی است؟

الف) تقریباً دو برابر نقطه جوش فولاد

ب) حدود دو برابر درجه ذوب فولاد

ج) چند درجه بیشتر از دمای جوشیدن فولاد مذاب

د) مساوی دمای ذوب فولاد

۲- چرا بخار فلزی و گازها در فضای قوس یونیزه می‌شوند؟

الف) برخورد الکترون‌های جاری در فضای قوس با ذرات موجود در ستون قوس

ب) حرارت شدید قوس

ج) نور شدید موجود در قوس

د) به برخورد اتم‌های فلز با اتم‌های عناصر موجود در پوشش الکترود

۳- شکل قوس چگونه است و کجا تشکیل می‌شود ؟

الف) شکل استوانه دارد و بین سطح قطعه کار و نوک الکترود ایجاد می‌شود.

ب) شکل مخروط ناقص دارد و از نوک الکترود به طرف سطح قطعه کار شکل می‌گیرد.

ج) شکل مخروط ناقص دارد. که نوک آن به طرف قطعه کار است

د) شکل‌های متفاوتی به خود می‌گیرد.

٤- بیشترین دمای قوس مربوط به کدام ناحیه از قوس است؟

الف) در نزدیک قطب منفی

ب) در جوار قطب مثبت

ج) در مرکز قوس

د) در کناره‌ها

۵- نیروی هیدرودینامیکی در قوس ناشی از ..... است؟

الف) حرکت الکترون‌ها

ب) حرکت گازها

ج) فوران الکترونی

د) نور مرئی شدید

۶- کدام یک از وظایف روپوش الکترود به حساب نمی‌آید؟

الف) پایداری قوس　　ب) تشکیل فلز جوش

ج) محافظت از مذاب　　د) سرباره سازی

۷- انتقال به صورت مدار بسته یا اتصال کوتاه یعنی اینکه:

الف) قطره مذاب بین نوک الکترود و سطح قطعه کار پل ایجاد می‌کند.

ب) مذاب از نوک الکترود جدا شده به طرف سطح قطعه کار جهش می‌کند.

ج) مذاب از نوک الکترود به صورت بخار جدا می‌شود و به سطح قطعه کار می‌رسد.

د) بخار فلزی، ستون قوس را تشکیل می‌دهد.

۸- در قوس کدام‌یک از اشعه‌های زیر تولید می‌شود؟

الف) ماوراء بنفش　ج) نور مرئی　ب) مادون قرمز　د) تمام موارد

فصل

۵

شناخت دستگاه‌های جوشکاری و چگونگی تنظیم آن‌ها

عنوان توانایی	زمان آموزش (ساعت)	
	نظری	عملی
آشنایی با نحوه تبدیل جریان برق شهری به جریان برق مورد نیاز جوشکاری توسط ترانسفورماتور آشنایی با یکسوسازی جریان متناوب (AC) به جریان مستقیم (DC) آشنایی با ولتاژ مدار باز جوشکاری و ولتاژ قوس شناسایی اصول کار با دستگاه‌های جوشکاری شناسایی دگمه‌ها و علایم ثبت شده بر روی دستگاه جوشکاری شناسایی اصول تنظیم دستگاه جوشکاری شناسایی اصول انجام خال جوش زدن	۲	۴

فراگیرنده پس از پایان این درس باید بتواند

۱ خصوصیات دستگاه‌های جوشکاری را بیان کند.

۲ نحوه راه اندازی جوشکاری را شرح دهد.

۳ مزیت دستگاه‌های آمپر پیوسته را نسبت به دستگاه‌های تغییر آمپر پله‌ای بیان کند.

۴ انواع مختلف دستگاه‌های جوشکاری را بیان نماید.

۵ مراحل آماده سازی دستگاه‌های جوشکاری را بیان کند.

۶ تفاوت دینام جوش را با موتور جوش توضیح دهد.

نمونه سؤالات پیش آزمون

۱- جریان ورودی و خروجی از دستگاه ترانسفورماتور جوشکاری به ترتیب از چه نوعی است؟

- الف) متناوب- مستقیم
- ب) مستقیم- متناوب
- ج) متناوب- متناوب
- د) مستقیم- مستقیم

۲- در کدام دستگاه جوشکاری به‌جز فن خنک کننده قسمت دیگری هم دوران می‌کند؟

- الف) دینام
- ب) رکتیفایر
- ج) ترانس
- د) گزینه ب و ج

۳- آیا ممکن است ترانس جوشکاری بوسیله روغن خنک شود؟

- الف) بلی
- ب) خیر

٤- اگر چند باطری ماشین به طوری سری به هم وصل شوند، آیا می‌شود می‌توان با جریان حاصل جوشکاری کرد؟

- الف) بلی
- ب) خیر

۱-۵ ویژگی‌های جریان الکتریکی ورودی به کارگاه جوشکاری

جریان الکتریسیته در نیروگاه‌ها توسط ژنراتورهای بزرگ تولید می‌شوند و براساس عامل ایجاد نیروی محرکه برای چرخش ژنراتور نیروگاه‌ها را تقسیم بندی می‌کنند. مثل نیروگاه‌های آبی، بخار، گازی، بادی، هسته ای و غیره. در اکثر مواقع لازم است جریان الکتریسیته تولید شده صدها و گاهی هزاران کیلومتر منتقل شود تا به واحدهای مصرف کننده(خانگی، صنعتی یا تجاری) برسد.

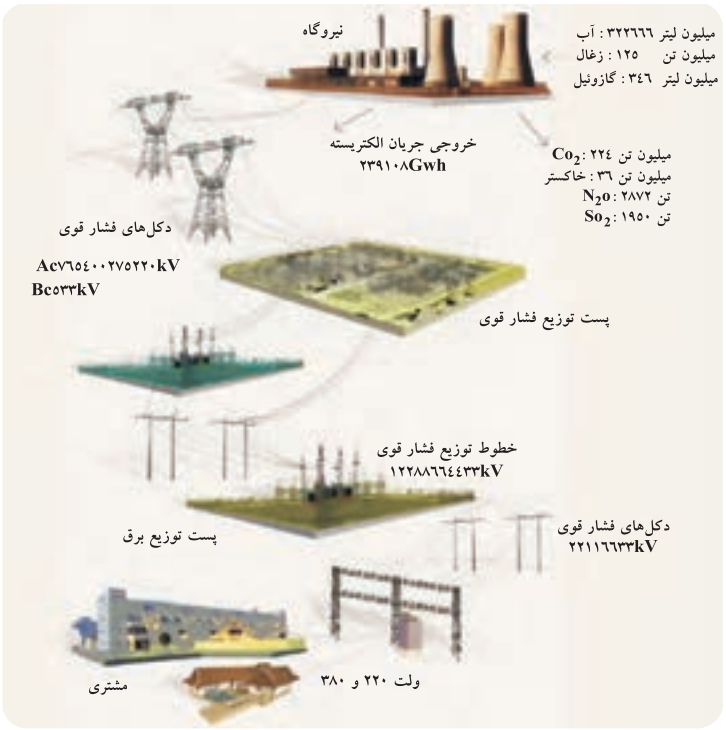
به‌دلیل اینکه مقدار انرژی الکتریکی هدر رفته به صورت گرما ضمن انتقال از طریق سیم های حامل جریان با توان دوم شدت جریان متناسب است($Q=RI^2$)، لذا به منظور به حداقل رساندن تلفات جریان الکتریسیته در ضمن انتقال به طرف واحدهای مصرف کننده ولتاژ جریان را توسط پست‌های افزایش ولتاژ که در جوار واحدهای نیروگاهی تولید برق ایجاد می‌شوند، بالا می‌برند (شکل ۱-۵).

شکل (۱-۵)

پست تقویت ولتاژ جریان برق

همان‌طور که در شکل (۲-۵) نشان داده شده است جریان الکتریسیته با ولتاژ بسیار بالا به طور معمول در حد چند ده هزار ولت می‌رسد. توسط دکل‌های بزرگ انتقال برق به طرف شهرها و یا واحدهای صنعتی منتقل می‌شود، تا اینکه در مجاورت شهرها وارد ایستگاه‌های تقلیل ولتاژ می‌شود و ولتاژ آن کاهش می‌یابد. سپس جریان الکتریکی به‌صورت تک فاز یا سه فاز(۲۲۰ یا ۳۸۰ ولت) توسط شبکه توزیع به واحدهای مصرف کننده منتقل می‌شود.

شکل (۲-۵)

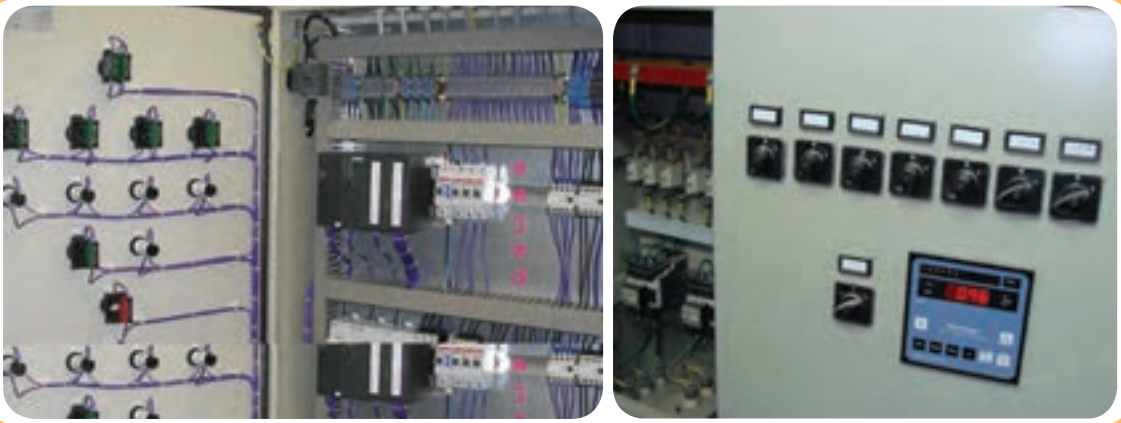


انتقال جریان الکتریسیته ازنیروگاه تا واحدهای مصرف کننده

۲-۵ تبدیل برق شهری به جریان مناسب جوشکاری

همان‌طور که توضیح داده شد جریان الکتریکی ورودی به کارگاه‌های جوشکاری به طور معمول به صورت جریان متناوب سه فاز(۳۸۰ ولت) با شدت پایین است که از طریق تابلوهای برق صنعتی موجود در کارگاه‌ها در اختیار دستگاه‌های مختلف قرار می‌گیرد(شکل ۳-۵).

شکل (۳-۵)



تابلوهای برق صنعتی موجود در کارگاه‌ها

برای استفاده از جریان الکتریکی در فرآیندهای جوشکاری لازم است ولتاژ آن کاهش یافته و در عوض بر شدت آن افزوده شود. ضمن اینکه گاهی از حالت متناوب به جریان مستقیم نیز تبدیل شود.

۱-۲-۵ ترانسفورماتور جوشکاری

ترانسفورماتورها ساده‌ترین دستگاه‌های جوشکاری هستند که وظیفه آنها تبدیل جریان متناوب (AC) با شدت کم ولی ولتاژ زیاد به جریان الکتریکی با شدت بالا ولی ولتاژ پایین می‌باشد. در شکل (٤-٥) یک دستگاه ترانس جوشکاری نشان داده شده است.

شکل(۴-۵)

ترانسفورماتور جوشکاری جریان برق شهری را به جریان جوشکاری تبدیل می‌کند.

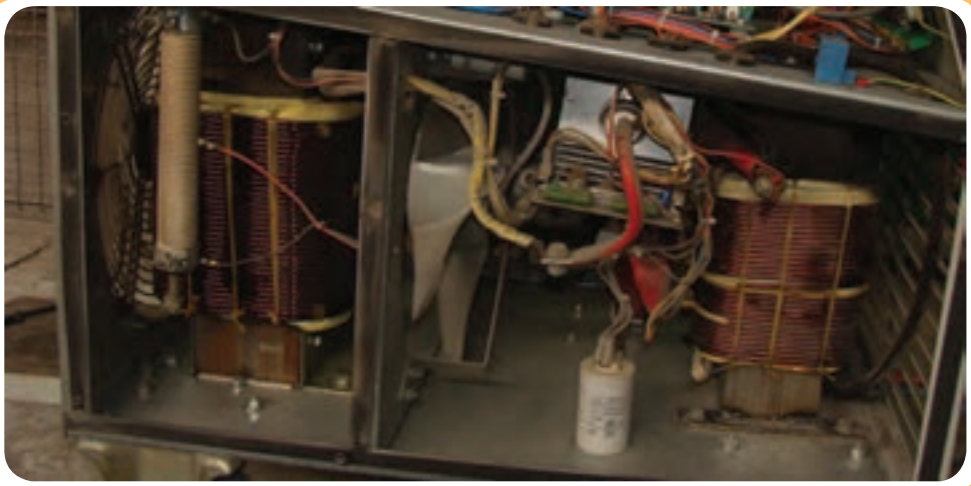
ترانسفورماتور جوشکاری به‌طور معمول بوسیله یک فیش صنعتی به برق شهر وصل می‌شود و به‌وسیله دو ترمینال خروجی که کابل‌های انبر و اتصال به آن‌ها وصل می‌شود، جریان مناسب را در اختیار جوشکار قرار می‌دهند. (شکل ٥-٥)

شکل(۵-۵)

فیش مخصوص اتصال کابل دستگاه جوشکاری به تابلو برق

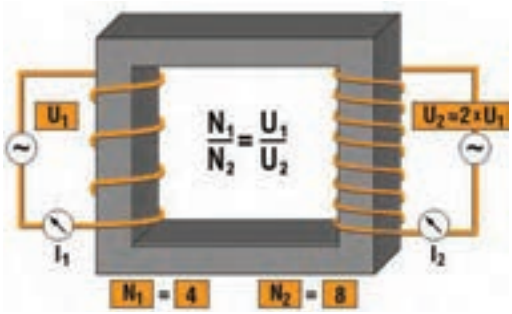
اساس کار ترانس جوشکاری بوسیله دو سیم پیچ که بنام سیم پیچ‌های اولیه و ثانویه نامیده می‌شوند، استوار می‌باشد. سیم پیچ اولیه دارای تعداد دور کمتر است در حالیکه سیم‌پیچ ثانویه دارای تعداد دور بیشتری می‌باشد (شکل ٦-٥).

شکل(٦-٥)



سیم پیچ‌های داخل ترانس جوشکاری

شکل(٧-٥)



اساس کار ترانس جوشکاری توسط سیم پیچ‌های اولیه و ثانویه صورت می‌گیرد

همان‌طور که در شکل (٧-٥) مشاهده می‌شود بین تعداد دور سیم پیچ‌ها و ولتاژ خروجی از ایستگاه ترانس رابطه معکوس برقرار است.

رابطه بین تعداد دور سیم‌پیچ و ولتاژ:

$$N_2V_1 = N_1V_2$$

توجه

N_1 و N_2 به‌ترتیب تعداد دورهای سیم پیچ اولیه و ثانویه است.

V_1 و V_2 به ترتیب ولتاژ ورودی و خروجی ترانسفورماتور است.

بدین ترتیب ترانس جوشکاری برق مناسب فرآیندهای جوشکاری را که دارای شدت جریان بالا ولی ولتاژ پایین است، مهیا می‌کند. هر دستگاه ترانسفورماتور جوش دارای یک کلید اصلی است و در مجاورت آن یک لامپ سیگنال وجود دارد که روشن بودن دستگاه را نشان می‌دهد. علامت‌های ۰ و ۱ و یا Off و ON در زیر کلید اصلی وجود دارند. در حالت ۱ یا ON دستگاه روشن بوده و در حالت ۰ و Off دستگاه خاموش است. بنابراین جوشکار باید در زمان‌هایی‌که قصد انجام جوشکاری دارد، دستگاه را روشن و بلافاصله پس از پایان کار دستگاه را خاموش کند.

امروزه بعضی از دستگاه‌های ترانسفورماتور جوشکاری دارای یک صفحه کوچک نمایش آمپر نیز هستند که موقع برقرار بودن قوس الکتریکی میزان آمپر جوشکاری را نیز نشان می‌دهد.

هر دستگاه ترانسفورماتور جوشکاری دارای یک سیستم تنظیم آمپر مناسب برای استفاده از الکترودهای مختلف است که ممکن است مطابق شکل (۸-۵) تنظیم آمپر به‌صورت پله‌ای باشد با جا به جا کردن فیش کابل، آمپرهای متفاوتی مطابق با آنچه سازنده تدارک دیده در اختیار جوشکار قرار می‌گیرد).لازم به یادآوری است میزان آمپر هر ترمینال در کنار آن ثبت شده است.

تغییر آمپر در بعضی از دستگاه‌هایی تراسفورماتور ممکن است با جابه جا کردن هسته فرعی درون هسته اصلی مطابق آنچه که در شکل(۹-۵) مشاهده می‌شود، انجام پذیرد که در این صورت با گردش دسته، تغییر آمپر انجام می‌گیرد و نشانه مخصوص در مقابل اعداد، میزان آمپر خروجی دستگاه را نشان می‌دهد.

شکل(۸-۵)

تنظیم آمپر در دستگاه تراسفورماتور پله‌ای

شکل(۹-۵)

تراسفورماتوری که شدت جریان خروجی با جابجایی هسته صورت می‌گیرد.

این روش تغییر آمپر از روش پله‌ای مطلوب‌تر است زیرا تنظیم آمپر به صورت پیوسته از طریق گردش دسته آمپر امکان پذیر است ولی در روش پلکانی تعداد ترمینال‌های تغییر آمپر محدود بوده و امکان تغییرات جزیی آمپر وجود ندارد. هم چنین حداقل و حداکثر آمپر خروجی قابل تنظیم در ترانس‌های جوشکاری به وسیله اولین و آخرین عدد در این دو سیستم مشخص می‌شود.

لازم به ذکر است که ظرفیت ترانسفورماتورهای جوشکاری متناسب با حداکثر آمپر تعیین می‌شود مثل: ترانسفورماتور ۵۰۰ آمپر، ۲۵۰ آمپر و یا ۱۴۰ آمپری و غیره.

توجه

۱- استفاده از حداکثر آمپر خروجی ترانستفورماتور برای مدت طولانی باعث گرم شدن سیم پیچ دستگاه می‌شود و احتمال سوختن دستگاه وجود دارد. لذا دستگاه‌های پیشرفته دارای سیستمی هستند که وقتی دستگاه گرم شود، خود به خود خاموش می‌شود و تا سرد شدن کامل، امکان راه‌اندازی دستگاه فراهم نمی‌شود.

۲- اگر ظرفیت حداکثر دستگاه برای مدت طولانی به کار گرفته می‌شود باید مراقبت لازم در خصوص گرم شدن دستگاه به‌عمل آید.

۲-۲-۵ تبدیل جریان متناوب به جریان مستقیم مناسب برای جوشکاری

همان‌طور که دیدیم خروجی ترانسفورماتورهای جوشکاری جریان متناوب با شدت بالا ولی ولتاژ پایین است. حال چنانچه برای اجرای جوشکاری به جریان مستقیم نیاز داشته باشیم، لازم است سیستمی را به دستگاه‌های ترانسفورماتور اضافه کنیم که جریان خروجی را به صورت مستقیم(DC)در اختیار جوشکار قرار دهد.

رکتی‌فایرجوشکاری

به مبدل‌هایی که جریان متناوب ۳۸۰ یا ۲۲۰ ولت ورودی به کارگاه را به جریان مستقیم (DC) مناسب برای جوشکاری تبدیل می‌کند، رکتی‌فایر جوشکاری می‌گویند.

رکتی‌فایرها به طور معمول با جریان برق سه فاز کار می‌کنند به‌وسیله فیش مخصوص (شکل ۱۰-۵) برق سه فاز را دریافت می‌کنند. (شکل ۱۱-۵) نمونه‌ای از رکتی‌فایرهای مورد استفاده برای جوشکاری الکترود دستی را نشان می‌دهد.

شکل (۱۰-۵)

فیش مخصوص اتصال کابل دستگاه جوشکاری به برق شهری

شکل (۱۱-۵)

دستگاه رکتی‌فایر که برای جوشکاری قوس الکترود دستی استفاده می‌شود.

در حقیقت رکتی‌فایرهای جوشکاری همان دستگاه‌های ترانسفورماتور هستند که یک سیستم یکسو کننده‌گی جریان الکتریسیته به آنها اضافه شده است و در (شکل ۱۲-۵) این تجهیزات الکترونیکی در قسمت فوقانی دستگاه نشان داده شده است.

شکل(۱۲-۵)

سیستم الکترونیکی تبدیل جریان متناوب بر جریان مستقیم در رکتی‌فایرهای جوشکاری

مطابق دستگاه‌های معمول جوشکاری، کلیدهای مختلف قطع و وصل و تنظیم دستگاه با سیگنال مرتبط روی صفحه اصلی رکتی‌فایر مشاهده می‌شود. (شکل ۱۳-۵).

شکل(۱۳-۵)

کلیدهای مختلف روی صفحه اصلی رکتی‌فایر جوشکاری

در رکتی‌فایرها تغییر آمپر بوسیله یک پتانسیومتر با کلید گردشی صورت می‌گیرد و میزان آمپر خروجی دستگاه، بوسیله یک صفحه کوچک نمایش داده می‌شود . هم‌چنین کلید گردشی ممکن است دارای دو رنج درجه بندی شده باشد. (یکی برای جوشکار SMAW و یک رنج درجه بندی برای جوشکاری GTAW) در این صورت کنار ولوم گردشی انتخاب شدت جریان، یک کلید برای جوشکاری SMAW و دیگری برای GTAW تدارک دیده شده است که می‌تواند توسط جوشکار انتخاب می‌شود.

شکل (۱۴-۵)

کلیدهای مختلف برای تنظیم دستگاه جوشکاری

هم‌چنین برخی از رکتی‌فایرهای جوشکاری ممکن است دارای کلید انتخاب جریان مناسب بر حسب نوع الکترود جوشکاری باشند که باعث راحتی کار جوشکاری و پایداری قوس می‌شود(شکل ۱۵-۵).

گاهی ممکن است دستگاه رکتی‌فایر جوشکاری دارای سیستم تنظیم آمپر از کنار دست جوشکار نیز باشد که این قابلیت توسط یک فیش و مادگی مطابق آنچه در (شکل ۱۶-۵) مشاهده می‌شود میسر می‌گردد.

شکل (۱۵-۵)

کلید انتخاب جریان مناسب بر حسب نوع الکترود جوشکاری

شکل (۱۶-۵)

تنظیم آمپر از کنار دست جوشکار توسط سیستم کنترل از راه دور

دستگاه رکتی‌فایرهای جوشکاری مثل دستگاه‌های دیگر جوشکاری دارای دو ترمینال خروجی (یکی دارای علامت (+) و دیگری دارای علامت (–) هستند که می‌توان کابل انبر جوشکاری را به قطب مثبت یا منفی وصل کرد.

به علاوه ممکن است دستگاه رکتی‌فایر دارای قابلیت خروجی جریان به صورت AC یا DC باشد در این صورت دو ترمینال مخصوص جریان AC نیز روی صفحه اصلی دستگاه وجود دارد و جوشکار می‌تواند به انتخاب خود از جریان‌هایی AC یا DC با قابلیت تعیین قطبیت یعنی الکترود منفی یا الکترود مثبت را مورد استفاده قرار دهد. در شکل (۱۷–۵) ترمینال‌های خروجی شدت جریان نشان داده شده است.

شکل (۱۷–۵)

ترمینال‌های خروجی شدت جریان جهت اتصال کابل جوشکاری

۳–۵ مولدهای جریان الکتریسیته در جوشکاری

دستگاهی که برق متناوب شهر (۲۲۰ یا ۳۸۰ ولت) را به برق مناسب برای جوشکاری تبدیل می‌کند در حقیقت مبدل جریان است و دستگاهی که با حرکت دورانی به برق مناسب برای جوشکاری را تولید می‌کند مولد جریان است.

با تعریف فوق ترانسفورماتورها و رکتی‌فایرها هر دو مبدل جریان هستند که از برق متناوب شهر تغذیه نموده و جریان AC یا DC (یکسو شده) مناسب برای ایجاد و پایداری قوس جوشکاری را تأمین می‌کنند که با ظرفیت‌ها و توان‌های خروجی متفاوت ساخته می‌شوند ولی گاهی دستگاه‌های جوشکاری خود مولد جریان هستند.

دینام جوشکاری یک مولد جریان مستقیم است و از یک موتور که ژنراتور مولد جریان مستقیم را به گردش در می‌آورد، تشکیل شده است. اگر موتور محرکه دینام از نوع الکتریکی باشد دینام جوش کارگاهی نامیده می‌شود (۱۸-۵) و اگر بنزینی یا گازوییلی باشد، موتور جوش نامیده می‌شود.

شکل(۱۸-۵)

دینام جوش کارگاهی

(شکل۱۹-۵) دو نوع موتور جوش سیار را نشان می‌دهد که در کارگاه‌های بزرگ صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

شکل (۱۹-۵)

دو مدل از مولدهای جریان جوشکاری که با سوخت مایع کار می‌کنند.

مولدهای جوش سیار در سایت‌ها و مکان‌های دور از شبکه برق صنعتی مثل: سکوهای شناور در دریا و اقیانوس‌ها و مکان‌های نصب آنتن‌های مخابرات در ارتفاعات به کار گرفته می‌شود و با استفاده از موتور احتراق داخلی، حرکت دورانی جهت گردش محور دینام مولد جریان جوشکاری تأمین می‌گردد.

۱-۳-۵ تنظیم آمپر در دینام‌های جوشکاری

تنظیم آمپر در دینام‌های جوشکاری به وسیله یک ریوستا انجام می‌شود که سر راه جریان الکتریکی ژنراتور قرار دارد. به این ترتیب می‌توان از همان محلی که جوشکاری انجام می‌شود شدت جریان را کم یا زیاد نمود.

الف) دینام جوش یا ژنراتور

راه‌اندازی دینام جوش کارگاهی به طور معمول از طریق کلید روشن[۱] و خاموش[۲] که روی دستگاه مطابق شکل (۲۰-۵) تعبیه شده صورت می‌گیرد. ولی در بعضی از دستگاه‌ها روشن و خاموش کردن از طریق کلید ستاره و مثلث صورت می‌گیرد. در این حالت ابتدا باید کلید را از حالت خاموش در حالت ستاره قرار دهیم و پس از چند ثانیه که موتور به دور نهایی رسید، آن را به حالت مثلث تغییر وضعیت دهیم تا دستگاه به کار خود ادامه دهد (شکل ۲۰-۵).

برای خاموش کردن دینام جوش‌های کارگاهی کافی است کلید را به حالت خاموش (۰) برگردانیم.

توجه داشته باشید، روشن کردن دینام بدون توقف زمانی در حالت ستاره باعث خرابی دستگاه می‌شود. لذا موقع قطع برق شهر باید کلید دستگاه به حالت (۰) برگردانده شود و با برقراری برق شهر مجدداً دستگاه را روشن و آماده به‌کار کرد.

شکل(۲۰-۵)

دینام جوش کارگاهی و کلیدهای مخصوص روشن و خاموش کردن دستگاه

کابل‌های دستگاه دینام جوشکاری به‌طور معمول به صورت کابل شو (بست کابل) به دستگاه محکم می‌شود. محل اتصال کابل به دستگاه سه‌تایی است که به یکی از آنها کابل اتصال محکم می‌شود و دو تا دیگر یکی برای شدت جریان زیاد[۳] و دیگری برای آمپر کم[۴] می‌باشد که کابل انبر الکترود گیر با پیچ و مهره به آن محکم می‌شود. برق ورودی سه فاز نیز که به وسیله یک کلید دیواری و یا روی تابلو برق ثابت شده است به دستگاه منتقل می‌شود.

۱- Start ۲- Stop ۳- High ٤- Low

همچنین تغییر آمپر روی دستگاه دینام جوشکاری بوسیله یک سیستم اهرمی از طریق جابه‌جایی انجام می‌گیرد و دارای دو رنج درجه‌بندی شده است. (یکی برای تنظیم آمپر کم و یکی برای آمپر بالا). برای تغییر قابلیت انبر الکترودگیر به قطب مثبت یا منفی دستگاه نیز یک کلید تغییر قطب روی دستگاه وجود دارد که با جا به جا کردن آن الکترود مثبت یا منفی می‌شود.

شکل(۲۱-۵)

سیستم اهرمی جهت تغییر آمپر دستگاه دینام جوشکاری

همچنین جهت چرخش محور دستگاه دینام، روی قسمت پروانه که در پشت دینام جوشکاری هوا را به خارج هدایت می‌کند مشخص شده است لازم به یادآوری است. موقع اتصال دستگاه دینام به برق شهر باید دقت شود تا جهت چرخش مطابق با جهت فلش مشخص شده روی دستگاه باشد.

موتور جوش

موتور جوش‌هایی که در سایت‌ها محل‌های نصب سازه‌های فلزی و یا در راه‌سازی و پل‌سازی مورد استفاده واقع می‌شوند به طور معمول دارای یک موتور احتراق (بنزینی یا گازوییلی) هستند که با استارت راه‌اندازه می‌شوند (شکل ۲۲-۵).

راه‌اندازی، موتور احتراقی و کنترل روغن، سوخت وغیره براساس دفترچه راهنما دستگاه باید صورت گیرد و استفاده از مولد جریان جوشکاری، کابل‌های اتصال و انبر نیز مشابه دینام جوش کارگاهی است.

شکل(۲۲-۵)

موتور جوش‌های احتراقی که در محل‌های نصب سازه‌های فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کار عملی ۱

زمان: ۱ ساعت

هدف: آشنایی با نکات فنی مندرج بر روی جعبه الکترودهای جوشکاری و دستگاه‌های جوشکاری

مثل: کلیدها، سیکل کاری، ظرفیت و توان دستگاه، مشخصات و نکات فنی مربوط به آنها، چگونگی انتخاب آمپر، ولتاژ، و قطبیت در جوشکاری و نیز نحوه تغییر متغییرها در دستگاه جوشکاری

مراحل انجام کار

الف) متناسب با نوع بسته‌های الکترود موجود در انبار کارگاه جوشکاری چند نمونه از آنها را انتخاب کنید و اطلاعات مندرج روی جعبه الکترودها مثل: نوع و شدت جریان جوشکاری، قطبیت، وضعیت جوشکاری، شرایط نگهداری و اطلاعات دیگر مذکور روی بسته‌های الکترود را بررسی نمایید.

شکل (الف)

روی بسته الکترودهای جوشکاری اطلاعات مفید و کاربردی وجود دارد که لازم است مورد توجه قرار گیرد.

ب) نمونه‌ای از دستگاه‌های جوشکاری الکترود دستی موجود در کارگاه جوشکاری را انتخاب کنید و در خصوص کلیدها و نمایشگرهای موجود روی دستگاه و مشخصات فنی مربوط به آن بررسی و نتیجه را گزارش نمایید.

(در صورت امکان و در دسترس بودن از کاتالوگ و کتابچه راهنمای دستگاه‌ها کمک بگیرید).

شکل (ب)

روی صفحه کلیه دستگاه‌های جوشکاری، کلیدهای متعددی وجود دارد که جوشکار به عملکرد آن‌ها مسلط باشد.

کار عملی ۲

زمان: ۳ ساعت

هدف: معرفی انبر اتصال، انبر الکترودگیر، نحوه آماده‌سازی و اتصال آنها به قطعه کار یا میزکار و دستگاه جوش، هم‌چنین نحوه قرار گرفتن الکترود روپوش‌دار در انبر الکترودگیر و آماده کردن تجهیزات اجرای جوشکاری

مراحل انجام کار

۱- اجزاء و متعلقات مربوط به انبر اتصال را از انبار تحویل بگیرید.

مرحله (۱)

۲- پیچ و مهره‌های روی انبر اتصال را که محل اتصال کابل می‌باشد، باز کنید.

مرحله (۲)

۳- اتصال مربوط به سر کابل اتصال را مطابق شکل متصل کنید و آن‌را به‌وسیله انبردست یا گیره محکم نمایید.

مرحله (۳)

٤- کابل اتصال را به انبر اتصال متصل نمایید و آن را محکم کنید.

مرحله (۴)

٥- اکنون مجموعه انبر اتصال آماده اتصال به قطعه کار و یا میز جوشکاری می‌باشد
(دقت کنید قبل از اتصال انبر سطح اتصال را تمیز کنید تا اتصال به خوبی صورت پذیرد)

مرحله (۵)

٦- انبر الکترودگیر و مجموعه کابل و اتصالات مرتبط با آن‌را از انبار تحویل بگیرید.

مرحله (۶)

۷- کابل انبر الکترودگیر را با استفاده از اتصالات رابط به انبرالکترود گیر متصل و محکم نمایید

مرحله (۷-الف)

مرحله (۷-ب)

۸- مجموعه انبر الکترودگیر و انبر اتصال آماده اتصال به دستگاه جوشکاری می‌باشد.

مرحله (۸)

۹- فیش‌های کابل انبر الکترودگیر و کابل اتصال را به قطب‌های مثبت و منفی دستگاه متصل نمایید. (توجه کنید اتصال محکم شود).

مرحله (۹)

۱۰- برای راه اندازی رکتی‌فایر جوشکاری به نکات ایمنی و موارد زیر توجه کنید:

توجه کنید، دستگاه دارای سیستم ارت[1] یا اتصال به زمین باشد.

کابل و سه شاخه از هر نظر سالم باشد، یعنی کابل بدون ترک خوردگی و سه شاخه بدون شکستگی باشد.

چون رکتی‌فایرها به طور عموم با برق سه فاز کار می‌کنند، دقت کنید چراغ‌های سیگنال هر سه فاز برق روی تابلوی برق روشن باشند.

کلید اصلی راه اندازی باید در حالت خاموش باشد (Off).

۱۱- سه شاخه دستگاه را به برق سه فاز وصل کنید .

تذکر

- کابل برق ورودی به دستگاه جوشکاری در تماس با اجسام تیز و برنده نباشد.
- کنترل کنید، که انبر اتصال به میزکار و انبر الکترودگیر به هم متصل نشده باشند. (به عبارت دیگر اتصال کوتاه بین آن‌ها نباشد).

۱ Earth

۱۲- کلید دستگاه را در حالت روشن (حالت ON) قرار دهید

مرحله (۱۲)

اکنون پروانه خنک کن دستگاه باید در حال گردش باشد. (در عین حال به‌دلیل این‌که رکتی‌فایر به‌جز این پروانه خنک کن قسمت گردان دیگری ندارد، دستگاه هنگام کار سروصدای زیادی ندارد.)

۱۳- متناسب با نوع و قطر الکترود به کمک مربی شدت جریان جوشکاری را انتخاب و روی دستگاه تنظیم کنید.

مرحله (۱۳-الف)

مرحله (۱۳-ب)

۱۴- اکنون مجموعه دستگاه جوشکاری و انبرهای اتصال و الکترود گیر آماده به کار می‌باشند.

مرحله (۱۴)

۱۵- ابزار اتصال را به میز کار یا قطعه کار متصل کنید.

مرحله (۱۵)

۱۶- الکترود را در دهانه انبر الکترود گیر قرار دهید. (دقت کنید قرار گرفتن الکترود به‌صورت صحیح و به اندازه مناسب انجام شود)

مرحله (۱۶)

۱۷- پس از کنترل موادِ ایمنی می‌توانید نسبت به برقراری قوس اقدام نمایید و پایداری قوس را تمرین کنید.

مرحله (۱۷)

۱۸- پس از تمرین، برای خاموش کردن دستگاه جوشکاری به موارد زیر توجه کنید.

کلید اصلی را به حالت خاموش (OFF) برگردانید.

برای ایمنی بیشتر سه شاخه را از برق خارج کنید.

کابل و سه شاخه را در جای مناسب کنار دستگاه قرار دهید.

کابل‌های انبر اتصال را جمع کرده و مرتب کنید و در جای مناسب قرار دهید.

۱۹- در پایان کار ضمن جمع‌آوری ابزار و تجهیزات و تحویل آنها به انبار میز کار را مرتب نمایید.

نمونه سؤالات آزمون پایانی

۱- ترانسفورماتور جوشکاری با چه جریانی کار می‌کند؟

الف) تک فاز ۲۲۰ ولت
ب) دو فاز ۲۴۰ ولت
ج) سه فاز ۳۸۰ ولت
د) هر سه گزینه امکان دارد

۲- چرا لازم است ترانسفورماتور جوشکاری دارای سیستم تغییر آمپر باشد؟

الف) برای شروع قوس لازم است
ب)برای ایجاد گرما ضروری است.
ج) امکان استفاده از الکترودهای مختلف وجود داشته باشد
د) امکان جوشکاری فلزات مختلف وجود داشته باشد

۳- در کدام دستگاه امکان تغییر آمپر به مقدار جزیی وجود ندارد؟

الف) رکتی‌فایر دارای سیستم کنترل از راه دور
ب) ترانسفورماتور
ج) ترانسفورماتور پیوسته گردشی
د) گزینه ب و ج

٤- آیا تمام دستگاه‌های رکتی‌فایر کلید تغییر قطب دارند؟

الف) بلی
ج) خیر

۵- با کدام دستگاه امکان جوشکاری با الکترود منفی وجود ندارد؟

الف) ترانسفورماتور
ب) موتور جوش
ج) رکتی‌فایر
د) دینام جوش

٦- برای روشن کردن کدام دستگاه از کلید ستاره و مثلث استفاده می‌شود؟

الف) دینام جوش کارگاهی
ب) ترانسفورماتورها
ج) رکتی‌فایر AC/DC
د) موتور جوش

فصل ۶

ضوابط ایمنی و بهداشتی در کارگاه جوشکاری

عنوان توانایی	زمان آموزش (ساعت)	
	نظری	عملی
آشنایی با عوامل موثر در محیط کار آشنایی با نحوه تهویه کارگاه با روش مناسب آشنایی با اصول اطفاء حریق و مواد آن شناسایی اصول رعایت مقرات ایمنی و بهداشت هنگام جوشکاری شناسایی اصول کمک‌های اولیه شناسایی اصول بکارگیری ضوابط ایمنی و بهداشت کار در محیط کار	۲	۲

فراگیرنده پس از پایان این درس باید بتواند

۱ عوامل مخاطره آمیز را در کارگاه جوشکاری معرفی کند.

۲ عوامل اصلی ایجاد حریق و اصول اطفاء آن را بیان کند.

۳ نکات ایمنی را در کارگاه جوشکاری بیان کند.

۴ اصول کمک‌های اولیه را معرفی نماید.

۵ اصول انضباط شغلی و مراتب آن را بیان کند.

۶ نحوه تهویه کارگاه جوشکاری را تشریح کند.

نمونه سؤالات پیش آزمون

۱- کدام گزینه توصیف کننده شغل سخت و زیان‌آور است؟

الف) شغلی که برای کارگر خسته کننده و برای سلامتی او زیان‌آور باشد

ب) شغلی که با اجسام سخت سروکار داشته باشد و در زیر زمین مثل: معادن انجام شود

ج) شغلی که در مکان‌های روباز یا سربسته انجام شود

د) شغلی که با حرارت سروکار داشته باشد

۲- چرا رعایت نکات ایمنی الزامی است؟

الف) انسان در مقابل خدا مسئولیت دارد

ب) جان و سلامتی انسان‌ها امانت الهی است

ج) انسان دارای فکر و اندیشه و خرد است

د) همه موارد را در بر می‌گیرد

۳- در شهرهای بزرگ کدام عامل زیان بار از طرف اکثریت مردم نادیده گرفته می‌شود؟

الف) سرو صدا ب) شوک الکتریکی ج) گرما د) سرما

٤- آیا اجرای دستورالعمل‌های ایمنی واجب است؟

الف) بلی

ب) خیر

ج) بستگی به شرایط کار دارد

د) به نظر کارفرما بستگی دارد

۵- کدام دسته از مواد سوختنی سریع‌تر مشتعل می‌شوند؟

الف) جامد ب) گاز ج) مایع د) گزینه الف و ب

٦- عامل اشتعال مواد سوختنی کدام است؟

الف) گرما ب) هوا ج) اکسیژن د) الف و ج

۷- آتش‌نشانان برای خاموش کردن آتش چه می‌کنند؟

الف) آب روی آتش می‌ریزند

ب) مانع رسیدن اکسیژن به ماده سوختنی می‌شوند

ج) دمای ماده سوختنی را پایین می‌آورند

د) انجام گزینه ب و ج با هم مؤثرتر است

۱-۶ ضرورت رعایت ضوابط ایمنی و بهداشتی در کارگاه جوشکاری

ایمنی، حفاظت فنی و بهداشت صنعتی رشته وسیع و گسترده‌ای است که تحت عنوان حفاظت صنعتی به مجموعه تدابیر، اصول و مقرراتی گفته می‌شود که با به‌کار گرفتن آن‌ها به‌توان نیروی انسانی و سرمایه را در مقابل خطرات مختلف و محتمل در محیط‌های صنعتی به نحو مؤثری حفظ و حراست کرد و یک محیط کاری بی‌خطر و سالم جهت افزایش کارایی کارکنان به وجود آورد.

در محیط‌های صنعتی با وجود ماشین‌آلات و ابزار فراوان، به‌طور معمول کارگران در معرض مخاطرات مختلف قرار دارند. با توسعه تکنولوژی و افزایش کاربرد ماشین در امر تولید احتمال مخاطرات و حوادث در این گونه محیط‌ها زیادتر می‌شود. سوانح در کارخانه ها ممکن است باعث نقص عضو یا فوت افراد شود که به سهولت و سرعت قابل جبران نیست و برای سازمان فقدان یک متخصص که سال‌ها برای تربیت او سرمایه و وقت مصرف شده است، زیان سنگینی به‌شمار می‌آید.

در کارگاه‌هایی که اصول ایمنی و حفاظت فنی مراعات نمی‌شود، روحیه کارکنان ضعیف و متزلزل است و کمتر امکان دارد کارگران طراز اول به خدمت در چنین سازمان‌هایی راضی شوند. بنابراین اجرای تدابیر و برنامه‌هایی به منظور ایمنی و حفاظت فنی کارکنان در راستای تأمین و نگه‌داری نیروی انسانی، در درجه اول اهمیت قرار دارد. در عین حال، صرف هزینه و تخصیص اعتبار در برنامه‌های سازمان، به منظور ابداع تدابیر و استقرار وسایل ایمنی جهت جلوگیری از حوادث، در مقابل منافع حاصل از آن اندک و ناچیز است.

در این بخش سعی شده است به‌صورت خلاصه عوامل اصلی مخاطره‌آمیز در محیط کارگاه جوشکاری معرفی شود. هم‌چنین در مورد نکات ایمنی و راههای مقابله یا جلوگیری از پیشامدهای ناگوار توصیه‌های مهم ارائه گردد.

لازم به ذکر است با پایان یافتن این بخش از کتاب آموزش، اجرای مباحث ایمنی پایان نمی‌پذیرد، بلکه ضروری است امور حفاظت و ایمنی در تمام مراحل کار مدنظر قرار گیرد.

چند توصیه مهم ایمنی و بهداشتی

۱- نکات ایمنی مرتبط با کار خود را به درستی بشناسید.

۲- هرگز مسائل ایمنی را کوچک نشمارید.

۳- در انجام یا اجرای مسائل ایمنی سهل‌انگاری نکنید.

٤- امنیت شما مسئولیت شماست و شما خود باید بیش از هر کس دیگر به این مسئولیت به‌پردازید.

٥- حفظ سلامتی خود و دیگران به‌عنوان یک وظیفه انسانی و اسلامی از اهم واجبات است، به‌خصوص در محیط‌های کارگاهی که با خطرات بیشتری مواجه می‌شوید، از اهمیت بالاتری برخوردار است.

٦-۲ ایمنی و حفاظت فنی درکارگاه جوشکاری

حرفه جوشکاری، مانند سایر مشاغل صنعتی دارای خطرات بالقوه‌ای است. در صورت شناخت عوامل خطرساز و آگاهی در خصوص نکات ایمنی و بهداشتی محیط کار و نیز رعایت آنها توسط همه افراد شاغل در کارگاه جوشکاری می‌توان از وقوع حوادث ناگوار جلوگیری کرد که در ادامه به معرفی عوامل خطرساز و راهکارهای مقابله با آنها پرداخته می‌شود.

٦-۲-۱ عوامل مخاطره آمیز در کارگاه های جوشکاری

به طور کلی خطرات بالقوه‌ای که پرسنل شاغل در کارگاه‌های جوشکاری را تهدید می‌کند به دو دسته تقسیم می‌شوند.

الف) خطرات عمومی

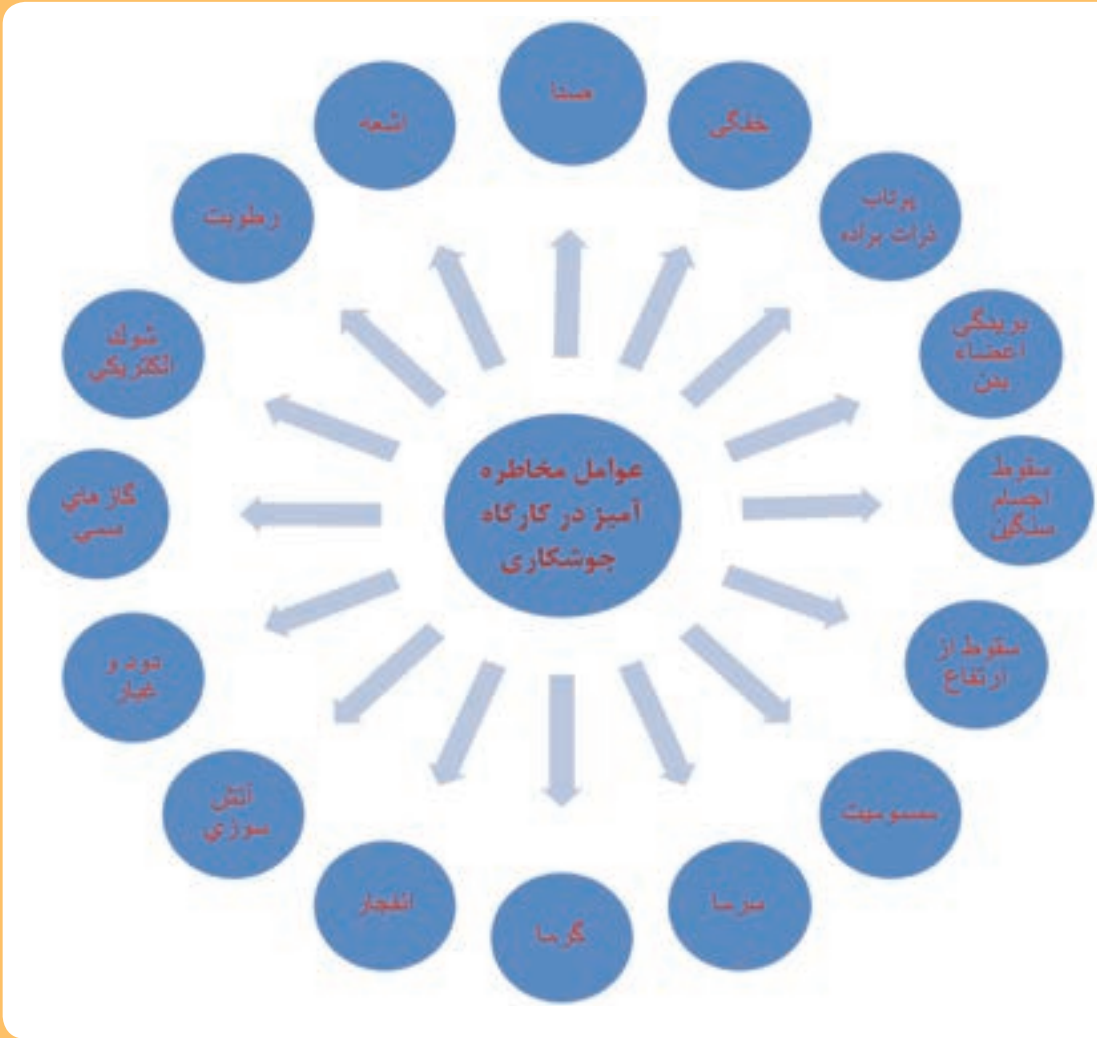
مثل: شکستگی اعضاء بدن در اثر سقوط یا برخورد اجسام، برق گرفتگی، جراحت و خونریزی، کوفتگی اعضاء بدن، سوختگی، مسمومیت‌های عمومی و خفگی

ب) خطرات ناشی از فعالیت جوشکاری

نظیر: مسمومیت ناشی از تنفس گازهای جوشکاری، برق‌زدگی چشم‌ها بوسیله قوس جوشکاری، سوختگی اعضاء بدن توسط اشعه‌های جوشکاری، شوک الکتریکی در اثر تماس بدن با جریان جوشکاری، آسیب‌دیدگی گوش، ناشی از صدای زیاد عملیات جوشکاری و سنگ زنی، ورود براده‌های ریز به چشم در اثر عملیات جوشکاری و سنگ زدن

در نمودار (۱-۶) به مهم‌ترین عوامل مخاطره‌آمیز حرفه جوشکاری اشاره شده است.

نمودار (۱-۶)



عوامل مخاطره آمیز در محیط کارگاه جوشکاری

بحث کنید

به نظر شما چه عوامل دیگری در کارگاه جوشکاری ایمنی فرد جوشکار را تهدید می‌کند؟

۶-۳ راهکارهای مقابله با خطرات در کارگاه جوشکاری

۶-۳-۱ تهویه کارگاه جوشکاری

در حین فعالیت‌های جوشکاری و برشکاری به دلیل ایجاد دمای بالا در منطقه قوس و حوضچه مذاب مقدار زیادی دود، غبار، و گازهای سمی ناشی از سوختن اجزاء تشکیل دهنده پوشش الکترود آن تولید می‌شود. هم‌چنین به دلیل بخار شدن مقدار کمی از مواد مذاب، بخارات فلزی تولید می‌گردد که برای سلامتی جوشکاران و افراد شاغل در کارگاه مضر می‌باشند (شکل ۱-۶).

شکل (۱-۶)

در هنگام جوشکاری دود و مواد مضر زیادی تولید می گردد

برای خارج کردن گازهای مضر از محیط کارگاه از سیستم تهویه استفاده می‌شود که در شکل (۲-۶) نمونه‌ای از سیستم تهویه موضعی جهت خارج کردن آلودگی‌های ناشی از جوشکاری نشان داده شده است. سیستم‌های تهویه به طور معمول بر اساس مکش هوای آلوده داخل کارگاه به صورت عمومی یا موضعی از طریق نصب هودهای ثابت و متحرک کار می‌کنند.

با توجه به شرایط کار جوشکاری بهتر است در صورت امکان از هر دو سیستم موضعی و عمومی برای خارج کردن آلودگی‌های ناشی از جوشکاری استفاده کرد. زیرا به کمک سیستم تهویه مصنوعی بلافاصله پس از متصاعد شدن دود می‌توان آنرا مکش کرد و از پخش شدن آن در فضای کارگاه جلوگیری کرد. هم‌چنین برای خارج کردن دود و غبارهایی که به هر دلیل ممکن است در فضای کارگاه پخش شونده از سیستم تهویه عمومی نظیر: فن‌های الکتریکی کمک گرفت.

شکل (۲-۶)

نمونه‌ای از سیستم تهویه موضعی در اتاقک‌های مخصوص جوشکاری

به هر صورت با توجه به شرایط خاص جوشکاری بهتر است سیستم تهویه مصنوعی به نحوی طراحی و ساخته شود تا دودهایی را که از محل جوشکاری متصاعد می‌شوند، مطابق شکل (۳-۶)مکش کرده و از رسیدن آن به سروصورت جوشکار جلوگیری گردد.

شکل (۳-۶)

سیستم تهویه قابل انعطاف، دودهای متصاعد شده را مکش کرده و مانع از رسیدن آن به صورت جوشکار می شود.

۲-۳-٦ حریق و اصول اطفاء آن

آتش‌سوزی یکی از خطرات بالقوه حرفه جوشکاری است و سوختگی یکی از رایج‌ترین و دردناک‌ترین آسیب‌هایی است که در کارگاه های جوشکاری رخ می‌دهد. به طور کلی برای ایجاد آتش سه عامل اصلی نیاز است که از آنها به عنوان مثلث آتش نام می‌برند که در شکل (٤-٦) نشان داده شده است.

۱- ماده سوختنی که می‌سوزد.

۲- اکسیژن که عامل سوختن است.

۳- گرما که برای شروع سوختن لازم است.

شکل (۴-۶)

سه عامل اصلی برای ایجاد آتش

الف) ماده سوختنی

مواد قابل اشتعال در هر سه حالت ماده (جامد، مایع و گاز) وجود دارند از مواد جامد قابل اشتعال می‌توان چوب، مواد سلولزی، لاستیک، پلاستیک، پارچه و کاغذ را نام برد که به طور معمول دارای سرعت سوختن کند یا آرام هستند. در شکل (٥-٦) احتراق ناشی از مواد جامد قابل سوختن را مشاهده کنید.

شکل (۵-۶)

احتراق ناشی از مواد جامد قابل سوختن

مایعات قابل اشتعال نظیر: نفت، گازوئیل، بنزین، الکل و روغن دسته دوم مواد قابل اشتعال راتشکیل می‌دهند که دارای درجه سوختن متوسط و تند می‌باشند. شکل (٦-٦) احتراق ناشی از مواد نفتی را در یک مخزن ذخیره سوخت نشان می‌دهد.

شکل (۶-۶)

احتراق ناشی از مواد نفتی را در یک مخزن ذخیره سوخت

دسته سوم مواد قابل اشتعال گازهای سوختنی مثل: بوتان، پروپان، متان و استیلن هستند که دارای درجه سوختن بسیار تند یا ناگهانی هستند، به طوری که سوختن آنها ایجاد انفجار می‌کند.

ب - اکسیژن:

اکسیژن عامل احتراق است و حدود $\frac{۱}{۵}$ حجم هوا را تشکیل می‌دهد.

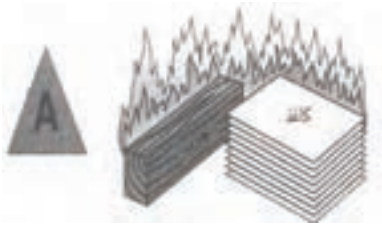
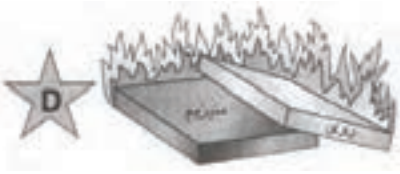
ج) گرما:

یکی دیگر از عوامل لازم برای احتراق گرما است. زیرا برای اینکه اجسام شروع سوختن کنند لازم است تا درجه حرارت معینی گرم شوند که به آن درجه حرارت اشتعال[۱] گویند.

٤-٦ طبقه‌بندی آتش سوزی

از طرف کارشناسان و متخصصین آتش‌نشانی برای مقابله صحیح و اصولی با حریق، آتش‌سوزی‌ها را به چهار سطح با کلاس(A، B، C و D)تقسیم می‌نمایند که در جدول (١-٦) توضیح داده شده است.

۱ - درجه حرارت اشتعال هر ماده سوختنی عبارت است از درجه حرارتی که آن ماده شروع به سوختن می‌کند.

جدول (۱-۶) تقسیم‌بندی آتش‌سوزی و اصول اطفاء آن‌ها		
کلاس آتش	اصول اطفاء	تصویر
A	آتش سوزی‌های نوع A توسط موارد جامد قابل احتراق معمولی مانند برگ، خاشاک، کاغذ، چوب و پارچه ایجاد می شود. این نوع آتش سوزی ها را باید با استفاده از آب و یا مواد خاموش کننده آتش پایه آبی و یا پوشاندن مواد قابل اشتعال توسط یک ماده خشک شیمیایی چند منظوره خاموش نمود. خاموش کننده هایی نظیر مخازن آب تحت فشار ، مواد شیمیایی خشک چند منظوره، جهت خاموش کردن آتش های نوع A بسیار مناسب هستند. کپسول آتش نشانی نوع A با یک مثلث به رنگ سبز و حرف A در وسط آن مشخص می شوند.	
B	اگر آتش سوزی توسط مایعات قابل اشتعال نظیر: مشتقات نفتی مثل: الکل، بنزین، نفت، گازوئیل و گریس یا رنگ ایجاد گردد، آتش سوزی از نوع B می‌باشد. آتش‌های نوع B را باید از طریق «خفه کردن» خاموش نمود. در نتیجه باید از کپسول‌هایی استفاده شود که پوششی برروی مواد آتش‌زا ایجاد نموده و از این طریق آتش را خاموش می‌کنند. از موادی نظیر: مواد شیمیایی خشک معمولی و یا چند منظوره مثل: دی‌اکسیدکربن، هالون، یا ماده فلوئوروپروتئن، جهت خاموش نمودن استفاده می‌شود. کپسول آتش‌نشانی نوع B با حرف B در وسط آن مشخص می شود	
C	آتش‌سوزی‌هایی که در تجهیزات برقی مثل دستگاه جوشکاری رخ می‌دهد، از نوع C است. این نوع آتش‌سوزی‌ها را باید توسط یک ماده خاموش کننده نارسانا خاموش کرد تا از برق گرفتن اجتناب شود. قبل از انجام هر کاری باید سریع جریان برق را قطع کرد. موادی مانند: مواد خشک شیمیایی، دی‌اکسیدکربن و هالون برای خاموش نمودن این گونه آتش‌ها مناسب هستند. کپسول آتش‌نشانی نوع C با حرف C در وسط آن مشخص می‌شود	
D	آتش‌سوزی‌های نوع D توسط فلزات قابل اشتعال مانند: ذرات و براده‌های فلزاتی مانند: منیزیم، سدیم، پتاسیم و.....رخ می‌دهد. این نوع آتش‌ها را باید با خفه کردن، توسط ترکیبات پودری خشک که در کپسول‌های مخصوص برای این نوع آتش‌سوزی‌ها وجود دارند، مهار نمود. کپسول آتش‌نشانی نوع D با حرف D در مرکز آن مشخص می‌شود.	

۶-۵ پیش‌گیری از آتش سوزی از طریق تهویه فضای جوشکاری

تهویه فضای جوشکاری از مواد قابل اشتعال یکی از راه کارهای موثر جهت جلوگیری از وقوع آتش‌سوزی می‌باشد. به عنوان مثال: برای جوشکاری مخازن ذخیره مایعات قابل اشتعال ضرورت دارد قبل از عمل سنگ‌زنی و جوشکاری و یا برشکاری، مخزن به طور کامل تخلیه و تمیز گردد، تا انفجار رخ ندهد. هم‌چنین می‌توان مخزن را تا نزدیک محل جوشکاری از آب پر کرد و سپس اقدام به جوشکاری نمود.

۶-۶ اطفاء حریق

احتمال وقوع آتش‌سوزی همیشه وجود دارد. بنابراین لازم است جوشکاران و کلیه افرادی که در کارگاه جوشکاری کار می‌کنند روش‌های اطفاء حریق را فراگیرند و در دوره‌های آموزشی زیر نظر مربیان اطفاء حریق شرکت نمایند. ولی در حالت کلی چنانچه در شرایط آتش‌سوزی یکی از اجزاء مثلث آتش را حذف کنیم، آتش از بین می‌رود. بدین ترتیب در کلیه فعالیت‌های آتش‌نشانی و یا موادی که برای اطفاء حریق استفاده می‌شود، هدف از بین بردن یک یا چند جزء مذکور می‌باشد.

شکل (۶-۷)

آتش‌نشانان برای مقابله با آتش یک یا چند عامل ایجاد آنرا از بین می برند.

تحقیق کنید

با توجه به مثلث آتش، در مورد حذف هر یک از عوامل سه گانه ایجاد آتش مواردی را بیان نمائید؟

به طور معمول در کلیه سازمان‌ها، واحدهای صنعتی و کارگاهی جهت مواجهه با آتش و آتش‌سوزی تمهیدات مختلفی بکار گرفته می‌شود که استفاده از کپسول‌های آتش‌نشانی جزء متداول‌ترین تجهیزات به حساب می‌آیند. بنابراین در این قسمت به معرفی آنها می‌پردازیم

۱-٦-٦ کپسول های آتش نشانی

کپسول‌های آتش‌نشانی با شکستن مثلث آتش، دما، سوخت یا اکسیژن را از آتش می‌گیرند و یا در واکنش زنجیره‌ای ترکیب اکسیژن با ماده سوختنی اختلال ایجاد می‌کنند. اغلب آنها هم آتش را سرد می‌کنند و هم اکسیژن را از آتش می‌گیرند. در کارگاه‌های جوشکاری بیشتر از کپسول‌های آتش‌نشانی محتوی کف، دی‌اکسیدکربن همراه با پودرهای شیمیایی خشک استفاده می‌کنند (شکل ۸-٦). در هنگام استفاده از دی‌اکسیدکربن و کف بهتر است طوری عمل شود که این مواد ابتدا اطراف آتش را بگیرند و سپس بطرف مرکز آتش تخلیه شوند.

شکل (۸-۶)

نمونه ای از کپسول های آتش نشانی که به طور معمول در کارگاه های جوشکاری وجود دارند.

چند نکته در خصوص محل استقرار کپسول‌های آتش‌نشانی

- از نوع متناسب به مواد سوختنی و در موقعیت نزدیک به آن نصب گردد.
- در ارتفاعی نصب شوند که به راحتی قابل دسترسی باشند.
- در محلهایی قرار گیرند که در معرض دید باشند.

۶-۷ اشعه های مضر در جوشکاری

در حین جوشکاری قوسی اشعه‌های مختلفی تولید می‌شود که لازم است جهت کاهش خطرات و عوارض ناشی از آنها ابتدا اشعه‌ها را بشناسیم و اثرات و عوارض ناشی از آنها را بدانیم تا نسبت به مقابله با آنها اقدام کنیم.

به طور کلی سه نوع اشعه یا پرتو در قوس جوشکاری تولید می‌شوند که در جدول (۲-۶) توضیحات تکمیلی در این خصوص آورده شده است.

جدول (۲-۶) معرفی اشعه‌های جوشکاری، ویژگی‌ها و اثرات آن‌ها

ردیف	نوع اشعه جوشکاری	ویژگی ها و مضررات آن
۱	اشعه مادون قرمز	اشعه مادون قرمز با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شود بلکه به صورت حرارت احساسی می‌شود و چنانچه فرد به طور مستقیم در معرض آن قرار گیرد باعث سوختگی پوست می‌شود و با فیلتر شیشه‌ای مناسب براحتی می‌توان جلو آن را گرفت.
۲	اشعه ماوراء بنفش	اشعه ماوراءبنفش با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شود. این اشعه یکی از خطرناک‌ترین اشعه‌ها است که در قوس جوشکاری تولید می‌شود. چنانچه چشم یا هر نقطه دیگر از پوست جوشکار در معرض تابش این اشعه قرار گیرد به شدت دچار سوختگی می‌شود. این اشعه از لباس‌های نازک، لباس‌های دارای رنگ روشن و کلاهای جوشکاری آسیب دیده عبور می‌کنند. به علاوه (اکسیژن O_2) در مجاورت این اشعه به O_3 (اوزون) تبدیل می‌شود که برای مخاط مجاری تنفسی بسیار خطرناک است.
۳	نور مرئی	نور مرئی با چشم دیده می شود و اگر چه نور مرئی شدید باعث ایجاد فشار به چشم می‌شود و بایستی از آنها پرهیز شود ولی خیلی خطرناک نیست. هم‌چنین کمبود بیش از حد آن نسبت به شرایط نرمال در دراز مدت سبب آسیب دیدن چشم می‌شود.

۸-٦ شوک الکتریکی

در کارگاه جوشکاری انواع مختلف تجهیزات و وسایل برقی وجود دارند نظیر: دستگاه‌های جوشکاری، برشکاری، ماشین‌کاری، کوره‌های الکتریکی، سنگ‌زنی و غیره که اکثر این دستگاه‌ها با برق سه فاز کار می‌کنند. هم‌چنین بدلیل مصرف بالای جریان الکتریسته توسط ماشین‌ها و دستگاه‌های مختلف از تابلوهای برقی و کابل‌های با ظرفیت بالا استفاده می‌شود. لذا یکی از خطراتی که همواره شخص جوشکار و همکاران او را در کارگاه تهدید می‌کند خطر برق گرفتگی است. بنابراین برای جلوگیری از خطر برق گرفتگی و ایجاد آتش سوزی‌های ناشی از آن ضروری است یک‌سری اقدامات و تمهیدات ایمنی بکار گرفته شود که در جدول (۳-٦) به موارد مهم در این خصوص اشاره شده است.

جدول (۳-۶) تمهیدات ایمنی برای مقابله با خطر برق گرفتگی در کارگاه جوشکاری

نوع تمهید ایمنی	
قبل از اتصال دستگاه های برقی به پریز برق از سالم بودن کابل‌های برق وعایق بودن اتصالات مطمئن شوید.	
اتصالات الکتریکی بایستی محکم باشند تا از ایجاد جرقه و افزایش مقاومت الکتریکی جلوگیری شود.	
سیم‌ها و کابل‌های برق باید متناسب با ظرفیت جریان مصرفی دستگاه انتخاب شود در غیر این‌صورت سیم داغ شده و عایق خود را می‌سوزاند. هرگز روی دستگاه‌های برقی آب نریزید و با دست مرطوب لوازم برقی را لمس نکنید.	
تمام دستگاه‌های برقی دارای بدنه فلزی، لازم است دارای سیم اتصال به زمین باشند.	

ادامه جدول (۳-۶) تمهیدات ایمنی برای مقابله با خطر برق گرفتگی در کارگاه جوشکاری

کابل‌های برق هرگز نباید در تماس با اشیاء تیز و برنده یا قطعات داغ قرار گیرند.	
کابل‌های جوشکاری لازم است به طور منظم بازرسی شوند تا در صورت هرگونه آسیب دیدگی بلافاصله تعویض شوند و نیز محل تماس انبر اتصال تمیز و عاری از رنگ یا چربی باشد.	
به علائم و نشانه‌های هشداردهنده دقیقاً توجه کنید	
در هنگام ترک کارگاه جریان الکتریکی را از کلید اصلی قطع کنید.	
به مشخصات فنی دستگاه دقت شود و متناسب با شرایط و ویژگی‌های دستگاه از آن بهره‌برداری گردد. مثل: سیکل کاری، محدوده شدت جریان، ولتاژ و...	
در دستگاه‌های جوشکاری حین کار مقدار زیادی حرارت تولید می‌کنند که به کمک یک فن الکتریکی خنک می‌شوند، لذا دقت کنید فن دستگاه که باید همیشه سالم و موقع روشن بودن دستگاه در گردش باشد. بنابراین مقتضی است در ابتدای کار که دستگاه را روشن می‌کنیم از سالم بودن و کارکرد صحیح آن اطمینان حاصل کنیم.	
محیط کار جوشکاری و کابین جوشکار حتی‌الامکان باید تمیز باشد و از تجمع و انباشته شدن ابزار، ضعایعات و اشیاء اضافی جلوگیری شود، مثل: انداختن ته مانده الکترودها و رها کردن قطعات کار جوشکاری شده در داخل کابین.	
الکترودهای جوشکاری بایستی به اندازه مصرف شود، یعنی نه تا انتها مصرف کرد که باعث داغ شدن انبر جوشکاری و صدمه دیدن آن شود و نه تا نیمه مصرف کرد و دور ریخت. به‌طور معمول مقدار بهینه برای قطع کردن قوس و انداختن ته مانده الکترود در ظرف مخصوص جمع‌آوری ضایعات حدود ۳ تا ۵ سانتیمتر است.	

۹-٦ وسایل ایمنی فردی

به منظور حفاظت افراد شاغل در کارگاه‌های صنعتی و از جمله پرسنل جوشکار درکارگاه‌های جوشکاری لازم است متناسب با شرایط کار از وسایل ایمنی فردی استفاده شود.که در جدول (٤-٦) به مهم‌ترین وسایل ایمنی فردی برای جوشکاران اشاره شده است.

جدول (۴-۶) معرفی وسایل ایمنی فردی برای حرفه جوشکاری

ردیف	نوع وسایل ایمنی	ویژگی ها و مشخصات	تصویر
۱	لباس کار عمومی	لباس کار عمومی برای کارگاه‌های جوشکاری بهتر است از پارچه‌های ضخیم پشمی وکتانی با رنگ تیره تهیه شوند.	
۲	پوشش تکمیلی جوشکاران	با توجه به شرایط حرفه جوشکاری بهترین جنس برای پوشش تکمیلی جوشکاران چرم است نظیر: کلاه، پیش بند، آستین بند، پابند، دستکش که در تصویر (۳۹-٤) تعدادی از این وسائل نشان داده شده است.	
۳	ماسک و عینک جوشکاری	چشم حساس‌ترین عضو بدن انسان است، لذا باید از هرگونه صدمه و آسیب مصون ماند. از طرفی در صورت بروز خراش و جراحت چشم به سختی معالجه شود. بنابراین ضروریست متناسب با شرایط فرآیند جوشکاری و برشکاری یا سنگ زدن و تمیزکاری نسبت به انتخاب شیشه‌های رنگی یا سفید که بتواند ضمن حفاظت فیزیکی چشم جهت جلوگیری از ورود ذرات و براده‌های تیز از رسیدن اشعه‌های مضر به چشم که می‌توانند سبب سوختگی اجزاء داخلی چشم و خستگی آن شوند جلوگیری کنند.	

جدول (۴-۶) معرفی وسایل فری برای حرفه جوشکاری

۳	ماسک و عینک جوشکاری	امروزه عینک‌ها و ماسک‌های جوشکاری در انواع و مدل‌های مختلفی ساخته می‌شوند و در بازار موجود می‌باشند شیشه عینک‌ها و ماسک‌ها ممکن است یک جداره و یا دو جداره باشد یعنی یک شیشه سفید معمولی برای برشکاری با سنگ زدن که هدف حفاظت فیزیکی چشم است به اضافه یک شیشه رنگی با درجه تاری متناسب با نوع فرآیند جوشکاری و اشعه‌های مضر آن که در موقع جوشکاری و همزمان با برقراری قوس جلو چشم قرار می‌گیرد. حتی در موقع تک خال زدن باید از ماسک سالم با شیشه مناسب استفاده گردد.	
٤	گوشی محافظ	در کارگاه‌های جوشکاری که انجام عملیات برشکاری و سنگ زنی تولید صداهای گوش خراش و بالاتر از حد مجاز (۸۵ دسیبل) می‌کنند لازم است از حفاظ مخصوص گوش استفاده کرد. این کار هم‌چنین جلو ورود گرد و غبار را به بخش‌های میانی و داخل گوش می‌گیرد.	
٥	کفش ایمنی	کفش‌های ایمنی مناسب برای کارگاه‌های جوشکاری لازم است دارای پنجه فولادی باشند چون خطر سقوط اجسام سنگین و تیز وجود دارد. هم‌چنین به‌دلیل خطر برق گرفتگی باید دارای تخت لاستیکی و ضخیم باشد. کارکردن با کفش خیس و کفش‌های پاره احتمال برق گرفتگی و صدمه دیدن کارگران را زیاد می‌کند.	

۱۰-٦ ضوابط ایمنی و بهداشت کار

برای دست‌یابی به محیط کار ایمن، لازم است فعالیت‌های ایمنی و بهداشتی به‌صورت صحیح اجرا شود و هر فردی در هر سطح شغلی از خود بپرسد:

- آیا کاری که انجام می‌دهد درست و ایمن است؟
- آیا در محیط اطراف او عاملی وجود دارد که سلامت خود و همکارانش را تهدید نماید؟

ایمنی را به هم‌دیگر یادآور شوید.

هر فرد بایستی در شناخت اصول و ضوابط ایمنی کوتاهی نکند. در همه مسائل به دانش خود اکتفا نکند و از اطلاعات افراد بهره‌مند شده و نیز روزبه‌روز دانش خود را در زمینه ایمنی افزایش دهد.

تمام افراد متناسب با رده و سمت شغلی در ایجاد محیط ایمن و بهداشتی مسئول می‌باشند. در جداول (٥-٦ و٦-٦) به بعضی از مهم‌ترین وظایف کارفرمایان و پرسنل کارفرما اشاره شده است.

جدول (٥-٦) وظایف و مزیت های ضوابط ایمنی و بهداشت کار برای کارفرمایان

وظایف کارفرمایان	مزایای رعایت اصول ایمنی برای کارفرما
۱- نصب تابلوهای هشداردهنده مناسب در محل‌های لازم	۱- کاهش حوادث
۲- وضع مقررات، دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی	۲- افزایش کیفیت محصول
۳- نظارت و کنترل دقیق عوامل ایمنی و بهداشتی از طریق افراد متخصص	۳- افزایش کارایی کارکنان
٤- تهیه و تدارک تجهیزات ایمنی و بهداشتی متناسب با فعالیت کارگاه	٤- کاهش خطاها
٥- آموزش پرسنل و ایجاد سیستم انگیزش جهت رعایت و بکارگیری مسائل ایمنی و بهداشتی	٥- کاهش مخارج درمانی کارگران
٦- پیش‌بینی ابزار و تجهیزات آتش‌نشانی و کمک‌های اولیه و نیز سیستم‌های هشداردهنده مثل: حریق، نشت گاز، اتصالات الکتریکی و...	٦- استفاده بهتر از نیروی انسانی
۷- جایگزین کردن فرآیندهای خطرساز توسط روش‌های ایمن‌تر و بهبود مستمر آنها	۷- کاهش مخارج تولید

جدول (۶-۶) وظایف و مزیت های ضوابط ایمنی و بهداشت کار برای پرسنل	
وظایف پرسنل	مزایای رعایت اصول ایمنی برای کارگران
۱- بازرسی منظم ماشین‌آلات و دستگاه‌های مورد استفاده جهت اطمینان از سالم بودن آنها ۲- استفاده صحیح و کامل از وسایل حفاظت فردی و گروهی مثل: لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی و غیره ۳- فراگیری مسائل ایمنی و بهداشتی و التزام عملی به رعایت آنها ٤- پرهیز از شوخی و اقدامات خطرناک ٥- خودداری از کار در زمان خستگی، شرایط غیرایمن و یا بیماری ٦- توجه به علائم هشداردهنده ایمنی و بهداشتی ۷- اجرای صحیح فعالیت‌های کاری به‌صورت ایمنی ۸- تغییر در نگرش‌ها و عادت‌هایی غلط غیرایمن و غیربهداشتی	۱- افزایش روحیه و نشاط ۲- کاهش فشار کار ۳- کاهش جراحات و صدمات ٤- کاهش مخارج و هزینه‌ها ٥- افزایش راحتی ٦- افزایش سطح رفاه و سلامتی ۷- افزایش کارایی ۸- کاهش حوادث

۱۱-٦ آشنایی با کمک‌های اولیه

کمک‌های اولیه، مجموعه اقدامات و مراقبت‌هایی است که هنگام وقوع حادثه صورت می‌گیرد. هدف اصلی از این اقدامات جلوگیری از مرگ، پیش‌گیری و جلوگیری از پیشرفت ضایعات، صدمات و عوارض بعدی و یا کاهش درد و رنج مصدوم پیش از رسیدن پزشک و انتقال به مراکز درمانی است. این اقدامات می‌توانند شامل اقدامات جسمی و یا روحی باشند.

در کارگاه‌های جوشکاری مثل همه محیط‌های کاری دیگر ممکن است به‌دلایلی حوادثی مثل آتش سوزی، برق‌گرفتگی مسمومیت و غیره اتفاق بیافتد. در چنین شرایطی لازم است تا موقع رسیدن عوامل آتش‌نشانی و اورژانس یک‌سری اقدامات جهت کمک به حادثه دیده‌گان از طرف همکاران و افراد حاضر در محل حادثه صورت گیرد.

۱-۱۱-٦ اهداف و وظایف امدادگر

هدف امدادگر، نجات و یا زنده‌نگاه داشتن شخص یا اشخاص آسیب‌دیده قبل از اعزام به مراکز درمانی است. در راستای این هدف اصلی، امدادگر باید ابتدا از وارد آمدن صدمات جدید جلوگیری نموده و جلوی شدت یافتن عارضه حادث شده را بگیرد. در مرحله بعد، امدادگر موظف است تا ضمن تدارک امکانات

درمانی برای بیمار و یا رساندن بیمار به محلی که این‌گونه تدارکات در آنجا فراهم است (مثل بیمارستان)، اقداماتی را در حد توان خود برای بهبود حال بیمار انجام دهد.

مجموعه وظایف امدادگر را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

۱- حفظ خونسردی

۲- انتقال مصدوم از محیط پرخطر به محیط با حداقل امنیت (مثل انتقال به خارج از ساختمانی که دچار حریق شده‌است.)

۳- روحیه دادن به مصدوم و خودداری از تضعیف روحیه وی (درصورت لزوم)

٤- بازرسی راه‌های تنفسی و علایم حیاتی

٥- تعیین نوع جراحات و ضایعات برای تعیین نوع اقدامات لازم

۷- کنترل خونریزی داخلی و خارجی، بررسی علایم مسمومیّت، شکستگی‌ها و سایر آسیب‌ها برحسب اولویت

۸- فراهم کردن امکان آسایش و راحتی بیمار تا رسیدن امکانات درمانی

مهم‌ترین مواردی که نیاز به اقدام امدادگر دارد را نیز می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

- مسمومیت
- اشکالات تنفسی و خفگی
- خونریزی خارجی و داخلی
- گزیدگی
- سوختگی
- گرمازدگی و سرمازدگی
- آسیب‌های چشمی
- کوفتگی و ضرب‌دیدگی
- آسیب‌های ورزشی
- بیهوشی و اغماء
- مشکلات قلبی
- زخم‌ها
- شوک زدگی
- برق گرفتگی
- آفتاب سوختگی
- شکستگی و دررفتگی استخوان
- عوارض ناشی از بیماری‌های مزمن
- خودکشی‌ها و مشکلات شدید روحی

۲-۱۱-٦ ارزیابی اولیه مصدوم و بیمار

بدنبال اطمینان از امنیت محل استقرار خود و مصدوم باید به ارزیابی اولیه علایم حیاتی و هر عاملی که حیات مصدوم را در معرض خطر قرار می‌دهد، بپردازد (در این ارزیابی سوال مهم این است که آیا مصدوم بیهوش است و یا موارد تهدید کننده حیات وجود دارد؟) سپس بلافاصله اقدامات لازم جهت رفع خطر را انجام دهد. هر فرد بی‌هوش باید در معرض خطر تلقی شود زیرا راه هوایی وی ممکن است بسته شده باشد.

لازم به ذکر است جدول (۷-٦) روش معاینه اعضاء مهم فرد مصدوم را بیان می‌کند و جدول (۸-٦) روش ارزیابی علائم حیاتی را در فرد مصدوم تشریح می‌کند.

جدول (۷-۶) روش ارزیابی علائم حیاتی در افراد مصدوم

ردیف	موارد تحت ارزیابی	روش ارزیابی
۱	بررسی سطح هوشیاری مریض	ابتدا هوشیاری مریض را بررسی کنید، سعی کنید فقط شانه‌هایش را تکان دهید و مراقبت کنید تا سر و گردن او تکان نخورد (چون ممکن است شکستگی گردن در بین باشد)
۲	باز کردن مجاری هوایی	سعی کنید مجاری تنفسی را باز کنید. به عقب افتادن زبان و قرار گرفتن آن در برابر گلو شایع‌ترین علت انسداد راه هوایی در مصدومین بیهوش است. اجسام خارجی و آسیب به مجاری هوایی نیز می‌توانند باعث انسداد راه هوایی شوند. علایم انسداد راه هوایی: در صورت انسداد کامل راه هوایی صدای تنفسی به گوش نمی‌رسد و صورت و لب‌ها کبود است و در انسداد ناقص راه هوایی صدای خفیف غل‌غل یا خرخر به گوش می‌رسد و نشان می‌دهد که ورود و خروج هوا به ریه خوب انجام نمی‌گیرد.
۳	بررسی تنفس	اگر راه هوایی مصدوم باز بود، تنفس او را چک کنید که آیا تنفس دارد یا نه؟ پس از باز نمودن راه هوایی با مانور سر به طرف عقب و چانه به طرف بالا، سر خود را نزدیک دهان مصدوم آورده سعی کنید با گوشتان صدای تنفس مصدوم را بشنوید. (با لاله گوش حرکت صدا را در مقابل دهان و بینی مصدوم حس کنید و با چشم‌هایتان حرکت قفسه سینه وی را ببینید.) اگر مصدوم تنفس دارد و بی‌هوش است او را در وضعیت بهبود قرار دهید (یعنی به پهلو، طوری‌که پای بالایش به سمت جلو و دست زیرش به سمت عقب برود.) تا ترشحات طبیعی دهان (یا استفراغ) وی وارد ریه‌ها نشود. و اگر تنفس ندارد تنفس به او دهید.
٤	بررسی وجود خونریزی	وجود خونریزی‌های شدید سبب از دست رفتن خون و نرسیدن خون به اندامهای حیاتی مانند مغز و کلیه و سرانجام پدیدار شدن شوک می‌شود. پس از کنترل موارد فوق‌الذکر (اطمینان از این که راه هوایی باز است (۱)، بیمار به خوبی نفس می‌کشد (۲)، و جریان خون به خوبی در رگها جاری است(۳)) که ارزیابی اولیه نام دارد. در مرحله بعدی ارزیابی کیفیت علایم حیاتی بیمار را بررسی می‌کنیم.
٤	بررسی وجود خونریزی	علایم حیاتی عبارتند از: نبض، تنفس، وضعیت پوست، سطح هوشیاری و فشار خون.
٥	بررسی سیستم گردش خون	نبض گردنی یا نبض کاروتید بیمار را برای اطمینان از وجود گردش خون و عمل‌کرد طبیعی قلب چک کنید.
٦	معاینه مصدوم	معاینه بالینی مصدوم باید پس از بررسی و اطمینان از طبیعی بودن علائم حیاتی بیمار انجام شود. که برای معاینه همیشه از ناحیه سر به سمت پایین بدن مصدوم معاینه صورت می‌پذیرد.

جدول (۸-۶) ارزیابی اولیه اعضاء شخص مصدوم و روش اجرای آن		
ردیف	عضو مورد معاینه	روش معاینه
۱	دهان	تنفس را چک کنید. به عمق، میزان و ماهیت آن (اینکه تنفس آسان است یا مشکل و صدادار یا آرام است) توجه کنید. داخل دهان را بررسی کنید تا مطمئن شوید چیزهایی مثل: استفراغ، خون، غذا، دندان مصنوعی و غیره که باعث بند آمدن نفس بیمار می‌شوند، در دهان وجود ندارد. لب‌ها را چک کنید و ببینید آیا کبود یا بیرنگ هستند یا نه (علامت مسمومیت هستند) پشت لب‌ها را نگاه کنید و دقّت کنید که آیا کبودی وجود دارد. چون کبودی لب‌ها نشانه خفگی است. دندان‌ها را آزمایش کنید. اطمینان یابید که دندان در گلوی بیمار نیفتاده باشد. مطمئن شوید که دندان‌های مصنوعی محکم به لثه چسبیده‌اند. در غیر این‌صورت دندان‌ها را از دهان خارج کنید.
۲	جمجمه	با ملایمت سر را از زمین بلند کنید، به دنبال خونریزی، ورم یا برآمدگی، فرورفتگی بگردید. اینها ممکن است نشانه شکستگی در جمجمه باشند.
۳	گردن و ستون فقرات	یقه را شل کنید، انگشتان خود را روی ستون فقرات قرار دهید و از بالای گردن تا به پایین بدن (تا آنجا که دستتان می‌رسد) انگشتان خود را با ملایمت در فرورفتگی پشت قرار دهید و بدون آنکه باعث حرکت مصدوم شوید یا لباسش را درآورید از روی لباس تا آنجا که ممکن است بالا و پایین پشت را بررسی کنید. تا اطمینان حاصل کنید که دررفتگی و یا شکستگی روی ستون فقرات وجود دارد یا خیر؟ به وجود یا عدم وجود بی‌نظمی در ستون فقرات دقت کنید. چون بی‌نظمی در ستون فقرات احتمالا نشانه شکستگی است.
۳	گردن و ستون فقرات	مصدومی را که احتمال می‌دهید آسیب مهره‌های گردنی یا کمری داشته باشد، تکان ندهید به‌خصوص اگر بی‌هوش باشد. برای معاینه از هر دو دست استفاده نمایید، به صورتی که بتوانید دو سمت بدن را با هم مقایسه کنید.
٤	بینی و گوش‌ها	باید از نظر احتمال وجود اشیاء خارجی چک شوند. در بینی و گوش‌ها به‌دنبال نشانه‌هایی از خون و یا مایع شفاف نخاعی یا مخلوط هردو باشید که احتمال دارد بیان‌گر شکستگی در جمجمه باشند. نزدیک گوش مصدوم صحبت کنید تا شنوایی او را بسنجید.
٥	صورت	به رنگ صورت دقت کنید، ممکن است رنگ پریده یا برافروخته باشد، و حتی ممکن است در صورت اشکال در تنفس کبود باشد. در همان حال به حرارت صورت توجه کنید. ببینید که به طور غیرعادی سرد است یا گرم. به حالت پوست توجه کنید که خشک ، مرطوب یا عرق کرده است یا خیر؟

۳-۱۱-۶ جعبه کمک‌های اولیه

جعبه کمک‌های اولیه، جعبه یا کیفی است که حاوی ابزار، مواد و تجهیزاتی است که در صورت لزوم می‌توان به وسیله آن اقدام به ارائه خدمات پزشکی (کمک‌های اولیه) تا رسیدن عوامل اورژانس و یا رسیدن فرد مصدوم به مراکز درمانی کرد.

نمونه‌ای از جعبه کمک‌های اولیه

۱-۳-۱۱-۶ محتوی جعبه کمک‌های اولیه

به‌طور کلی یک جعبه کمک‌های اولیه برحسب نوع نیاز، دارای لوازم و وسایل گوناگونی است. جعبه کمک‌های اولیه یک امدادگر حرفه‌ای با جعبه کمک‌های اولیه مورد استفاده در اتومبیل شخصی از نظر نوع وسایل و ملزومات تفاوت دارد. هم‌چنین جعبه کمک‌های اولیه مورد استفاده در منزل با جعبه کمک‌های اولیه در یک مدرسه از نظر حجم و تنوع وسایل داخل جعبه متفاوت است. در جدول (۹-۶) فهرست تقریبا کاملی از مواد، داروها و ابزار مورد نیاز در جعبه کمک‌های اولیه را نشان می‌دهد.

جدول (۹-۶) وسایل، داروها ومواد شیمیایی محتوی جعبه کمک‌های اولیه

مواد شیمیایی	داروها	وسایل و ابزار
محلول بتادین و سرم فیزیولوژی	آسپرین	نخ و سوزن بخیه
الکل سفید(ضد عفونی کننده)	استامینوفن	پنبه استریل
محلول آمونیاک (محرک تنفسی)	قرص بروفن	گاز یا تنظیف استریل در ابعاد مختلف
محلول ۲ درصد مرکورکروم (ضد عفونی کننده)	قرص‌های ضد اسهال	باند یا نوار در اندازه‌های مختلف
ژل سوختگی	قرص‌های ضد سرماخوردگی	پماد جنتامایسین و پماد تتراسیکلین
آمپول آدرنالین	آنتی هیستامین	ژل شوینده
کیت مارگزیدگی	قرص‌های ضد تهوع	درجه تب (ترمومتر)
آنتی‌شوک	داروهای ملین (روغن بادام)	قیچی
	قرص هیوسین	پنس، انبرک یا موچین
	قرص متوکلوپرامید یا پلازیل	سرنگ آماده برای تزریق ضروری در اندازه‌های ۲و ۵ و ۱۰ سانتیمتر مکعبی
	پماد سوختگی	تخته شکسته‌بندی کوچک و بزرگ (آتل)

ادامه جدول (۹-۶) وسایل، داروها ومواد شیمیایی محتوی جعبه کمک‌های اولیه		
	پماد گزیدگی حشرات	باند سه گوش و نواری
	آدرنالین	کیف یخ یا کمپرس سرد آنی
		کیسه آب گرم (مبارزه با سرما یا درد)
		چسب زخم
		لوکوپلاست یا نوار چسب که برای بستن و ثابت نگه داشتن پانسمان بکار می‌رود.
		پودر تالک (برای دستکش، ماساژ، نوزاد)
		گیلاس چشم‌شویی
		برس
		آئینه کوچک
		صابون، حوله و کبریت
		دستکش استرلیزه
		قرص‌های تصفیه آب
		باند زخم
		زانو بند
		سوت

۱۲-٦ توصیه‌های مهم امدادی

با توجه به ماهیت حرفه جوشکاری و شرایط کارگاه جوشکاری خطراتی نظیر: آتش‌سوزی، برق گرفتگی، شکستگی و بریدگی اعضاء بدن بیشتر اتفاق می‌افتد لذا در این قسمت به چند توصیه مهم در خصوص موارد فوق توجه فرمائید.

الف) به هنگام بروز حادثه

۱- پیشگیری از بروز حادثه‌ای جدید در محل از کارهای مهم می‌باشد.

۲- به هنگام بروز حادثه در خیابان یا جاده محل حادثه را با گذاشتن بالیز محدود کنید.

۳- اگر حادثه برق گرفتگی می‌باشد بلافاصله برق را قطع کنید.

٤- حادثه را به پلیس، آتش‌نشانی و یا پزشک اطلاع دهید. (همیشه شماره تلفن سازمان های امدادگر مثل: اورژانس بیمارستان‌ها و یا آمبولانس را در نزدیکی تلفن و یا در کیف خود داشته باشید).

۵- به عوامل امدادگر آدرس دقیق محل وقوع حادثه و تعداد نفرات و وضعیت آنان و نیز کمک‌های اولیه‌ای که انجام داده‌اید را اطلاع داده و فراموش نکنید که شماره تلفن خود را نیز بدهید.

ب) امداد و کمک‌های اولیه

در صورت بروز خونریزی فرد را به حالت خوابیده نگاه‌داشته و با قدرت هر چه تمام‌تر با کف دست به روی محل خونریزی تا رسیدن کمک فشار دهید. فراموش نکنید که برای این‌کار از دستکش پلاستیکی یا کیسه پلاستیکی استفاده کنید. (این برای پیشگری از سرایت احتمالی بعضی بیماریها توسط خون به بدن مصدوم می‌باشد.) دراز کردن فرد برای جلوگیری از بی‌هوشی و اغما به دلیل از دست دادن زیاد خون می‌باشد.

سه چیز را همیشه به خاطر داشته باشید

۱- هرگز مصدوم را ایستاده نگاه ندارید

۲- هرگز سعی نکنید تا جسمی خارجی را که در داخل عضو مجروح می‌باشد خارج کنید

۳- هرگز حتی اگر مصدوم از شما تقاضا کرد به او آب و غذا ندهید

بیشتر بدانیم

با توجه به اهمیت موضوع امدادرسانی در زمان وقوع حوادث، به‌خصوص در لحظات اولیه (تا زمان رسیدن عوامل اورژانس یا رساندن مصدوم به بیمارستان) در این قسمت یک سری نکات مهم در رابطه با عوارض ایجاد شده برای فرد مصدوم و ارائه کمک‌های اولیه ارائه می‌شود.

موضوع: نارسایی و ناراحتی قلبی

چگونه متوجه ناراحتی قلبی بشویم؟

فردی که دچار ناراحتی قلبی می‌شود شکایت از دردهای شدیدی در قفسه سینه خواهد کرد که همانند منگنه‌ای او را می‌فشارد و مضطرب است. هم‌چنین ممکن است دردی در بازو یا در پشت قفسه سینه یا ناحیه فک و شکم داشته باشد.

اقدامات ضروری

- به او پیشنهاد بدهید که دراز بکشد، مگر اینکه خود او حالت دیگری را ترجیح بدهد.

- سپس از او پرسید که از چه زمانی دردش آغاز شده است و آیا اولین بار است که چنین دردی را دارد یا خیر.
- در صورتی‌که قبلا هم دچار این درد گشته آیا دارویی استفاده می‌کرده است؟
- آیا تحت مداوا و زیر نظر پزشک می‌باشد؟
- آیا تا به حال در بیمارستان بستری شده است؟

جواب این سوال‌ها می‌تواند برای توضیح دقیق به پزشک اورژانس و کمک بهتر و سریع‌تر موثر باشد.

- تا رسیدن پزشک یا انتقال بیمار به بیمارستان در صورتی‌که برای این‌گونه دردها دارویی می‌خورده است آن دارو را به اندازه‌ای که توسط پزشک تجویز شده به او بدهید.
- به هیچ وجه سعی نکنید که سرخود دارویی را برای رفع دردها به او بدهید.
- تا رسیدن پزشک و یا آمبولانس در کنار او بمانید.

موضوع: از کار ایستادن قلب

شخصی که دچار سکته قلبی شده به حالت بی‌خودی فرو می‌رود و عکس‌العملی نشان نمی‌دهد و هرگاه از او سوال کنید جواب نداده و نفس هم نمی‌کشد. از کار ایستادن قلب در بزرگسالان اغلب بعد از توقف تنفس و یا سکته پیش می‌آید.

اقدامات ضروری

فرد در حالت بیخودی بوده و عکس العملی نشان نمی‌دهد لذا:

- آرام و با احتیاط سر او را عقب کشیده و چانه‌اش را به طرف بالا بگیرید تا مانع از افتادن زبان به داخل گلو شده و تنفس را مشکل نکند.
- داخل دهان او را بررسی کنید تا اگر چیزی نظیر پروتز یا دندان مصنوعی دارد، آن را در آورید.
- از عدم تنفس مطمئن شوید. دقت کنید، اگر شکم و سینه آن شخص بالا و پایین نمی‌شود و هیچ‌گونه صدای نفسی احساس نمی‌شود، یعنی عمل تنفس متوقف گشته است. اگر شخص دیگری حضور دارد از او بخواهید که بلافاصله برای خبر کردن پزشک و آمبولانس اقدام کند و در غیر این‌صورت خود اینکار را انجام دهید.
- تا قبل از رسیدن عوامل امدادگر اقدام به دادن تنفس مصنوعی کنید. (با هر دمی که در دهان او می‌دمید قفسه سینه‌اش بالا خواهد آمد).
- اگر با تنفس مصنوعی عکس‌العملی مشاهده نکردید تنفس دادن و ماساژ قلب با سرعت را به‌صورت

همزمان انجام دهید. برای اینکار ۱۵ بار برقسمت تحتانی قفسه سینه در زیر محل تلاقی دنده‌ها با سرعت ۱۰۰ بار در دقیقه فشار دهید.

◄ بعد از هر ۱۵ بار فشار بر قفسه سینه، دوبار عمیقا در دهانش بدمید و بلافاصله دوباره ۱۵ بار برقسمت تحتانی قفسه سینه همانند قبل فشار دهید. به طور مرتب دقیقه‌ای یک بار دقت کنید تا ببینید که آیا فرد عکس‌العملی نشان می‌دهد یا خیر و اگر باز هم تنفس نمی‌کرد این روش را ادامه دهید.

موضوع: روش تنفس دهان به دهان

با یک دست چانه را به طرف بالا کشیده و با انگشت شصت دهان را باز کنید. دست دیگر را روی پیشانی قرار داده و سر را به عقب کشیده و با انگشتان منافذ بینی را مثل گیره‌ای برای مانع شدن خروج هوا محکم ببندید. دهانتان را بر روی دهان شخص قرار داده و هوا را به تدریج در دهان او تا بالا آمدن قفسه سینه بدمید. سپس دهانتان را از روی دهان او برداشته، صاف بنشینید و نفس بکشید و منتظر شوید تا قفسه سینه فرد دوباره خالی از هوا شود و فرو رود. این عمل را تا رسیدن به نتیجه ادامه دهید.

در زمانی که فرد شروع به نفس کشیدن کرد او را به پهلو قرار دهید. زانو زده و پاهای او را در کنار هم قرار دهید. بازوی او را که به شما نزدیک‌تر است در طرف راست بدنش قرار داده و آرنجش را در حالی‌که کف دستش رو به بالاست خم کنید.

پشت دست دیگرش را بقل گوش او که در سمت شما می‌باشد قرار دهید. این‌کار برای ثابت نگاه داشتن سر و مانع شدن از خطر صدمه دیدن مهره‌های پس گردن می‌باشد.

با دست دیگر خود پای دیگر او را گرفته، زانویش را خم کرده و بلند کنید و به آرامی در حالی که زانویش را به سمت خود می کشد و در حالی‌که دست او را همچنان که در کنار گوشش قرار داده‌اید و بدون این‌که سرش حرکت کند بدن او را چرخانده و او را به پهلو قرار دهید.

زانوی خم شده را طوری قرار دهید که زاویه‌ای مستقیم با باسن داشته باشد و طوری بر زمین تکیه کند که ثابت بوده و مانع حرکت وی شود و دهانش را باز بگذارید.

توجه داشته باشید که زمانی که مصدوم شروع به نفس کشیدن کرد و تا زمانی که هنوز به‌خود نیامده است هرگز او را به پشت نگاه ندارید بلکه همان‌طور که بالاتر توضیح داده شد باید او را به پهلو قرار دهید.

موضوع: روش ماساژ قلب

برای ماساژ دادن قلب حتما باید فرد را روی سطح صاف و سخت نظیر: چوب یا زمین قرار دهید.

درکنار فرد و نزدیک قفسه سینه او زانو زده و دکمه‌های لباس او را باز کنید به‌طوری که قفسه سینه کاملا لخت باشد.

قسمت پایین یک کف دست خود را بدون اینکه فشاری وارد کنید در نیمه پایینی قفسه سینه مصدوم قرار داده و دست دیگر خود را در قسمت بالای قفسه سینه قرار دهید. سپس بدون اینکه دست‌هایتان را از روی قفسه سینه بردارید با نظم ۱۰۰ بار در دقیقه بر روی قفسه سینه فشار وارد کنید. بعد از هر ۱۵ بار که این عمل را انجام دادید دو بار تنفس دهان به دهان به گونه‌ای که پیش‌تر گفته شد اجرا نمایید.

موضوع: بی‌هوشی و اغما

فردی که در حالت بی‌خودی و بی‌هوشی و یا اغما می‌باشد نه قادر است که به سوالاتی ساده نظیر صدای مرا می‌شنوید؟ چه اتفاقی افتاده؟ جواب دهد و نه به آنچه که به او گفته می‌شد نظیر چشم‌هایتان را بازکنید و یا دست مرا بفشارید، عمل کند.

اقدامات ضروری

همان‌گونه که برای فردی که دچار ناراحتی قلبی توضیح داده شده باید او را به همان صورت به پهلو با دهان باز دراز کرده و برای این‌که راحت‌تر تنفس کند دکمه‌های پیراهن او را در قسمت قفسه سینه باز کنید.

موضوع:سوختگی

اقدامات ضروری

به مدت ۵ دقیقه محل سوختگی را بدون مالش آن در زیر آب سرد قرار دهید.

اگر قسمت سوخته شده در زیر لباس قرار گرفته، لباس را از تن شخص در آورید. مگر اینکه لباس بر اثر سوختگی به بدن چسبیده باشد.

اگر وسعت سوختگی زیاد است و یا طاول هایی بیش از وسعت کف دست فرد وجود دارند، سوختگی مهم به حساب می‌آید و می‌بایست شخص را از سمتی که سوخته نشده دراز کرد. اما اگر مشکل تنفسی دارد

او را به حالت نیمه نشسته قرار داده و بلافاصله آتش‌نشانی و آمبولانس و پزشک را مطلع کنید و تا رسیدن آنان مراقب فردی که دچار سوختگی شده باشید.

اگر سوختگی از اهمیّت زیادی بر خوردار نیست، می‌توان محل سوختگی را برای التیام درد بیشتر از ۵ دقیقه در زیر آب سرد قرار داد. اما مراقب باشید، اگر محل سوختگی گرم بود و یا ورم کرد و یا پس از گذشت ۲٤ ساعت همچنان درد داشت، می‌بایست به پزشک مراجعه کرد.

چرا محل سوختگی را در زیر آب سرد می‌گیریم؟

۱- این عمل باعث خنک شدن محل سوختگی می‌شود.

۲- درد سوختگی را التیام می‌دهد.

۳- در صورتی‌که سوختگی با مواد شیمیایی باشد، مانع وسعت و عمیق شدن سوختگی می‌گردد.

٤- در صورتی‌که سوختگی مهم باشد حداکثر می‌بایست محل سوختگی را ۵ دقیقه در زیر آب سرد قرار داد چون بیش‌تر از ۵ دقیقه منجر به سرد شدن بدن فرد مصدوم می‌شود.

موضوع: خوردن مواد شیمیایی

- فرد را دراز کرده و بدون اتلاف وقت و سریع گروه امداد را خبر کنید
- به هیچ وجه نوشیدنی به شخص ندهید چون خطر استفراغ شخص و بالا آوردن ماده شیمیایی وجو دارد.
- به هیچ وجه شخص را مجبور به استفراغ نکنید چون عبور مجدد ماده شیمیایی از مجراهای گوارشی زخمهای ایجاد شده را بیشتر و عمیق‌تر خواهد کرد.

موضوع: جراحت

چگونه جراحتی مهم را تشخیص دهیم؟

اگر وسعت جراحت زیاد و جراحت آلوده می‌باشد و یا جسمی خارجی در داخل عضو مجروح وجود دارد و یا جراحت روی شکم و یا سینه و یا چشم مصدوم می‌باشد، باید به آن اهمیت داده شود و جدی گرفته شود.

اقدامات ضروری

۱- بهتر است که شخص را دراز کنید و مانع تلاش او شده و بگذارید استراحت کند.

۲- گروه امداد را خبر کرده و تا رسیدن آنان مراقب فرد باشید.

۳- اگر جراحت در قسمت قفسه سینه می‌باشد شخص را به حالت نیمه نشسته نگاه دارید تا مشکلی برای تنفس نداشته باشد.

٤- اگر جراحت در ناحیه شکم می باشد فرد را دراز کرده و زانوهایش را برای تخفیف دادن درد و کمک به راحت‌تر تنفس کردن خم کنید.

۵- اگر جراحت در چشم می‌باشد فرد را به پشت خوابانده و سر او را به عقب خم کرده و چشمش را ببندید.

کارهایی که هرگز نباید صورت پذیرد:

۱- ایستاده نگاه داشتن شخص

۲- ضد عفونی کردن جراحت

۳- بیرون کشیدن جسم خارجی از عضو مجروح

٤- غذا و یا نوشیدنی دادن به فرد

کار عملی

زمان: ۲ ساعت

۱- حضور در کارگاه جوشکاری و آشنایی از نزدیک با عوامل خطر آفرین و وسایل ایمنی فردی و گروهی موجود در کارگاه جوشکاری و مرور ضوابط ایمنی و بهداشتی(۰/۵ ساعت)

۲- آشنایی با کپسول‌های آتش‌نشانی، ایجاد آتش و اجرای آزمایشی اطفاء حریق توسط کپسول آتش‌نشانی بوسیله افراد آموزش دیده و یا با کمک عوامل آتش‌نشانی (۱ ساعت)

۳- آشنایی با جعبه کمک‌های اولیه و وسایل موجود در آن(۰/۵ ساعت)

نمونه سؤالات آزمون پایانی

۱- منشاء به وجود آمدن گازها و بخارهای مضر در جوشکاری با الکترود روپوش‌دار کدام است؟

- الف) بخار شدن فلز در اثر حرارت زیاد جوشکاری
- ب) سوختن روپوش الکترود در گرمای قوس
- ج) عبور جریان برق با شدت زیاد از الکترود
- د) گزینه الف و ب

۲- چرا مخزن گازوئیل یا نفت سیاه با شعله کبریت مشتعل نمی‌شود؟

- الف) کبریت شعله کوچکی دارد.
- ب) گازوئیل سرد است.
- ج) شعله کبریت اکسیژن را می‌سوزاند.
- د) اکسیژن خالص وجود ندارد.

۳- مواد مایع قابل اشتعال در کدام کلاس آتش سوزی قرار دارند؟

- الف) A
- ب) B
- ج) C
- د) D

٤- کدام دسته از فلزات زیر به راحتی مشعل می‌شوند؟

- الف) آهن و چدن
- ب) روی و مس
- ج) سدیم و منیزیم
- د) قلع و سرب

۵- در کارگاه‌های جوشکاری برای اطفاء حریق بیشتر از کدام کپسول آتش نشانی استفاده می‌شود؟

- الف) محتوی کف
- ب) دی اکسید کربن
- ج) پودر شیمیائی خشک
- د) هر سه نوع

٦- اکسیژن در مقابل کدام اشعه به ازون تبدیل می‌شود؟

- الف) نور شدید
- ب) ماوراء بنفش
- ج) مادون قرمز
- د) نور آبی شعله

فصل ۷

تمرین کسب مهارت جوشکاری در سطح E۱

عنوان توانایی	زمان آموزش (ساعت)	
	نظری	عملی
قوس با الکترود روپوش‌دار توانایی جوشکاری در سطح E۱	–	۶۴

توانایی اجرای جوشکاری مطابق جدول زیر را داشته باشد.

جدول مواد لازم

ردیف	نوع جوش و اتصال	وضعیت جوشکاری	ضخامت میلی‌متر	نوع الکترود	شماره الکترود	زمان تمرین	نمایش اتصال
۱	گرده سازی و ایجاد خط جوش	PA, PF, PG	۵-۱۳	R, B, C	۳/۲	۱۰	
۲	جوش گوشه و اتصال T	PA	۴-۱۳	R, B	۴ و ۳/۲	۱۲	
۳	جوش گوشه و اتصال T	PB	۴-۱۳	R, B	۴ و ۲/۵	۱۰	
۴	جوش گوشه و اتصال T	PF	۴-۱۳	R, B	۳/۲ و ۲/۵	۲۰	
۵	جوش گوشه روی اتصال پروفیل	دلخواه	دلخواه	دلخواه	دلخواه	۸	
۶	جوش گوشه اتصال لب روی هم	PB	۳ تا ۷	R, B	۳/۲ و ۲/۵	۴	

فراگیرنده پس از پایان این درس باید بتواند

کار عملی ۱ – E۱

زمان: ۲ ساعت

دستورالعمل ایجاد و پایداری نگه داشتن قوس الکتریکی با الکترود روپوشدار و گرده سازی روی ورق

نکات ایمنی

۱- چک کردن نکات ایمنی و فراهم کردن امکانات لازم

۲- موارد ایمنی را کنترل کنید و ابزار، تجهیزات و مواد کار را فراهم نمایید.

جدول وسایل ایمنی

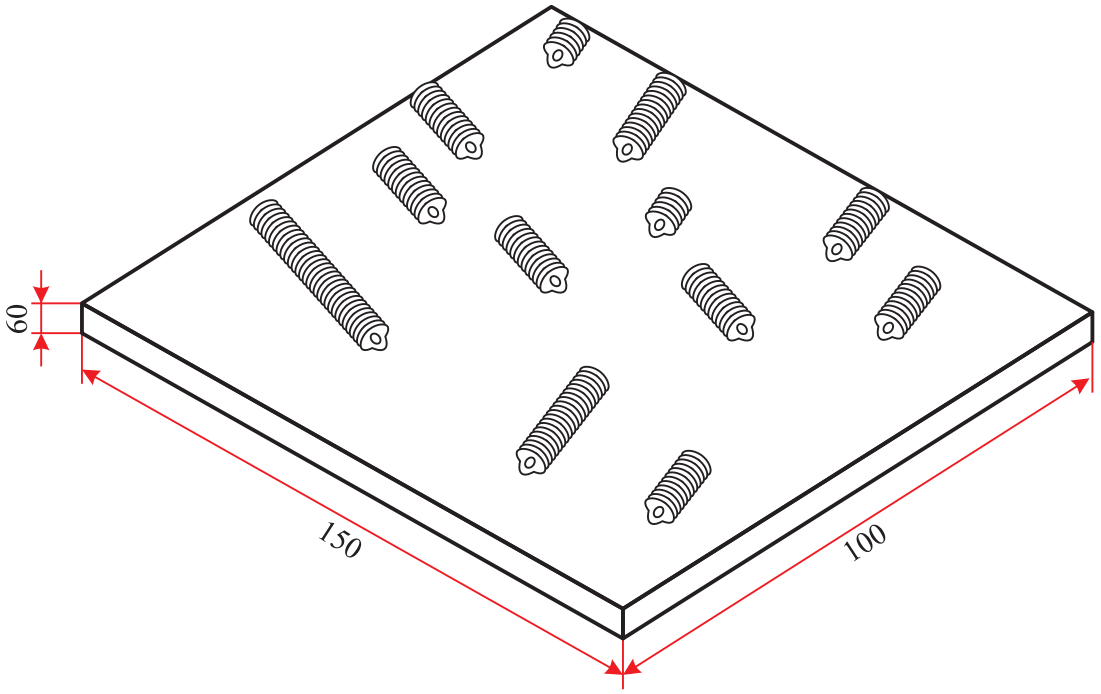
ردیف	نام وسیله	مشخصات	تعداد
۱	ماسک	کلاهی	۱
۲	پیش‌بند	چرمی	۱
۳	دستکش	چرمی	۱ جفت
٤	لباس کار	مناسب بدن	۱ دست
٥	پابند	چرمی	۱ جفت
٦	کفش ایمنی	اندازه پای جوشکار	۱ جفت

جدول وسایل کار

ردیف	نام وسیله یا ابزار	مشخصات	تعداد
۱	کابل‌های دستگاه	طول حدود۳ متر	۲
۲	رکتیفایر جوش	تا ۳۰۰ آمپر	۱دستگاه
۳	انبر قطعه‌گیر	استاندارد	۱
٤	چکش جوشکاری	معمولی	۱
٥	برس سیمی	با سیم فولادی	۱

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات (میلی‌متر)	تعداد / مقدار	ملاحظات
۱	ورق فولادی	٦×۱۰۰× ۱۵۰	به تعداد لازم	استفاده از هر دو روی ورق
۲	الکترود	E – ٦۰۱۳ E – ٦۰۱۰ E – ۷۰۱۸	به مقدار مورد نیاز	قطر ۳/۲۵



شماره نقشه کار: E_1-۱	جنس	ابعاد(میلی‌متر)	تعداد	وضعیت جوشکاری	نوع جوش	نوع اتصال	نوع جریان	قطبیت
مشخصات قطعه کار	st۳۷ ۵۸۳۷	۶×۱۰۰×۱۵۰	تخت (PA)		ایجاد قوس و گرده‌سازی	–	DC / DCEN	
							متناسب با کار انتخاب گردد شدت جریان / A ۱۲۰-۹۰	
فرآیند جوشکاری: قوس با الکترود روپوش‌دار			نوع الکترود: ریلی / رتیلی / سلولزی / بازی			سایز الکترود: ۳/۲		
هدف‌های آموزش: ایجاد قوس الکتریکی و پایه‌ای نگه‌داشتن آن								

مراحل انجام کار

۱- لباس کار مناسب جوشکاری بپوشیدن و آماده جوشکاری شوید.

مرحله (۱)

۲- ابزار و تجهیزات جوشکاری و نیز وسائل و امکانات کارگاهی را از نظر ایمنی کنترل کنید.

۳- یک عدد الکترود را مطابق شکل در دهانه انبر جوشکاری قرار دهید و چک کنید که لقی نداشته باشد.

مرحله (۳)

٤- انبر را در محل مناسب قرار دهید.

۵- ماسک کلاهی را برای استفاده خود آماده نمایید و شیشه‌های آن را تمیز کنید.

مرحله (۵)

۶- قطعه کار را روی میز کار قرار دهید به‌طوری که دست شما با انبر جوشکاری و الکترود به راحتی قابلیت مانور و جابه‌جائی روی قطعه کار را داشته باشد.

۷- کابل انبر الکترود گیر را به ترمینال منفی (-) دستگاه وصل کنید و دقت کنید، لقی نداشته باشد.

مرحله (۷)

۸- در حالی که دستگاه خاموش است مطابق آنچه در شکل مشاهده می‌کنید چند بار نحوه روشن کردن قوس را تمرین کنید.

(برای این کار ابتدا چند مرتبه بدون وجود ماسک بر روی صورت و بعد چند بار در حالیکه ماسک روی صورت قرار دارد، عمل تماس الکترود به قطعه کار را اجرا نمایید تا به مهارت لازم برسید).

مرحله (۶)

۹- دستگاه رکتی‌فایری را که برای جوشکاری با فرآیند الکترود دستی انتخاب شده با رعایت نکات ایمنی راه‌اندازی نمائید و آمپر مناسب را تنظیم کنید

مرحله (۹)

۱۰- مطابق دستور ردیف ۸، دستورالعمل ایجاد قوس را اجرا کنید (مواظف چشم‌های خود باشید و فقط از پشت شیشه تیره ماسک به قوس نگاه کنید).

توجه: برای چند لحظه قوس را روشن نگه دارید، سپس قوس را قطع کنید و مجدداً شروع قوس و نگهداری قوس را تمرین کنید.

بارها این عمل را تکرار نمایید تا به مهارت لازم برسید.

مرحله (۱۰)

۱۱- پس از کسب مهارت تشکیل قوس، در حالیکه قوس برقرار است الکترود را کمی به طرف عقب (به طرف پشت دستی که انبر را گرفته‌اید) حرکت دهید تا خط جوش کوتاه به وجود آید. دوباره قوس را قطع کنید و این عمل را تکرار کنید تا به مهارت برسید.

مرحله (۱۱)

نکته

چشم جوشکار و اطرافیان باید از رسیدن اشعه‌ها و نور جوشکاری در امان باشد (تحت محافظت باشد).

۱۲- چنانچه سطح قطعه کار از خط جوش یا خال جوش و جرقه پر شد، با استفاده از چکش جوشکاری و برس سیمی تفاله‌ها (سرباره‌ها) را تمیز کنید و به تمرین ادامه دهید (حتی اگر چند لایه جوش روی هم قرار گیرد).

مرحله (۱۳)

۱۳- طرف دوم قطعه (پشت قطعه کار) را پس از اینکه به مهارت نسبی رسیدید با خط جوش‌های کوتاه و منظم پر کنید و هر خط جوش را با چکش و برس سیمی از شلاکه(گل جوش) تمیز کنید.

۱٤- حتی المقدور سعی نمایید از تماس الکترود با میز کار پرهیز شود.

مرحله (۱۵)

۱۵- در پایان کار دستگاه جوشکاری را خاموش کنید.

مرحله (۱۶)

۱٦- سطح میز کار و کابین جوشکاری را تمیز کنید و وسائل ایمنی و وسائل کار را مرتب کرده و به انبار تحویل دهید.

کار عملی ۲-E۱

زمان: ۲ ساعت

دستورالعمل ایجاد خط جوش کوتاه[1] روی ورق فولاد کربنی

نکات ایمنی

۱- چک کردن و فراهم کردن امکانات لازم

۲- موارد ایمنی را کنترل کنید و ابزار، تجهیزات و موارد کار را فراهم نمایید.

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام وسیله	مشخصات	تعداد
۱	ماسک	کلاهی	۱
۲	پیش‌بند	چرمی	۱
۳	دستکش	چرمی	۱ جفت
٤	لباس کار	مناسب بدن	۱ دست
٥	پابند	چرمی	۱ جفت
٦	کفش ایمنی	اندازه پای جوشکار	۱ جفت

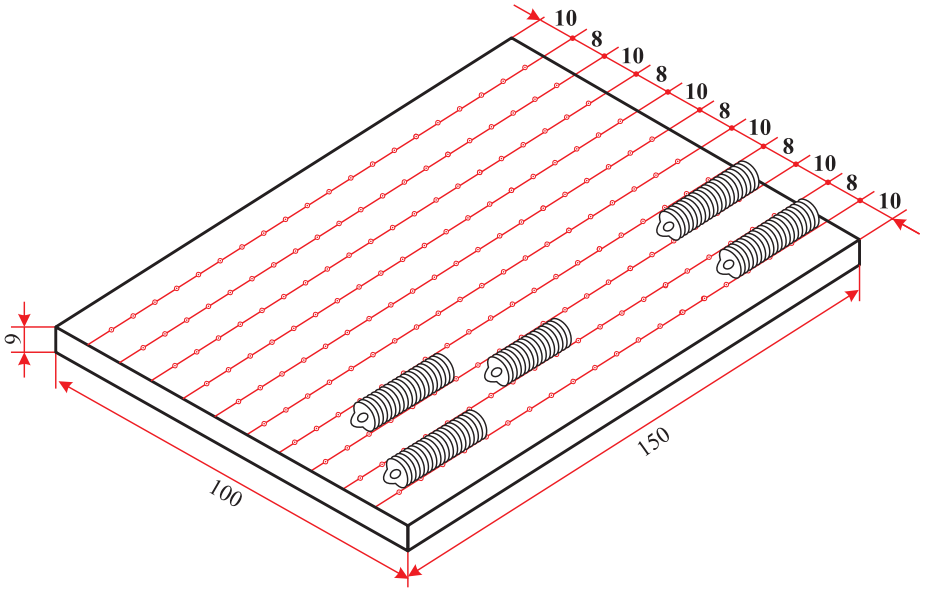
جدول وسایل کار

ردیف	نام وسیله یا ابزار	مشخصات	تعداد
۱	کابل‌های دستگاه	طول حدود۳ متر	۲
۲	رکتیفایر جوش	تا ۳۰۰ آمپر	۱دستگاه
۳	انبر قطعه‌گیر	استاندارد	۱
٤	چکش جوشکاری	معمولی	۱
٥	برس سیمی	با سیم فولادی	۱
٦	سوزن خط کش	معمولی	۱
۷	خط کش ۳۰ سانتی	فولادی	۱
۸	سوزن خط کش	معمولی	۱
۹	خط کش ۳۰ سانتی	فولادی	۱

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	ورق فولادی	۱۵۰ ×۱۰۰×٦	به تعداد لازم	استفاده از هر دو روی ورق
۲	الکترود روپوش‌دار	E-٦۰۱۳ E-٦۰۱۰ E-۷۰۱۸	به مقدار لازم	قطر ۳/۲٥

۱ Bead Weld



شماره نقشه کار: E_1-۱	جنس	ابعاد(میلی‌متر)	وضعیت جوشکاری	نوع جوش	نوع اتصال	نوع جریان	قطبیت
مشخصات قطعه کار	st-۳۷ ۵۸۳۷	۶×۱۰۰×۱۵۰	تخت (PA)	-	-	متناسب با کار انتخاب گردد.	
فرآیند جوشکاری: قوس الکترودستی با الکترود روپوش‌دار				سایز الکترود: ۳/۲			
هدف‌های آموزش: ایجاد خط جوش کوتاه							

مراحل انجام کار

۱- لباس کار بپوشید و آماده برای کار شوید.

۲- وسائل ایمنی، و ابزار و تجهیزات جوشکاری را تدارک ببینید(تحویل بگیرید).

مرحله‌ی ۱

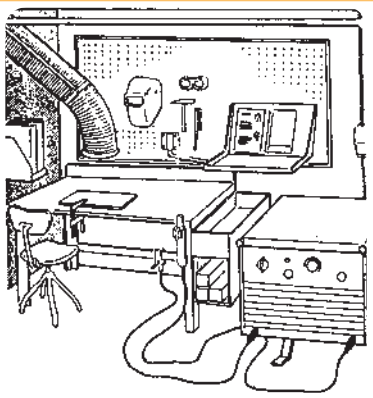
۳- قطعه کار را مطابق نقشه انتخاب و پلیسه‌گیری نموده و نیز سطح آن را از زنگار و آلودگی‌های دیگر با استفاده از برس سیمی تمیز کنید.

مرحله‌ی ۳

٤- مطابق نقشه قطعه کار را خط‌کشی و با سنبه نشان علامت دار کنید.

مرحله‌ی ۴

مرحله‌ی ۵



۵- قطعه کار را روی میز جوشکاری در محل مناسب قرار دهید و توجه داشته باشید زیر قطعه عاری از جرقه‌های جوش باشد در صورت وجود جرقه‌ها با ایمنی کامل با استفاده از قلم و چکش یا سنگ سنباده تمیز کنید.

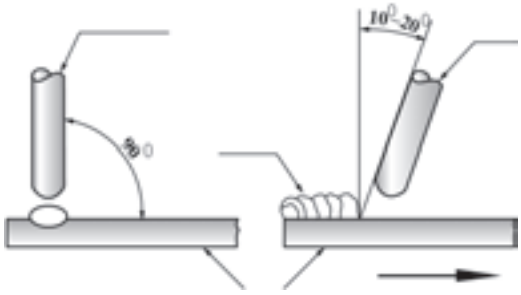
۶- تجهیزات ایمنی فردی (شامل پیش‌بند، دست‌کش، ماسک و ساق بند) را به پوشید و آماده جوشکاری شوید.

۷- یک عدد الکترود را در دهانه انبر جوشکاری قرار دهید و دقت کنید درست در شیار انبر جا گرفته باشد.

مرحله‌ی ۸

۸- دستگاه جوشکاری را راه‌اندازی کنید و آمپر مناسب را برای جوشکاری با تنظیم نمایید.

مرحله‌ی ۹



۹- با توجه به شکل زوایای الکترود را تنظیم کنید، سپس با تماس نوک الکترود به قطعه کار قوس ایجاد کرده و به بر اساس نقشه کار گرده جوش‌هایی با اندازه (طول) مناسب در جهت تعیین شده ایجاد کنید.

توجه

دقت کنید حرکت دست شما بدون نوسان و با سرعت مناسب باشد تا پهنای جوش با اندازه مورد نظر ایجاد شود.

مرحله‌ی ۱۶

۱۰- در انتهای خط جوش و هنگام قطع قوس الکترود را کمی به کار نزدیک کنید و پس از اندکی مکث در جهت عکس حرکت پیشروی از قطعه کار جدا کنید.

۱۱- خط جوش‌ها را ابتدا یک در میان جوشکاری کنید و پس از اجرای $\frac{۱}{۲}$ خط جوش‌ها اجازه دهید قطعه کار سرد شود.

۱۲- قطعه کار جوشکاری شده را برس بزنید و به مربی نشان دهید (با او مشورت کنید). سپس بقیه خط جوش‌ها را اجرا کرده و دستگاه را خاموش کنید.

نکته ی ایمنی

موقع پاک کردن شلاکه‌ها از روی خط جوش‌ها حتماً از عینک ایمنی مناسب استفاده کنید.

۱۳- پس از پاک کردن شلاکه (گل جوش) با استفاده از چکش جوشکاری و برس سیمی قطعه کار را برای بررسی به مربی نشان دهید.

توجه

در شکل مقابل سه خط جوش کوتاه مشاهده می‌شود:

خط جوش بالایی حاصل زاویه کم الکترود نسبت به قطعه کار است

خط جوش پائینی حاصل فاصله زیاد الکترود نسبت به قطعه کار است

خط جوش وسط حاصل زاویه و فاصله مناسب الکترود نسبت به قطعه کار است.

۱۴- پس از سرد شدن قطعه کار طرف دوم (پشت کار) آن را تمیز کرده، مطابق دستورالعمل خط کشی کرده و مجدداً تمرین را اجرا کنید.

۱۵- برای استفاده بهینه از قطعه کار بین خطوط و فاصله بین خط جوش‌ها را نیز تمرین کنید.

۱۶- در پایان کار دستگاه جوشکاری را خاموش کنید، ابزار و وسائل را جمع‌آوری کرده، میز کار را تمیز و مرتب کنید و ابزار و وسائل را به انبار تحویل دهید.

کار عملی ۳- E۱

زمان: ۴ ساعت

دستورالعمل ایجاد خط جوش روی ورق فولادی

نکات ایمنی

- چک کردن و فراهم کردن امکانات لازم

۲- موارد ایمنی را کنترل کنید و ابزار، تجهیزات و موارد کار را فراهم نمایید.

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام وسیله	مشخصات	تعداد
۱	ماسک	کلاهی	۱
۲	پیش‌بند	چرمی	۱
۳	دستکش	چرمی	۱ جفت
٤	لباس کار	مناسب بدن	۱ دست
٥	پابند	چرمی	۱ جفت
٦	کفش ایمنی	اندازه پای جوشکار	۱ جفت

جدول وسایل کار

ردیف	نام وسیله یا ابزار	مشخصات	تعداد
۱	کابل‌های دستگاه	طول حدود۳ متر	۲
۲	رکتیفایر جوش	تا ۳۰۰ آمپر	۱دستگاه
۳	انبر قطعه‌گیر	استاندارد	۱
٤	چکش جوشکاری	معمولی	۱
٥	برس سیمی	با سیم فولادی	۱
٦	سوزن خط کش	معمولی	۱
۷	خط کش ۳۰ سانتی	فولادی	۱
۸	سوزن خط کش	معمولی	۱
۹	خط کش ۳۰ سانتی	فولادی	۱

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	ورق فولادی	۶×۱۰۰× ۱۵۰	به تعداد لازم	استفاده از هر دو روی ورق
۲	الکترود	E- ٦۰۱۳ E- ٦۰۱۳ E- ٦۰۱۳	به تعداد کافی	قطر ۳/۲۵

شماره نقشه کار: E_1-۳	جنس	ابعاد(میلی‌متر)	وضعیت جوشکاری	نوع جوش	نوع اتصال	نوع جریان	قطبیت
مشخصات قطعه کار	st-۳۷ ۵۸۳۷	۶×۱۰۰×۱۵۰	تخت (PA) PG و PF	گودسازی	-	متناسب با کارد انتخاب گردد.	
فرآیند جوشکاری: قوس الکترودستی با الکترود روپوش‌دار			نوع الکترود رتیلی (R)/رتیلی/سلولزی/قلیایی		سایز الکترود: ۳/۲		
هدف‌های آموزش: ایجاد خط جوش روی ورق فولادی							

مراحل انجام کار

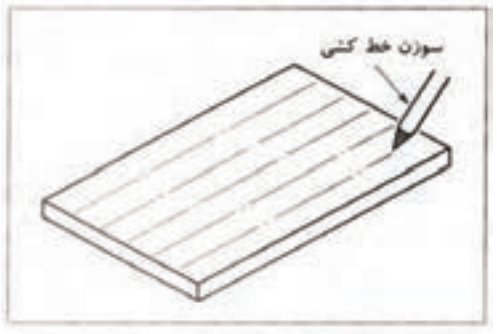
۱- لباس کار مناسب بپوشید و آماده به کار شوید.

۲- وسایل ایمنی فردی و تجهیزات کار را فراهم کنید (از انبار تحویل بگیرید) و آن‌ها را از نظر ایمنی بررسی نمائید.

۳-قطعه کار را تحویل گرفته و در صورت لزوم با وایر برس یا برس سیمی از زنگار و آلودگی‌های دیگرتمیز کنید.

٤-مطابق آنچه که در شکل مشاهده می‌شود قطعه کار را خط کشی کنید.

مرحله‌ی ۴



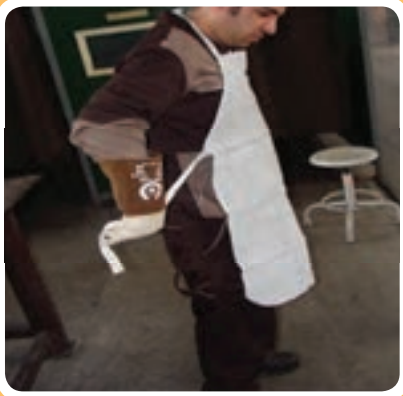
مرحله‌ی ۵

۵- قطعه را روی میز کار قرار دهید و خطوط را با سنبه نشان و چکش علامت‌دار کنید.

٦- دستگاه جوشکاری را آماده به کار نمائید، فیش‌کابل های جوشکاری را از نظر لقی کنترل و از سلامت عایق انبر جوشکاری و کابل‌ها اطمینان حاصل کنید.

۷- با مجهز شدن به وسائل ایمنی فردی آماده به کار شوید.

مرحله‌ی ۷

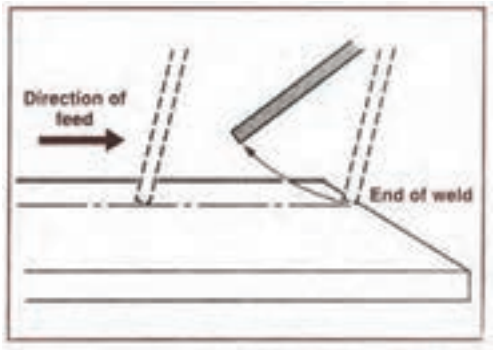


۸- الکترود انتخاب شده را در دهانه انبر قرار دهید.

۹- آمپر مناسب را تنظیم نموده و روی قطعه قراضه فولادی که برای روشن کردن قوس الکترود روی میز تدارک شده است روشن شدن قوس را آزمایش کنید.

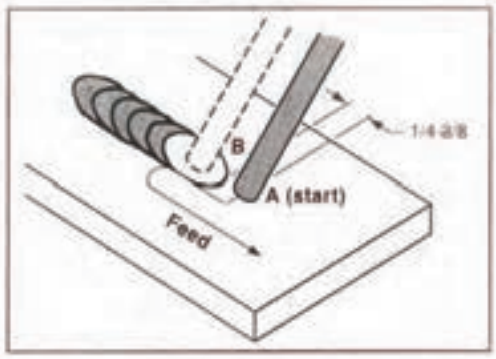
۱۰- خطوط قطعه کار را با توجه به زاویه و راستای مناسب الکترود یک در میان جوشکاری کنید. دقت کنید پیشروی در امتداد خطوط باشد و نوک الکترود بدون نوسان با سرعت مناسب در جهت مسیر جوشکاری حرکت کند.

مرحله‌ی ۱۰



۱۱- اگر در حین جوشکاری بدلیلی قوس قطع شود و یا در موقع تعویض الکترود قبل از شروع مجدد قوس باید گل جوش انتهای گرده جوش را تمیز کنید و در شروع مجدد، قوس الکتریکی را مطابق آنچه که در شکل مشاهده می کنید کمی جلوتر ایجاد کنید (یعنی نقطه A) سپس نوک الکترود را بطرف چاله جوش قبلی (یعنی نقطه B) هدایت نموده و بعد به حرکت پیشروی جوش ادامه دهید.

مرحله‌ی ۱۱

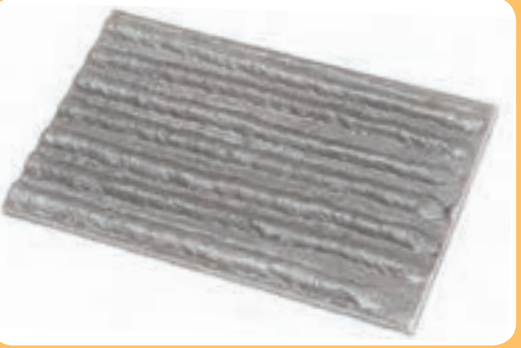


۱۲- از نظرات مربی آموزش بهره‌مند شوید.

۱۳- در انتهای خطوط جوش برای اینکه چاله جوش ایجاد نشود، الکترود را بکار نزدیک کرده (طول قوس کوتاه) کمی مکث کنید و در جهت عکس حرکت پیشروی، الکنرود را از قطعه کار دور کنید تا قوس قطع شود.

۱۴- پس از سرد شدن قطعه کار ردیف‌های جوشکاری نشده را جوشکاری کنید. دقت کنید سرعت پیشروی جوشکاری به اندازه‌ای باشد که پهنای گرده جوش مطابق نقشه کار باشد.

مرحله‌ی ۱۴



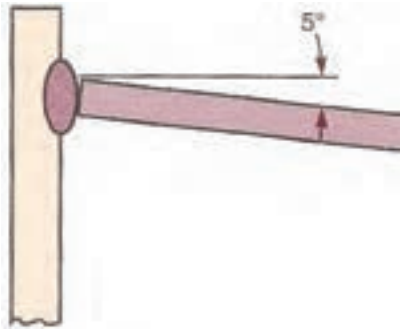
۱۵- دستگاه جوش را خاموش کنید.

۱۶- تفاله‌ها (شلاکه‌ها) و جرقه‌ها را با چکش و برس سیمی کاملاً از روی روی گرده جوش پاک کنید و در صورت لزوم با قلم و چکش جرقه‌های چسبیده در اطراف گرده جوش را از روی قطعه بردارید.

۱۷- ایجاد گرده جوش می تواند بصورت عمودی سر بالا(PF) و یا عمودی سرازیر (PG) اجرا شود.

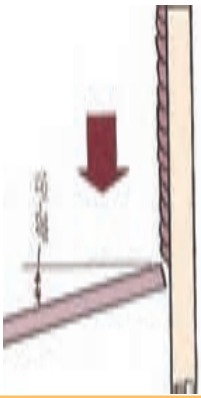
۱۸- در جوشکاری سر بالا الکترود نسبت به قطعه کار عمود و یا ۵ درجه به طرف پائین(زمین) مایل است. و حرکت پیشروی می‌تواند به اندازه چند میلی‌متر رفت و برگشتی باشد.

مرحله‌ی ۱۸



۱۹- در جوشکاری سرازیر (PG) الکترود نسبت به قطعه کار زاویه بین ۱۵ تا ۲۰ درجه و یا بیشتر خواهد داشت.

مرحله‌ی ۱۹



توجه

برای جوش سرازیر (PG) از الکترود مناسب جوشکاری سرازیر استفاده می‌شود و شدت جریان جوشکاری تا حدود ۵ آمپر بیش‌تر نسبت به حالت عادی بکار گرفته می‌شود.

۲۰- روی یکی از قطعات کار و یا بین خطوط جوش اجرا شده، جوشکاری سر بالا (PF) و سرازیر (PG) را مطابق دستورلعمل اجرا کنید.

۲۱- در این تمرین از مربی خود راهنمائی بخواهید و برای بررسی و رفع ضعف‌ها قطعه کار اجرا شده را به مربی خود نشان دهید.

۲۲- در انتهای کار جوشکاری وسائل را جمع‌آوری کرده و میز کار را تمیز کنید.

کار عملی ۴-E۱

زمان: ۲ ساعت

دستورالعمل ایجاد خط جوش روی ورق فولادی

نکات ایمنی

۱- قبل از شروع کار از روشن بودن هواکش‌های مخصوص جوشکاری در کارگاه اطمینان حاصل کنید.

۲- موقع برداشتن سرباره های داغ از روی گرده جوش از عینک سفید حفاظتی استفاده کنید.

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام وسیله	مشخصات	تعداد
۱	ماسک	کلاهی	۱
۲	پیش‌بند	چرمی	۱
۳	دستکش	چرمی	۱ جفت
٤	لباس کار	مناسب بدن	۱ دست
٥	پابند	چرمی	۱ جفت
٦	کفش ایمنی	اندازه پای جوشکار	۱ جفت

جدول وسایل کار

ردیف	نام وسیله یا ابزار	مشخصات	تعداد
۱	کابل‌های دستگاه	طول حدود۳ متر	۲
۲	رکتیفایر جوش	تا ۳۰۰ آمپر	۱دستگاه
۳	انبر قطعه گیر	استاندارد	۱
٤	چکش جوشکاری	معمولی	۱
٥	برس سیمی	با سیم فولادی	۱
٦	سوزن خط کش	معمولی	۱
۷	خط کش ۳۰ سانتی	فولادی	۱
۸	سوزن خط کش	معمولی	۱
۹	خط کش ۳۰ سانتی	فولادی	۱

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	ورق فولادی	۱۵۰ ×۱۰۰×٦	به تعداد لازم	استفاده از هر دو روی ورق
۲	الکترود	E- ٦۰۱۳ E- ٦۰۱۳ E- ٦۰۱۳	به تعداد کافی	قطر ۳/۲۵

مراحل انجام کار

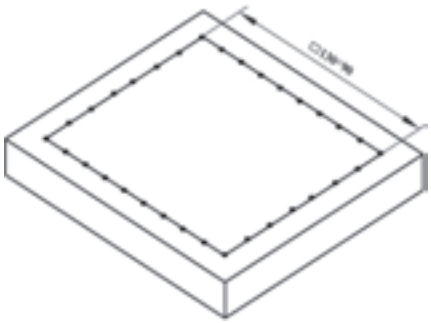
مرحله‌ی ۲

۱- لباس کار بپوشید. وسائل ایمنی، تجهیزات و ابزارلازم جوشکاری را فراهم نمائید و آنها را از نظر ایمنی و سلامت کنترل کنید.

۲- قطعه کار را تحویل گرفته و سطوح آنرا با برس سیمی یا وایر برس ضمن در نظر گرفتن موارد ایمنی تمیز کنید.

۳- به فاصله ۱۰ میلیمتر از کنار قطعه کار یک خط طولی رسم کنید و با سنبه نشان آنرا علامت‌دار کنید.

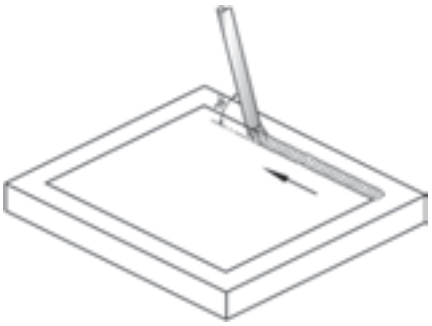
مرحله‌ی ۲

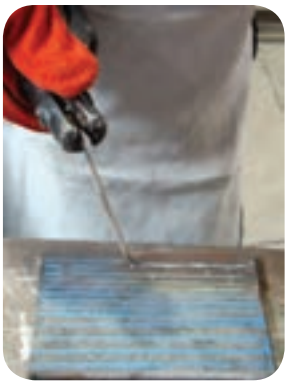


٤- دستگاه جوشکاری را برای کار کنترل و آماده نمائید، سپس الکترود مناسب را به طور صحیح در دهانه انبر قرار دهید.

۵- دستگاه جوشکاری را تنظیم کرده و روی خط سنبه نشان خورده یک گرده جوش (پهنای گرده جوش حدود ۸ میلیمتر و برجستگی آن در حدود ۳ میلیمتر) ایجاد کنید

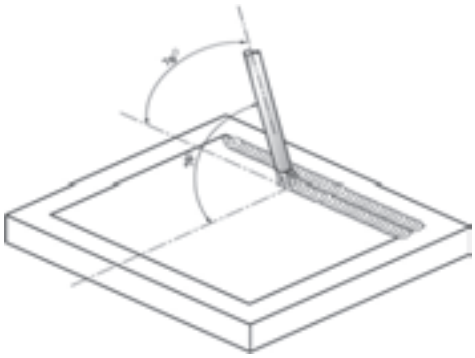
مرحله‌ی ۵





۶- شلاکه‌ها را از سطح جوش تمیز کنید و پس از برس زدن سطح مطابق شکل یک گرده جوش در کنار خط جوش اول ایجاد کنید.

مرحله‌ی ۶

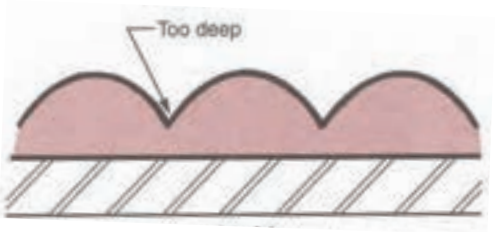


۷- توجه داشته باشید خط جوش دوم باید قسمتی از گرده جوش اول را پوشش دهد.

۸- ایجاد گرده جوش مطابق دستورالعمل مذکور باعث می شود که سطح قطعه کار بطور کامل با فلز جوش پوشیده شود. از این روش در پوشش دادن سطوحی که لازم است مقاومت بالایی در برابر خوردگی یا سائیدگی داشته باشند توسط الکترودهای مناسب استفاده می شود.

توجه ۲: در صورتیکه گرده جوش ها به مقدارمناسب روی هم قرار نگیرند سطح پوشش داده شکل شیاردار می‌شود.

مرحله‌ی ۱۱



۹-پس از اجرای هر خط جوش (Bead) لازم است شلاکه ها از روی جوش زدوده شوند و با برس سیمی به طور کامل سطح جوش و کناره‌های خط جوش تمیز و براق شود شکل(۴۳-۷)، سپس اقدام به ایجاد خط جوش بعدی نمائید(تمام خطوط را سرتاسری جوشکاری کنید)

مرحله‌ی ۱۲

۱۰-پس از پایان کار در صورتیکه سطح کار صاف است و ناهمواری زیادی ندارد می توانید مجددا به صورت عمود بر خط جوش‌ها قبلی اقدام به تمرین و ادامه کار نمائید.

۱۱- طرف دوم قطعه کار را با برس سیمی به طور کامل تمیز کرده و برای تمرین بیشتر استفاده کنید.

۱۲- در پایان کار دستگاه جوشکاری را خاموش کرده، وسائل را جمع‌آوری و میزکار را تمیز و مرتب کنید.

کار عملی ۵- E۱

زمان: ۸ ساعت

دستورالعمل ایجاد جوش ماهیچه‌ای در وضعیت سطحی (PA)

نکات ایمنی

۱- قبل از شروع کار از روشن بودن هواکش‌های مخصوص جوشکاری در کارگاه اطمینان حاصل کنید.

۲- موقع برداشتن سرباره های داغ از روی گرده جوش از عینک سفید حفاظتی استفاده کنید.

جدول وسایل ایمنی

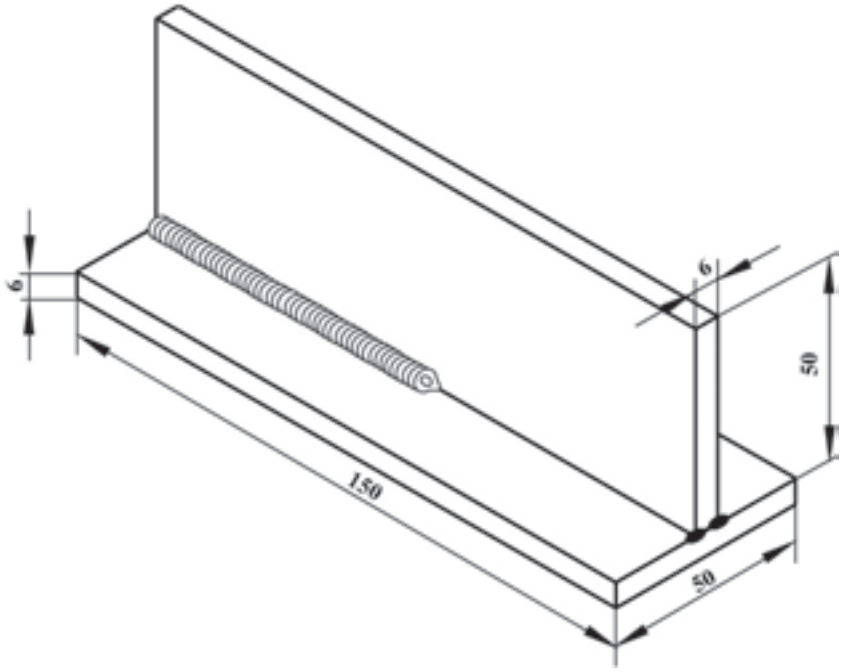
ردیف	نام وسیله	مشخصات	تعداد
۱	ماسک	کلاهی	۱
۲	پیش‌بند	چرمی	۱
۳	دستکش	چرمی	۱جفت
٤	لباس کار	مناسب بدن	۱دست
٥	پابند	چرمی	۱جفت
٦	کفش ایمنی	اندازه پا	۱جفت

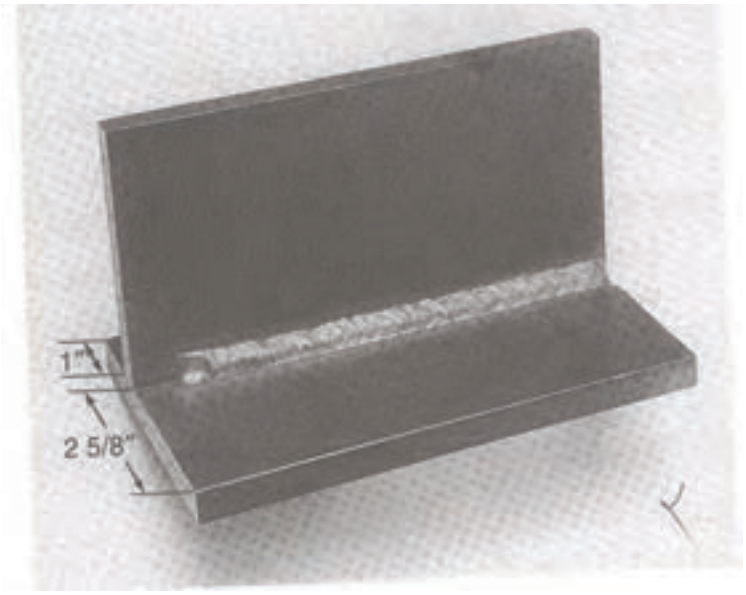
جدول وسایل کار

ردیف	نام وسیله	مشخصات	تعداد
۱	کابل های دستگاه	طول ۳ متر	۲
۲	رکتیفایر جوش	تا ۳۰۰ آمپر	۱دستگاه
۳	انبر قطعه گیر	استاندارد	۱
٤	چکش جوش	معمولی	۱
٥	برس	با سیم فولادی	۱
٦	سوزن خط کش	معمولی	۱
۷	خط کش ۳۰ سانتی	فولادی	۱
۸	سنبه نشان	معمولی	۱
۹	چکش	۳۰۰ گرمی	۱

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	ورق فولادی	٦×۱۰۰× ۱۵۰	به تعداد لازم	استفاده از هر دو روی ورق
۲	الکترود	E- ٦۰۱۳ E- ٦۰۱۰ E- ۷۰۱۸	به مقدار کافی	قطر ۳/۲۵





شماره نقشه کار: E_1-۳	جنس	ابعاد(میلی‌متر)	وضعیت جوشکاری	نوع جوش	نوع اتصال	نوع جریان	قطبیت
مشخصات قطعه کار	st-۳۷ ۵۸۳۷	۶×۱۰۰×۱۵۰	تخت (PA) PG و PF	گودسازی	-	متناسب با کارد انتخاب گردد.	
فرآیند جوشکاری: قوس الکترودستی با الکترود روپوش‌دار			نوع الکترود رتیلی (R)/رتیلی/سلولزی/قلیایی		سایز الکترود: ۳/۲		
هدف‌های آموزش: ایجاد خط جوش روی ورق فولادی							

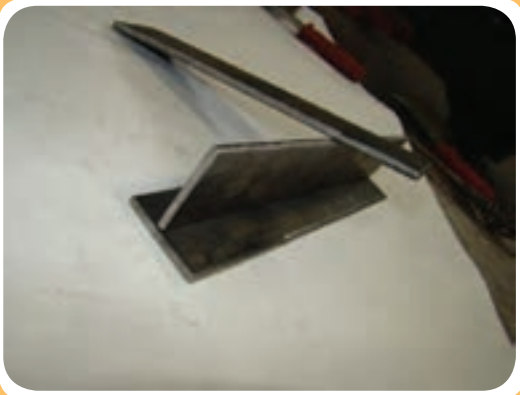
مراحل انجام کار

مرحله‌ی ۱

۱- پس از پوشیدن لباس کار و کفش ایمنی برای اجرای تمرین آماده شوید.

۲- ابزار، وسائل کار و تجهیزات ایمنی فردی را از انبار تحویل بگیرید.

مرحله‌ی ۳



۳- قطعات کار انتخاب شده را پلیسه‌گیری کرده وتوسط برس سیمی تمیز و آماده به کار نمائید.

٤- انبر جوشکاری، کابل های دستگاه و محیط کار را بررسی کنید و توجه داشته باشد محیط کار ایمن باشد.

۵- وسائل ایمنی فردی برای جوشکاری را بپوشید و برای کار آماده شوید.

مرحله‌ی ۷

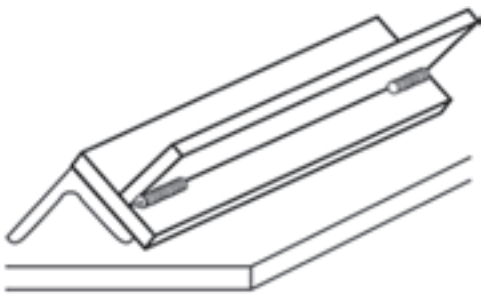
٦- دستگاه جوشکاری را روشن کنید و برای ایجاد جوش ماهیچه‌ای با الکترود با توجه به اطلاعات روی پاکت الکترودها، آمپر و قطبیت مناسب را تنظیم کنید.

۷- دو قطعه را مطابق شکل روی هم قرار دهید (به طوری که به طور تقریب یکی در وسط دیگری قرار گیرد).

۸- می‌توانید قطعات را بوسیله قطعه دیگر ثابت کنید. سپس انبر را برداشته و در طرفین قطعات خال جوش بزنید.

۹-پس از خال جوش زدن طرفین اتصال سپری آنها را مطابق شکل با استفاده از یک قطعه نبشی ٤×٤ جوشکاری کنید.

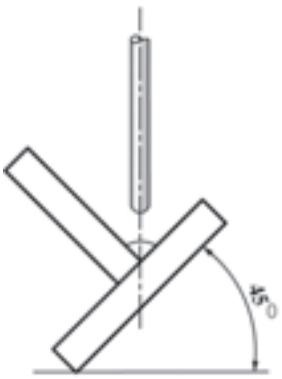
مرحله‌ی ۹



۱۰-با توجه به شکل الکترود را عمود بر راستای فصل مشترک دو قطعه به اندازه ۲۰ درجه در جهت پیشروی خط جوش خم کنید و با رعایت نکات ایمنی یک خط جوش ماهیچه‌ای ایجاد کنید و در آخر خط جوش با کوتاه کردن طول قوس و برگشت روی خط جوش قوس را قطع کنید.

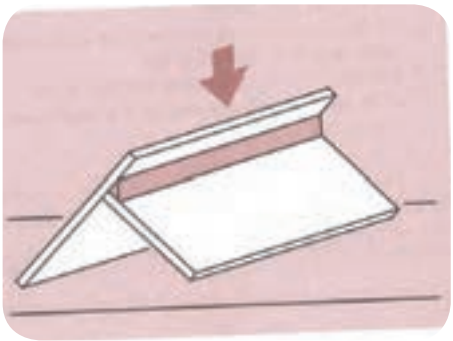
۱۱-با خال زدن یک قطعه به صورت عمود در پشت کار بیشتر تمرین کنید.

مرحله‌ی ۱۰



۱۲-دو قطعه را مطابق دستورالعمل از شماره ۱ تا ۱۰ با دقت جوش دهید تا برای آزمایش مورد استفاده واقع شود توجه داشته باشید که در یک طرف کار هیچگونه جوش یا خال جوشی وجود نداشته باشد.

مرحله‌ی ۱۳



۱۳- برای بررسی نفوذ جوش (ذوب شدن لبه‌های اتصال و در هم آمیختگی مذاب قطعات می توان مطابق شکل اتصال را بوسیله چکش سنگین روی سندان یا زیر پرس هیدرولیک تحت ضربه یا فشار قرار داده و جوش را بشکنید و به مقطع شکست خورده جوش توجه کنید.

توجه

الف) لازم است در مقطع جوش حفره (مک)و سرباره حبس شده (آخال) مشاهده نشود

ب) بایستی جوش با قطعات در گیر شده و از کناره‌های جوش شکست انجام نشود.

۱۴- از قطعات آزمایش فوق می توانید برای تمرین بیشتر استفاده کنید.

۱۵- قطعات سوم و چهارم را مانند حالت قبل با توجه به مهارت بدست آمده و بررسی انجام شده تحت هدایت مربی خود جوش دهید.

۱۶- پس از بررسی کیفیت خط جوش ایجاد شده، طرف دوم را هم جوشکاری کنید.

۱۷- با اضافه کردن یک قطعه جدید در پشت کار دو گوشه جدید برای تمرین جوشکاری به وجود آورید و جوشکاری کنید.

۱۸- در پایان کار دستگاه جوشکاری را خاموش و سه شاخه اتصال را از برق بکشید، هم‌چنین میز کار و ابزار کار را تمیز و مرتب کرده و وسائل را به انبار و قطعه کار را به مربی خود تحویل دهید.

مرحله‌ی ۱۸

کار عملی ۶-E۱

زمان: ۸ ساعت

دستورالعمل ایجاد جوشکاری ماهیچه‌ای (Fillet Weld) در وضعیت افقی (PB)

نکات ایمنی

۱- قبل از شروع کار از روشن بودن هواکش‌های مخصوص جوشکاری در کارگاه اطمینان حاصل کنید.

۲- موقع برداشتن سرباره های داغ از روی گرده جوش از عینک سفید حفاظتی استفاده کنید.

جدول وسایل ایمنی

ردیف	نام وسیله	مشخصات	تعداد
۱	ماسک	کلاهی	۱
۲	پیش‌بند	چرمی	۱
۳	دستکش	چرمی	۱جفت
٤	لباس کار	مناسب بدن	۱دست
٥	پابند	چرمی	۱جفت
٦	کفش ایمنی	اندازه پا	۱جفت
۷	مقنعه	کتانی	۱

جدول وسایل کار

ردیف	نام وسیله	مشخصات	تعداد
۱	کابل های دستگاه	طول ۳ متر	۲
۲	رکتیفایر جوش	تا ۳۰۰ آمپر	۱دستگاه
۳	انبر قطعه گیر	استاندارد	۱
٤	چکش جوش	معمولی	۱
٥	برس	با سیم فولادی	۱
٦	چکش	۳۰۰ گرمی	۱

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	ورق فولادی	۱۰×۵۰ ×۱۵۰	به تعداد لازم	
۲	الکترود	E- ٦۰۱۳ E- ٦۰۱۰ E- ۷۰۱۸	به مقدار کافی	قطر ٤ یا ۳/۲

شماره نقشه کار: E_1-۳	جنس	ابعاد(میلی‌متر)	وضعیت جوشکاری	نوع جوش	نوع اتصال	نوع جریان	قطبیت
مشخصات قطعه کار	st-۳۷ ۵۸۳۷	۶×۱۰۰×۱۵۰	تخت (PA) PG و PF	گودسازی	-	متناسب با کارد انتخاب گردد.	
فرآیند جوشکاری: قوس الکترودستی با الکترود روپوش‌دار			نوع الکترود رتیلی (R)/رتیلی/سلولزی/قلیایی		سایز الکترود: ۳/۲		
هدف‌های آموزش: ایجاد خط جوش روی ورق فولادی							

مراحل انجام کار

۱- مطابق دستورالعمل‌های قبلی آماده به کار شوید.

۲- یک قطعه ورق فولادی ۱۵۰×۵۰×۱۰ را در وسط قطعه ۱۵۰×۵۰×۱۰ دیگر قرار دهید.

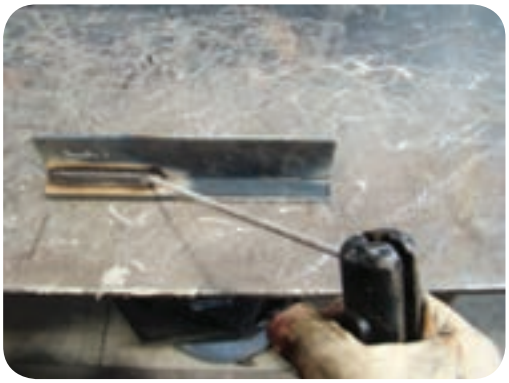
۳- دستگاه جوشکاری را راه اندازی کرده و آمپر مناسب برای جوشکاری با الکترود منتخب را تنظیم کنید.

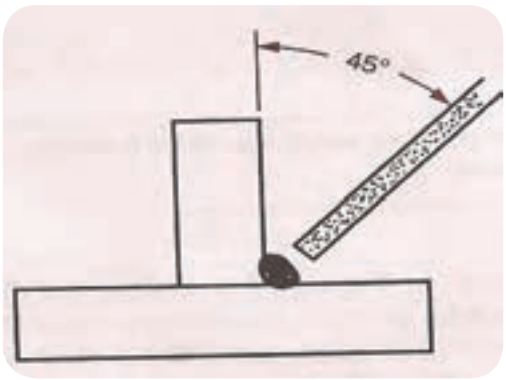
٤- هر دو طرف کناره کار مطابق شکل خال جوش کنید.

مرحله‌ی ۴

۵- با توجه به شکل (۷-٥٤) الکترود را در نیمساز زاویه قطعات قرار داده و ۲۰ درجه بطرف درز اتصال مایل کنید و با شروع قوس جوش ماهیچه‌ای ایجاد کنید

مرحله‌ی ۵

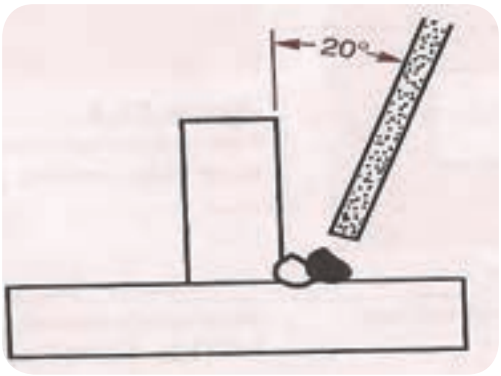


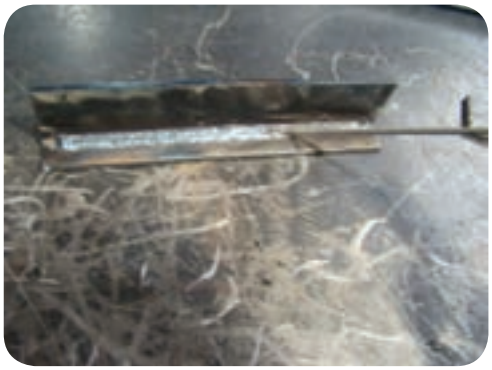


٦- وسیله چکش و برس سیمی شلاکه‌ها را از روی جوش بطور کامل تمیز کنید.

۷- با توجه به شکل پاس دوم را در کنار پاس اول جوشکاری کنید.

مرحله‌ی ۷



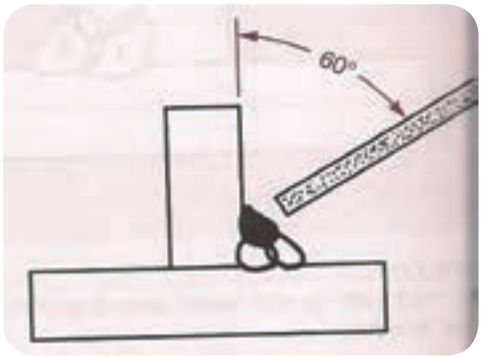


۸- دقت کنید جوش پاس دوم باید بیشتر از نصف پهنای پاس اول را پوشش دهد.

۹- پس از هر عمل جوشکاری شلاکه‌ها را بطور کامل تمیز کنید و برس بزنید.

۱۰-پاس سوم را در قسمت بالای پاس دوم و روی پاس اول جوشکاری کنید.

مرحله‌ی ۱۰

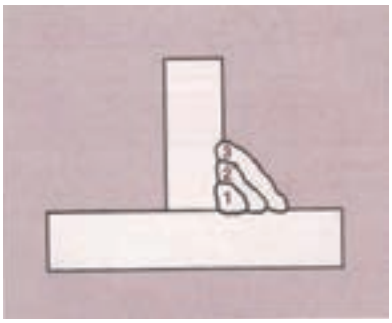


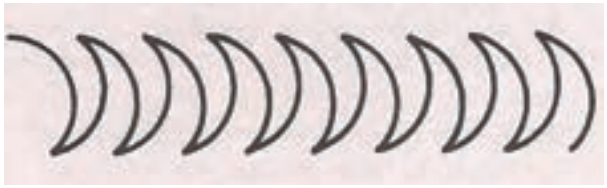
توجه

مطلوب است توالی پاسها مطابق شکل باشد.

۱۱- با استفاده از حرکت موجی(قوسی محدب) دست مطابق شکل می‌توان پاس دوم و سوم را روی پاس قبلی جوش داد. توجه داشته باشید هنگام جوشکاری الکترود در کناره‌های کار کمی مکث داشته باشد تا کناره‌های کار پر شود و بریدگی کناره جوش نداشته باشیم.

مرحله‌ی ۱۱





۱۲- به شکل مقابل توجه کنید که پاس دوم و سوم با نوسان دست جوشکاری شده است

مرحله‌ی ۱۲

۱۳- طرف دیگر اتصال را نیز مطابق دستورالعمل جوشکاری کنید تا به مهارت کافی برسید.

کار عملی ۷-E۱

زمان: ۴ ساعت

دستورالعمل ایجاد اتصال لب روی هم جوش ماهیچه‌ای در وضعیت (PB)

نکات ایمنی

۱- قبل از شروع کار از روشن بودن هواکش‌های مخصوص جوشکاری در کارگاه اطمینان حاصل کنید.

۲- موقع برداشتن سرباره های داغ از روی گرده جوش از عینک سفید حفاظتی استفاده کنید.

جدول وسایل ایمنی

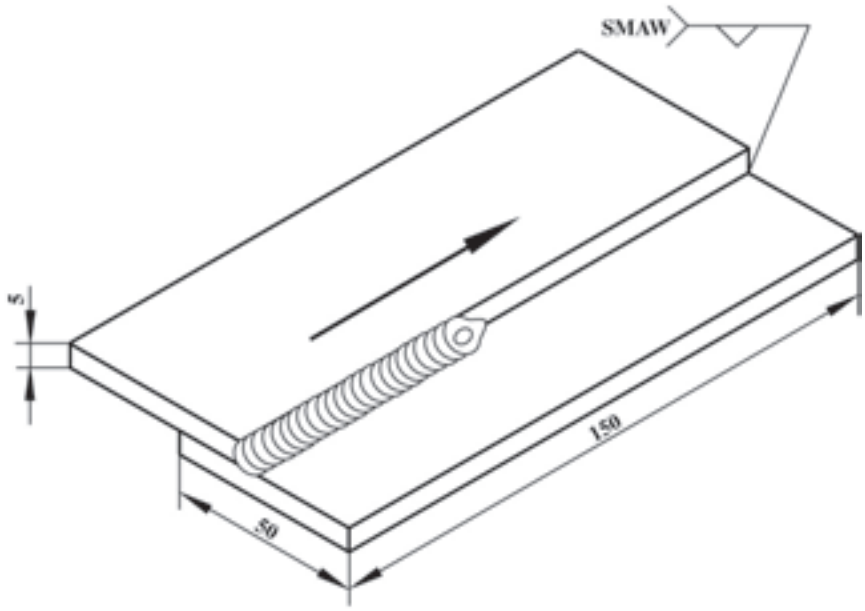
ردیف	نام وسیله	مشخصات	تعداد
۱	ماسک	کلاهی	۱
۲	پیش‌بند	چرمی	۱
۳	دستکش	چرمی	۱ جفت
٤	لباس کار	مناسب بدن	۱ دست
٥	پابند	چرمی	۱ جفت
٦	کفش ایمنی	اندازه پای جوشکار	۱ جفت

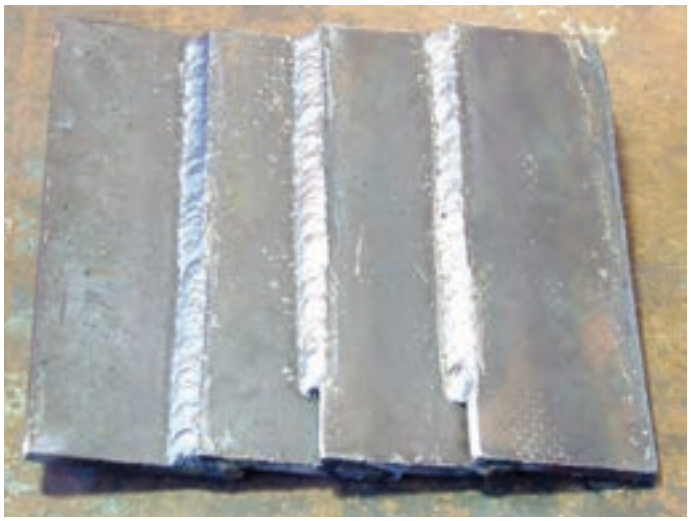
جدول وسایل کار

ردیف	نام وسیله یا ابزار	مشخصات	تعداد
۱	کابل‌های دستگاه	طول حدود۳ متر	۲
۲	رکتیفایر جوش	تا ۳۰۰ آمپر	۱دستگاه
۳	انبر قطعه‌گیر	استاندارد	۱
٤	چکش جوشکاری	معمولی	۱
٥	برس سیمی	با سیم فولادی	۱
٦	سوزن خط کش	معمولی	۱
۷	خط کش ۳۰ سانتی	فولادی	۱
۸	سنبله‌نشان	معمولی	۱
۹	چکش	۳۰۰ گرمی	۱

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	ورق فولادی	۱۵۰ ×۵۰×۵	به تعداد لازم	استفاده از هر دو روی ورق
۲	الکترود	E - ٦۰۱۳ E - ۷۰۱۸ E - ٦۰۱۰	به مقدار کافی	قطر ۳/۲۵





شماره نقشه کار: ۳-E_1	جنس	ابعاد(میلی‌متر)	وضعیت جوشکاری	نوع جوش	نوع اتصال	نوع جریان	قطبیت
مشخصات قطعه کار	st-۳۷ ۵۸۳۷	۱۵۰×۱۰۰×۵	تخت (PA) PG و PF	گودسازی	-	متناسب با کارد انتخاب گردد.	
فرآیند جوشکاری: قوس الکترودستی با الکترود روپوش‌دار			نوع الکترود رتیلی (R)/رتیلی/سلولزی/قلیایی		سایز الکترود: ۳/۲		
هدف‌های آموزش: ایجاد خط جوش روی ورق فولادی							

مراحل انجام کار

۱- با پوشیدن لباس کار و کفش ایمنی برای اجرای تمرین آماده شوید.

۲- ابزار و وسائل کار و ایمنی فردی را از انبار تحویل بگیرید.

مرحله‌ی ۱

۳- قطعات کار را انتخاب کرده و پلیسه‌گیری کنید(با برس سیمی تمیز و آماده به کار نمائید).

٤- انبر جوشکاری، کابلهای دستگاه و محیط کار را بررسی و توجه داشته باشد محیط کار ایمن باشد.

۵- به وسائل ایمنی فردی برای جوشکاری آماده شوید.

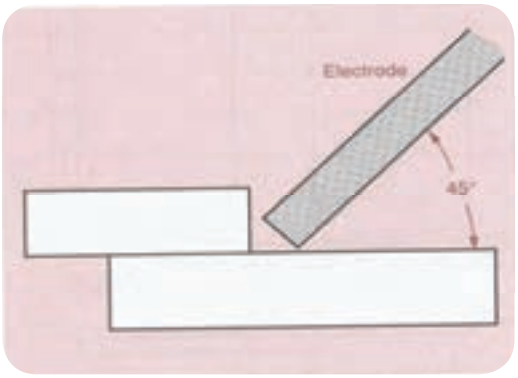
٦- دو قطعه را روی هم قرار دهید به طوری که به طور نظری لبه یکی در فاصله ۲۰ میلیمتری لبه قطعه دیگر قرار گیرد.

۷- قطعات را بوسیله قطعه دیگری ثابت کنید سپس انبر را برداشته و در طرفین قطعه خال جوش بزنید.

مرحله‌ی ۷

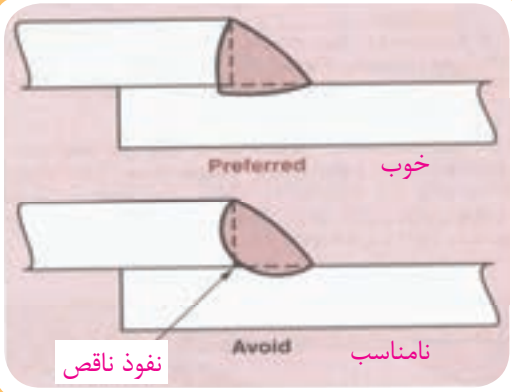
۸- با توجه به شکل(۷-۶۵) الکترود را تحت زاویه ٤٥ درجه قرار دهید و ۲۰ درجه در جهت پیشروی جوش خم کنید سپس با رعایت نکات ایمنی یک خط جوش ماهیچه‌ای با اندازه مناسب ایجاد کنید و در آخر خط جوش با کوتاه کردن طول قوس و برگشت روی خط جوش قوس را قطع کنید.

مرحله‌ی ۸



۹ - نفوذ جوش (عمق ذوب) باید تا ریشه درز اتصال پیش رفته و در آن قسمت دو قطعه با هم ذوب شوند.

مرحله‌ی ۹



۱۰- خط جوش باید مستقیم بوده و لبه قطعه بالایی خورده نشود.

مرحله‌ی ۱۰

۱۱-سرعت جوشکاری باید به‌نحوی باشد که گلوئی کاملا پر شود و بیش از اندازه نباشد.

۱۲- طرف دوم قطعات کار را مانند طرف اول جوش دهید

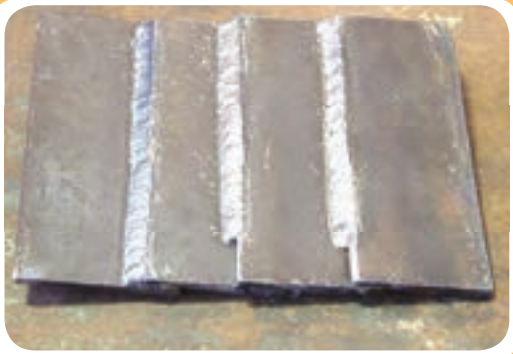
۱۳- قطعات کار جوشکاری شده را برای راهنمایی بیشتر به هنر آموز نشان دهید.

۱۴- دو قطعه دیگر را با رعایت دستورات هنرآموز خود جوشکاری کنید.

۱۵- برای کسب مهارت بیشتر هر چهار قطعه کار را بهم خال جوش زده و جوشکاری کنید.

۱۶- با استفاده از چکش جوش و برس سیمی قطعه کار را از شلاک‌ها تمیز کنید.

مرحله‌ی ۱۶

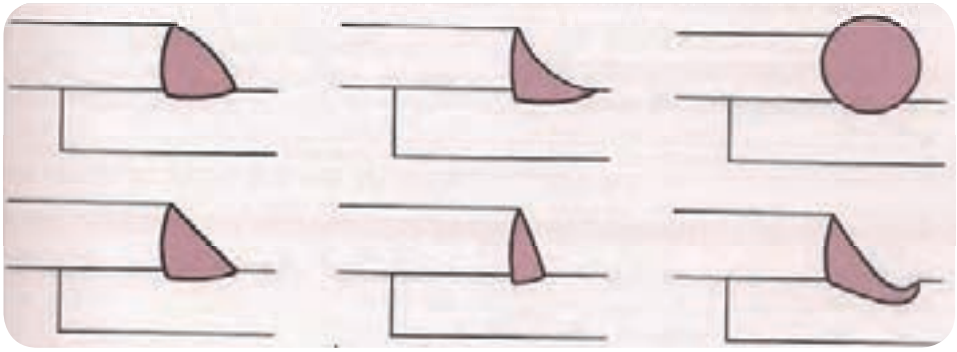


توجه:

خط جوشها باید گلوئی را پر کرده، در حالیکه لبه‌ها دچار سوختگی نشده باشند

در جوشکاری لب روی هم اشکالات چهارگانه مطابق شکل ممکن است بوجود آیند؛(توجه داشته باشید که سطح مقطع جوشهای طرف چپ تصویر حالت مطلوب است).

توجه



حالت‌های نامطلوب　　حالت مطلوب

۱۹- در پایان کار دستگاه را خاموش کرده و سه شاخه اتصال را از برق بکشید.

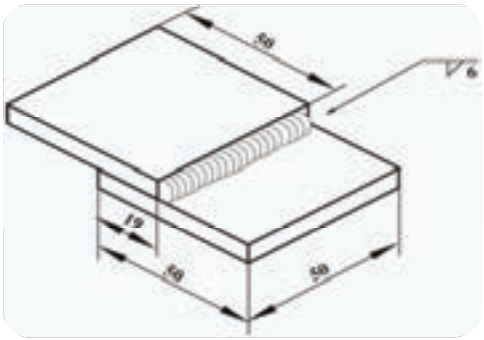
۲۰- میز کار و ابزار را تمیز و مرتب کرده و وسائل را به انبار و قطعه کار را به مربی تحویل دهید.

دستورالعمل آزمایش جوشکاری لب روی هم

۱- مطابق شکل دو قطعه فولاد ٦×٥٠×٥٠ میلیمتر را روی هم قرار دهید.

۲- مطابق دستورالعمل جوشکاری لب روی هم یک طرف اتصال را با جوش ماهیچه‌ای به هم متصل کنید

مرحله‌ی ۲



۳- قطعه کار را پس از سرد شدن در هوا به گیره آهنگری بسته و با استفاده از چکش سنگین یا پتک سبک نوک گوه‌ای شکل قلم را مطابق شکل(۷-۷۲) در درز قطعه جا بزنید.

مرحله‌ی ۳

٤- کوبیدن را ادامه دهید و قلم را جابجا کنید تا درز از هم باز شده و دو قطعه از هم جدا شود.

مقطع شکست جوش را بررسی کنید

مرحله‌ی ۳

۵- در پایان میز کار و ابزار را تمیز و مرتب کرده و به انبار تحویل دهید.

توجه

جوش باید بدون حفره یا مک باشد.

محل شکست در کناره قطعات نباشد.

در مقطع جوش سرباره محبوس نباشد.

کار عملی ۸-E۱

زمان: ۱۴ ساعت

دستورالعمل جوشکاری ماهیچه‌ای در وضعیت عمودی (PF)

نکات ایمنی

۱- قبل از شروع کار از روشن بودن هواکش‌های مخصوص جوشکاری در کارگاه اطمینان حاصل کنید.

۲- موقع برداشتن سرباره‌های داغ از روی گرده جوش از عینک سفید حفاظتی استفاده کنید.

جدول وسایل ایمنی

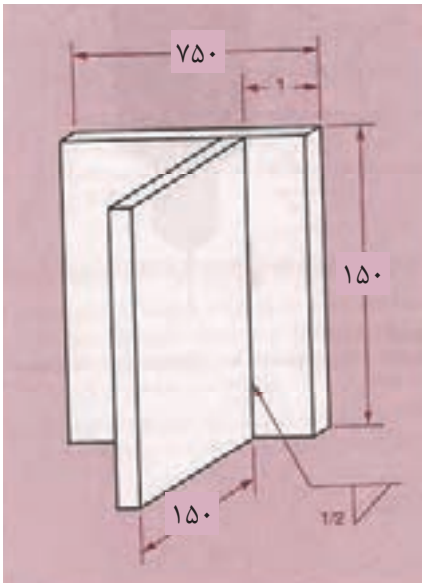
ردیف	نام وسیله	مشخصات	تعداد
۱	ماسک	کلاهی	۱
۲	پیش‌بند	چرمی	۱
۳	دستکش	چرمی	۱جفت
٤	لباس کار	مناسب بدن	۱دست
٥	پابند	چرمی	۱جفت
٦	کفش ایمنی	اندازه پا	۱جفت
۷	مقنعه	کتانی	۱

جدول وسایل کار

ردیف	نام وسیله	مشخصات	تعداد
۱	کابل های دستگاه	طول ۳ متر	۲
۲	رکتیفایرجوش	تا ۳۰۰ آمپر	۱دستگاه
۳	انبر قطعه گیر	استاندارد	۱
٤	چکش جوش	معمولی	۱
٥	برس	با سیم فولادی	۱
٦	چکش	۳۰۰ گرمی	۱

جدول مواد لازم

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	ملاحظات
۱	ورق فولادی	۱۰×۵۰×۱۵۰	به تعداد لازم	
۲	ورق فولادی	۱۰×۷۵×۱۵۰	به تعداد لازم	
۳	الکترود	E- ٦۰۱۳ E- ٦۰۱۰ E- ۷۰۱۸	به مقدار کافی	قطر ٤ یا ۳/۲



شماره نقشه کار: E_1-۳	جنس	ابعاد(میلی‌متر)	وضعیت جوشکاری	نوع جوش	نوع اتصال	نوع جریان	قطبیت
مشخصات قطعه کار	st-۳۷ ۵۸۳۷	۱۰×۱۰۰×۱۵۰	تخت (PA) PG و PF	گودسازی	–	متناسب با کارد انتخاب گردد.	
فرآیند جوشکاری: قوس الکترودستی با الکترود روپوش‌دار			نوع الکترود رتیلی (R)/رتیلی/سلولزی/قلیایی		سایز الکترود: ۳/۲		
هدف‌های آموزش: ایجاد خط جوش روی ورق فولادی							

مراحل انجام کار

۱- مطابق دستورالعمل‌های قبلی آماده به کار شوید.

۲- یک قطعه ورق فولادی ۱۰×۵۰ ×۱۵۰ را در وسط قطعه۱۰×۷۵ ×۱۵۰ قرار دهید

۳- دستگاه جوشکاری را راه اندازی کرده و آمپر مناسب برای جوشکاری با الکترود منتخب تنظیم کنید.

٤- هر دو طرف کناره کار مطابق شکل خال جوش کنید

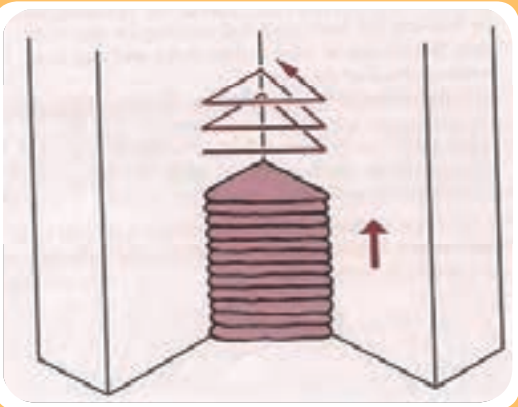
۵- با استفاده از چکش فاصله قطعات را نسبت به هم از حذف کنید.

مرحله‌ی ۴ و ۵

٦- قطعه کار را توسط گیره به میز کار محکم کنید

۷- با توجه به شکل حرکت نوک الکترود را روی کار درحالیکه دستگاه جوشکاری خاموش است چند بار تمرین کنید.

مرحله‌ی ۷



۸- با مهارتی که کسب کردید حال می‌توانید دستگاه را روشن کرده و آمپری به اندازه ۱۰ آمپر کمتر از جوشکاری‌های قبلی برای الکترود منتخب تنظیم کرده و پاس اول را جوش دهید.

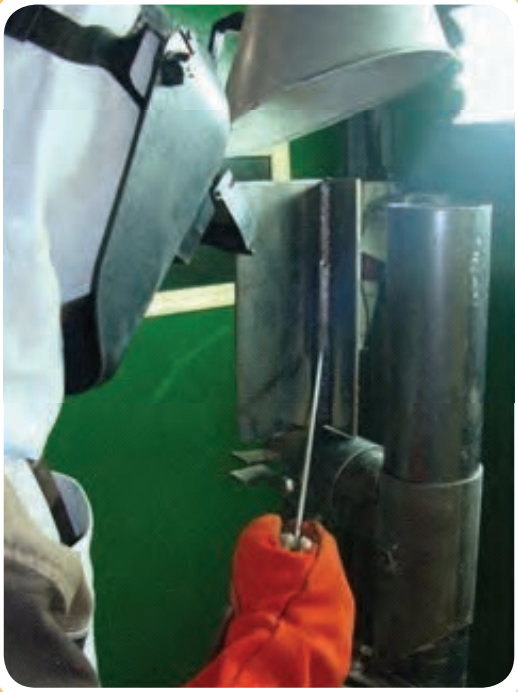
مرحله‌ی ۹

۹- پس از جوشکاری کار را برس بزنید و شلاکه‌ها را به‌طور کامل پاک کنید.

۱۰- برای پاس دوم و سوم در حالیکه دستگاه خاموش است می توانید مطابق شکل تمرین کنید تا به مهارت برسید.

۱۱-آمپردستگاه چوشکاری را به اندازه ۵ آمپر افزایش دهید و پاس دوم را مطابق شکل جوش دهید.

مرحله‌ی ۱۱



۱۲- در صورت لزوم از مربی کمک بگیرید تا حرکت دست شما را اصلاح کند.

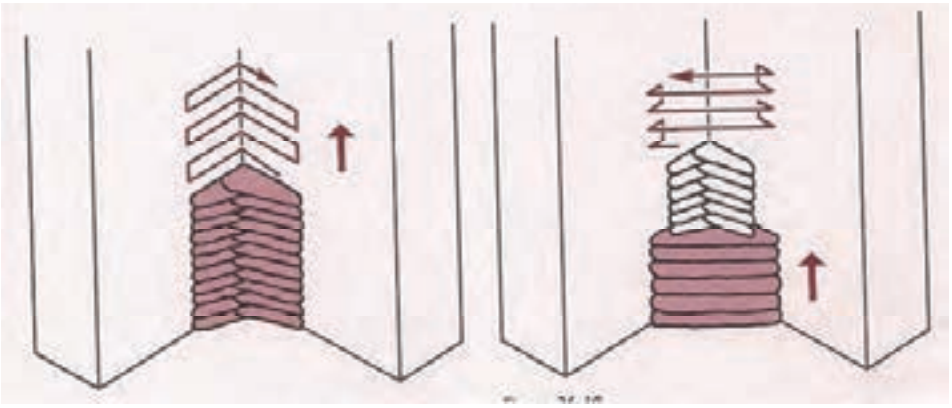
۱۳- پس از تمیز کردن پاس دوم پاس سوم را اجرا کنید

توجه داشته باشید در حین جوشکاری در طرفین خط جوش کمی مکث لازم است تا کناره‌های کار پر شود و بریدگی کنار جوش ایجاد نشود.

۱٤- طرف دوم قطعات کار را مانند طرف اول جوش دهید.

۱۵- در پایان دستگاه جوشکاری را خاموش کرده و سه شاخه اتصال را از برق بکشید همچنین میز کار و ابزار کار را تمیز مرتب کرده و وسائل را به انبار و قطعه کار را به مربی تحویل دهید.

مرحله‌ی ۱۰



منابع

- * Metallurgy of welding lancaster, tohn Fredrik-6th ed. - 1999
- * Welding Inspection Technology-American Welding Society-4th ed.- 2000.
- * Aws welding Handbook 7th ed-Vol.2
- * Aws D1.1-structural welding code-steel-2000
- * Aws B1.11-Guide for the Visual Inspection of welds-1988.
- * Iso 5817-welding-fusion-welded Toints in steel-nickel, titanium & thair alloys-Quality level for imperfections-2003 (E).
- * Welded Toim design-Hicks, Jogn Groffrey.
- * Welding metallurgy-sindo kou
- * Iso 2553-welded, brazed and soldered Ioints-symbolic representaion on drauings.
- * Aws A2.4 standard symbols for welding, Brazing, and Nondestructive Examineation.
- جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش دار - جلد اول و دوم - علی شاهدی سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی - ۱۳۸۵
- جوشکاری - استاد رحیمی - وزارت آموزش و پرورش - ۱۳۷۳