پودمان ۳

جوش کاری برق

واحد یادگیری ۳
جوش‌کاری برق

آیا تاکنون پی برده‌اید

- ورق‌های بدنهٔ شناور به چه وسیله‌ای به هم متصل می‌شوند؟
- ایمنی لازم در جوش‌کاری برق چیست؟
- روش‌های مختلف جوش‌کاری به چه صورتی است؟
- انواع دستگاه‌های جوش‌کاری در صنایع کدامند؟
- چه عاملی باعث برقراری اتصال بین دو قطعهٔ جوش داده شده می‌گردد؟
- مهارت‌های لازم برای جوش‌کاری استاندارد چیست؟

استاندارد عملکرد

در پایان این فصل هنرجو می‌تواند نکات ایمنی در هنگام جوش‌کاری برق را رعایت کند. همچنین وسایل لازم برای جوش‌کاری برق و روش استفاده از آنها را بداند. در ضمن مهارت‌های لازم برای اجرای جوش‌کاری خوب را کسب کند تا بتواند فرایند جوش‌کاری را به صورت استاندارد و قابل اطمینان اجرا کند.

جوش‌کاری برق دستی

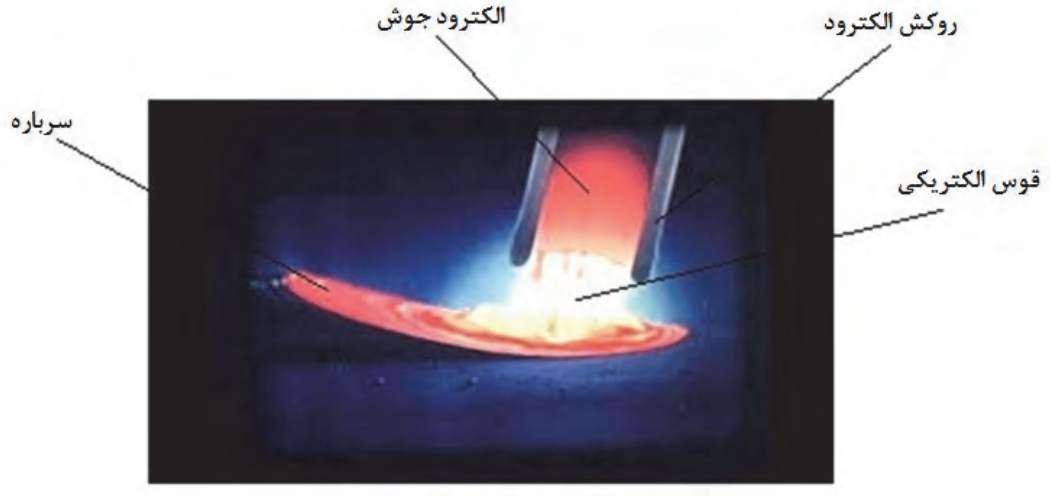
جوش‌کاری برق دستی با قوس الکتریکی و الکترود روپوش‌دار یکی از روش‌های جوش‌کاری برق است که بیشترین کاربرد را در صنعت دارد. انواع دیگر جوش‌کاری برق وجود دارد که شامل موارد زیر است:

- جوش‌کاری با گازهای محافظ
- جوش‌کاری پلاسما
- جوش‌کاری زیر آب
- جوش‌کاری مقاومتی

تحقیق کنید

چه روش‌های دیگری از جوش‌کاری برق وجود دارد؟

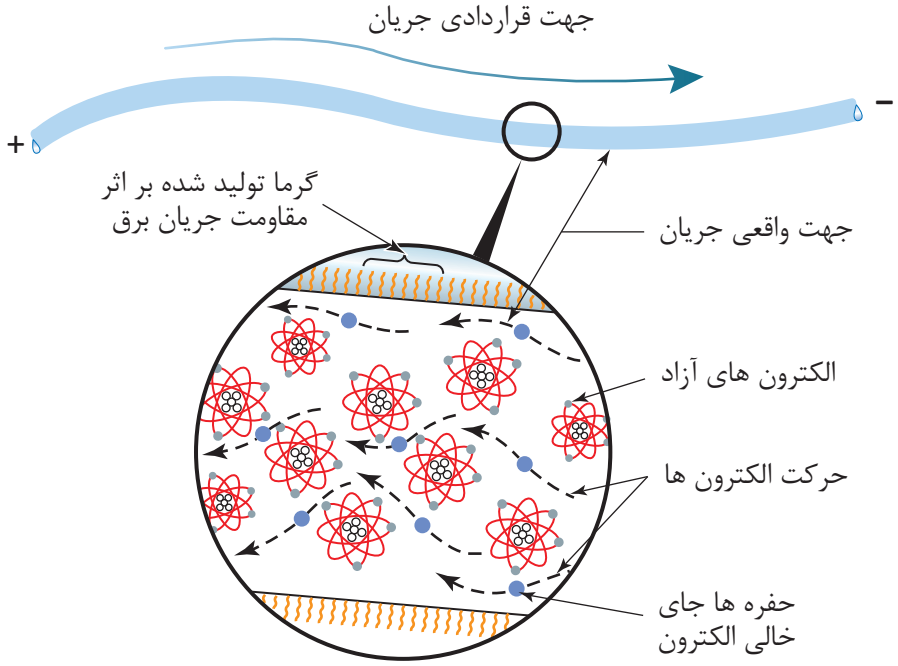
در جوش‌کاری دستی با استفاده از جریان برق، الکترود فلزی، قوس را به وجودمی‌آورد و خود در گرمای قوس ذوب می‌شود و روکش ذوب‌شده به دلیل کمتر بودن جرم حجمی روی مذاب را می‌پوشاند. پس از انجماد مواد مذاب، خط جوش به همراه گل جوش یا سرباره تشکیل می‌شود (شکل ۱). پس می‌توان گفت عوامل لازم برای جوش‌کاری یعنی انرژی حرارتی برای ذوب و محافظت از مذاب هر دو از طریق الکترود روپوش‌دار عملی می‌شود. بر این اساس این فرایند را جوش‌کاری قوس الکتریکی با الکترود روپوش دار گویند.



شکل ۱ - جوش‌کاری با الکترود روپوش‌دار

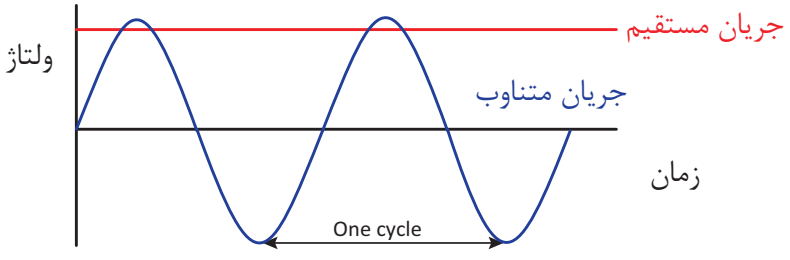
جریان جوش‌کاری (Welding Currevt)

حرکت الکترون‌ها از قطب منفی به سمت قطب مثبت (شکل ۲) به دلیل وجود مقاومت، تولید گرما می‌کند. در فرایند جوش‌کاری، الکترون‌ها از الکترود به سمت قطعه کار پرش می‌کنند که به دلیل وجود مقاومت هوا تولید گرما صورت می‌گیرد.



شکل ۲

در جوش‌کاری با الکترود دستی از هر دو نوع جریان متناوب (AC) (Alternating Current) و مستقیم (DC) (Direct Current) شکل ۳ می‌توان استفاده کرد. استفاده از منبع تغذیه با جریان متناوب و یا جریان مستقیم در فرایند دستی با قوس الکتریکی و الکترود روپوش‌دار به انتخاب الکترود بستگی دارد. نوع جریان مصرفی بر روی عملکرد الکترود تأثیر می‌گذارد. هر نوع جریان، مزایا و محدودیت‌هایی دارد که این موارد هنگام انتخاب نوع جریان برای یک کاربرد خاص باید مد نظر قرار گیرند.



شکل ۳

کار در کلاس

جدول زیر را تکمیل کنید.

مزایای جریان‌ها		
ردیف	AC	DC
۱	دستگاه‌های مولد جریان AC ساده‌تر و ارزان‌تر هستند.	قوس راحت‌تر تشکیل می‌شود و پایدارتر است.
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		

تحقیق کنید

معایب جریان‌های AC و DC در فرایند جوش‌کاری را بیابید.

شدت و ولتاژ جریان:

شدت جریان و ولتاژ جوش‌کاری از جمله مهمترین پارامترها در فرایندهای جوش‌کاری ذوبی به حساب می‌آیند. انتخاب نکردن صحیح یا کنترل آنها به طور مستقیم باعث به وجود آمدن بسیاری از عیوب در جوش می‌شود. زیرا مقدار حرارت قوس ارتباط مستقیم با مقدار شدت جریان و ولتاژ دارد. بنابراین روی صفحه کلید دستگاه‌های جوش‌کاری کلیدهای مخصوصی برای تغییر پیوسته یا پله‌ای این متغیرها در نظر گرفته می‌شود.

کار در کلاس

جدول زیر را کامل کنید.

ردیف	پارامتر جریان		شرح
	فارسی	انگلیسی	
۱	شدت جریان	Amper	به میزان..... عبوری از الکترود گفته می‌شود.
۲	ولتاژ	Voltage	میزان ..... سطح الکتریکی در مسیر جریان است که تعیین‌کننده میزان عبور الکترون‌ها است که هرچه ..... باشد، تخلیه الکتریکی از فاصله دورتری صورت می‌گیرد.
۳	.....	.....	حاصل ضرب آمپر در ولتاژ است که میزان توان قوس جوش‌کاری بوده و عمق و پهنای جوش‌کاری را تعیین می‌کند.

قطب‌های مستقیم و معکوس در جوش‌کاری:

هر دو جریان AC و DC در جوش‌کاری با الکترود روپوش‌دار استفاده می‌شود. با این تفاوت که وقتی با جریان متناوب جوش‌کاری می‌کنیم، قطب مثبت و قطب منفی وجود ندارد و انبر جوش‌کاری به هر کدام از کابل‌های خروجی دستگاه جوش وصل شود، نتیجه کار یکسان خواهد بود. گرما در الکترود و کار به طور مساوی توزیع می‌شود. به دلیل این که در جریان متناوب در هر ثانیه ۵۰ بار جای قطب‌ها عوض می‌شود، قوس پایداری کمتری دارد و مواردی که ضرورت دارد با آمپر کمتر کار کنیم، جوش‌کاری مشکل‌تر می‌شود، مانند جوش‌کاری افقی، عمودی و سقفی و جوش‌کاری ورق‌های نازکتر.ولی در به‌کارگیری جریان مستقیم که توسط دستگاه رکتی‌فایر یا دینام جوش‌کاری تأمین می‌شود، انتخاب قطب در اختیار جوش‌کار است (شکل۴).

شکل ۴ - قطب‌های مولد جریان

تجهیزات جوش‌کاری

دستگاه‌ها و ابزارهای مورد استفاده در جوش‌کاری برق در جدول زیر نمایش داده شده است:

کار در کلاس

جدول زیر را کامل کنید.

ردیف	نوع تجهیز		شرح و کاربرد	تصویر
	فارسی	انگلیسی		
۱	ترانسفورماتور کاهنده	Step-down transformer	دستگاهی است که برای کاهش ولتاژ و ..... آمپر جریان، در فرایند جوش‌کاری استفاده می‌شود.	
۲	دستگاه تولید جریان DC	.....	این دستگاه که نوعی ترانسفورماتور است، برای تولید جریان مستقیم در فرایند جوش‌کاری کاربرد دارد.	
۳	انبر الکترود	Electrode Holders	این ابزار برای نگه‌داشتن الکترود در هنگام جوش‌کاری استفاده می‌شود.	
۴	انبر اتصال	.....	از این ابزار برای متصل کردن یکی از قطب‌های جریان به ..... استفاده می‌شود.	
۵	ماسک	.....	برای حفاظت چشم‌ها و صورت در حین جوش‌کاری استفاده می‌شود.	
۶	دستکش	.....	برای حفاظت دست‌ها از سوختگی و ..... احتمالی استفاده می‌شود.	
۷	.....	.....	این قطعه در هنگام جوش‌کاری ذوب می‌گردد و باعث اتصال قطعات به همدیگر می‌شود.	

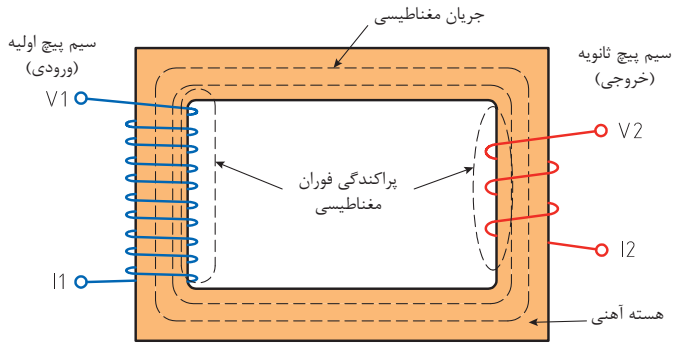
ترانسفورماتورهای جوش‌کاری (Welding Transformers):

ترانسفورماتورهای جوش‌کاری مبدل جریان هستند؛ یعنی ولتاژ برق ورودی را که ۲۲۰ و ۳۸۰ ولت است، به برق ولتاژ پایین برای جوش‌کاری تبدیل می‌کنند. به این دستگاه‌ها ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ گویند که در شکل ۵ آورده شده و دارای قسمت‌های زیر است:

شکل ۵- نمایی از ترانسفورماتور

هستهٔ آهنی: که از ورقه‌های نازک فولادی که درصد سیلیسیم آنها بیشتر از فولادهای معمولی استفاده شده است تا خاصیت آهن‌ربایی را در خود ذخیره نکند.همچنین به دلیل لایه‌های نازک عایق که بین ورقه‌ها وجود دارد، از گرم شدن بیش از حد آنها جلوگیری می‌شود.

سیم‌پیچ‌ها: یکی سیم‌پیچ اولیه که از سیم عایق‌دار نازک با تعداد حلقه‌های زیاد روی هسته پیچیده شده است مطابق شکل۶ به برق ورودی وصل می‌شود و حوزهٔ مغناطیس متغیر یا میدان مغناطیسی در هسته ایجاد می‌کند؛ و دیگری سیم پیچ ثانویه است که دارای تعداد حلقه‌های کمتر و با قطر بیشتر است و میدان مغناطیسی از وسط آن عبور می‌کند.



شکل ۶- سیم‌پیچ با هستهٔ آهنی

میدان مغناطیسی باعث می‌شود الکترون‌های آزاد سیم تحریک شود و جریان الکتریکی در سیم‌پیچ ثانویه به وجود آید که جریان القایی نام دارد که ولتاژ آن کمتر از ولتاژ اولیه است (ترانسفورماتور کاهنده). ولتاژ ثانویه با نسبت تعداد دورهای سیم‌پیچ اولیه (N_1) به تعداد دور سیم‌پیچ ثانویه (N_2) ضریب تبدیل بستگی دارد و روابط زیر برقرار است:

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

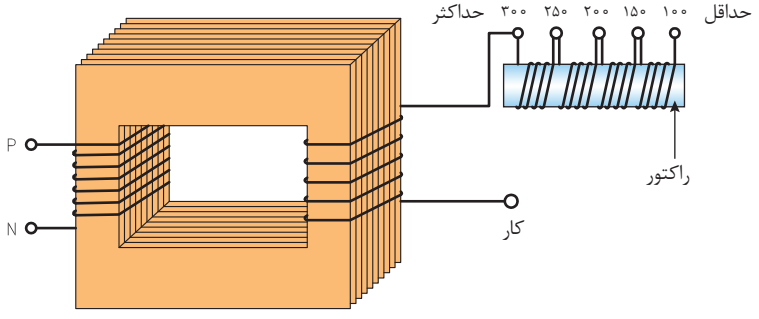
که در آن I_1 و V_1 شدت جریان و ولتاژ ورودی دستگاه و I_2 و V_2 شدت جریان و ولتاژ خروجی جوش‌کاری است. همچنین ترانسفورماتورها دارای یک کلید قطع و وصل در ورودی جریان و یک فن خنک‌کننده سیم‌پیچ‌ها هستند.

تغییر آمپر در ترانسفورماتور جوش‌کاری:

برای جوش‌کاری فلزات مختلف و اتصالات گوناگون با ضخامت‌های متفاوت ضرورت دارد که الکترودهای روپوش‌دار با جنس مغز فلزی و جنس روپوش و همچنین قطرهای متفاوت به راحتی قابل استفاده باشد؛ لذا باید آمپر جوش‌کاری قابل تنظیم باشد. پس لازم است روشی برای کم و زیاد کردن آمپر در دستگاه‌های جوش‌کاری تدارک شده باشد. در ترانسفورماتورهای جوش‌کاری به دو روش تغییر آمپر عملی می‌شود.

تغییر آمپر پله‌ای:

در این روش یک سر سیم‌پیچ ثانویه از طریق یک مبدل عبور داده می‌شود. در این مبدل همان طور که در شکل ملاحظه می‌شود، ترمینال‌های متعدد برای دریافت جریان جوش‌کاری وجود دارد (شکل ۷). هر چه تعداد دورهای سیم‌پیچ مبدل بیشتر در مدار باشد، تأثیر متقابل هسته بر عبور جریان بیشتر خواهد بود و شدت جریان کاهش می‌یابد و بر عکس، مثلاً در ترمینال حداکثر، چون جریان القایی(ثانویه) از سیم‌پیچ مبدل عبور نمی‌کند، شدت جریان بیشتری در اختیار جوش‌کار قرار می‌گیرد.

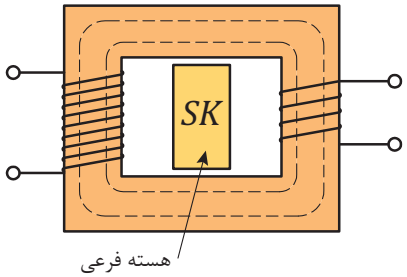


شکل ۷- سیم‌پیچ با تغییر آمپر پله‌ای

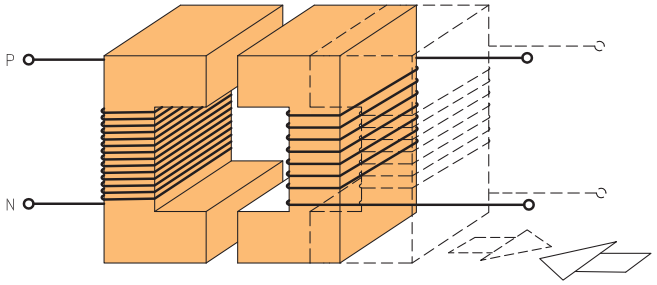
تغییر آمپر پیوسته:

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

الف) با قرار دادن هستهٔ فرعی درون هستهٔ اصلی، درصدی از خطوط حوزهٔ مغناطیسی از هستهٔ فرعی عبور می‌کند و از شدت میدان مغناطیسی در هسته اصلی کاسته می‌شود (شکل ۸).
ب) کم و زیاد کردن دسته سیم‌پیچ‌های مدار ثانویه همراه با جابه‌جایی هستهٔ فرعی.
ج) ایجاد فاصلهٔ هوایی بین دو قسمت هسته به وسیلهٔ دور و نزدیک کردن یک قسمت هسته از قسمت دیگر آن (شکل۹). با دور کردن دو قسمت هسته از هم، شدت جریان کم می‌شود و برعکس، با نزدیک کردن آنها به هم شدت جریان افزایش می‌یابد.



شکل ۸- تغییر آمپر با هسته فرعی



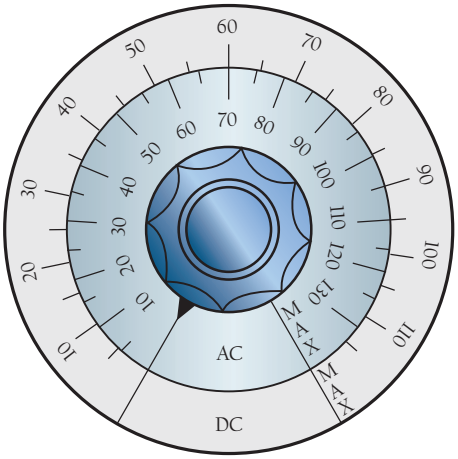
شکل ۹- تغییر آمپر با جابه جایی بخشی از هسته

رکتی‌فایر جوش‌کاری:

مبدل جریان است که جریان DC برای جوش‌کاری تأمین می‌کند و علاوه بر قسمت‌های مختلف یک ترانسفورماتور معمولی دارای یک قسمت یک‌سوساز هم است. یک‌سوکننده را می‌توان به شیر یک‌طرفه تشبیه کرد.جریان فقط در یک جهت می‌تواند از یک‌سوکننده عبور کند. اگر جریان ورودی تک‌فاز AC باشد، خروجی یک‌سوکننده جریان مستقیم بسیار موجی شکل خواهد بود. اما اگر جریان ورودی سه‌فاز به یک‌سوکننده وارد شود، چون هر فاز با فاز دیگر ۱۲۰ درجه اختلاف دارد جریان خروجی بسیار هموارتر خواهد بود.
یک‌سوکننده‌ها چند نوع هستند؛ سیلیکونی، و سیلینیومی و لامپی، که اجازه می‌دهند الکترون‌ها از یک جهت عبور کنند ولی برگشت از این مسیر امکان‌پذیر نیست.

تغییر آمپر در رکتی‌فایرها:

در رکتی‌فایرهای امروزی به جای یک‌سوکننده معمولی از تریستور استفاده می‌شود. تریستور یک وسیلهٔ حالت جامد است که فقط اجازه عبور جریان در یک جهت را می‌دهد؛ یعنی مانند یک‌سوکننده معمولی عمل می‌کند، به علاوه می‌توان شدت جریان را با استفاده از سیگنال کنترل‌شونده از راه دور تغییر داد.نقطه ضعف اساسی



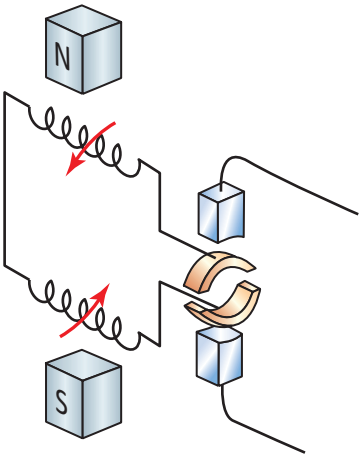
شکل ۱۰ - تغییر آمپر در رکتی‌فایر

تریستور وجود موج‌های چشمگیر در جریان خروجی است. این عیب توسط یک سِلف در مدار کاهش می‌یابد. پس تغییر آمپر در رکتی‌فایرها به وسیله یک کلید گردشی است که در شکل ۱۰ مشاهده می‌کنیم. در دستگاه‌های جوشکاری که در سیستم‌های جوش‌کاری اتومات یا ربات کار می‌کند، از ترانزیستور به عنوان تقویت‌کننده استفاده می‌شود و مقدار عبور جریان به عنوان عکس‌العمل با یک سیگنال تنظیم می‌شود و دیگر موج‌های مزاحم در جریان خروجی کاهش می‌یابد. در این دستگاه‌ها برای بالا بردن ظرفیت خروجی جریان تعداد زیادی مثلاً ۱۰۰ تا ۱۵۰ عدد ترانزیستور به صورت موازی به هم بسته می‌شود.

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

ژنراتور (دینام) - مولدهای جریان جوش‌کاری:

همان طور که می‌دانیم اگر یک حلقه سیم، خطوط مغناطیسی موجود بین دو قطب آهن‌ربا را قطع کند، در آن حلقه جریان الکتریکی برقرار می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ - نمای داخلی مولد برق

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

حال چنانچه هر سر سیم به یک حلقه کلکتور مجزا وصل شود، جریان متناوب به وجود می‌آید و برعکس، در صورت استفاده از کلکتورهای دوتکه جریان ایجادشده جریان مستقیم می‌شود. این فرایند در دستگاهی انجام می‌شود که به آن ژنراتور می‌گویند (شکل۱۲).

شکل ۱۲- ژنراتور

در صورت افزایش تعداد حلقه‌های کلاف و استفاده از ۴ آهن‌ربا و کلکتورهای چندپارچه می‌توانیم جریان مستقیم هموارتری را داشته باشیم.

چنانچه حرکت دورانی توسط یک الکتروموتور که با برق شهر کار می‌کند، تأمین شود، دستگاه را دینام جوش کارگاهی گویند و اگر حرکت دورانی توسط یک موتوراحتراقی بنزین یا گازوئیل‌سوز تدارک شود، دستگاه را دینام جوش سیار گویند. دستگاه‌های دینام جوش امروزی، جریان بسیار هموار و پایدار دارند و هیچ‌گونه نوسان در جریان قوس ندارند؛ در نتیجه پایداری قوس الکتریکی کاملاً رضایت‌بخش است.

تغییر آمپر در دینام‌های جوش‌کاری:

در دستگاه‌های تولید جریان برق جوش‌کاری(دینام جوش‌کاری) با تغییر در جریان تحریک بالشتک‌های ایجاد حوزهٔ مغناطیسی(ایجادکننده خطوط قوا یا فلوی مغناطیسی) شدت جریان را افزایش یا کاهش می‌دهند (شکل۱۳).

در این دستگاه‌ها برای تغییر قطب، کلیدی روی دینام جوش تعبیه شده است که الکترود را منفی یا مثبت می‌کند و به آن کلید تعیین قطب می‌گویند.

شکل ۱۳ - کلید تغییر قطب در دینام

دینام‌های جوش‌کاری کارگاهی با کلید ستاره، مثلث راه‌اندازی می‌شوند.با ستاره شروع به کار می‌کند، وقتی که دور دینام به ٪ ۷۵ رسید، آنگاه کلید در حالت مثلث قرار می‌گیرد. هیچ‌گاه نباید در حالت ستاره، عمل جوش‌کاری انجام شود (باید توجه داشت همه دستگاه‌ها به کلید ستاره مجهز نیستند).

فعالیت کارگاهی

نوع فعالیت: بررسی مولد جوش‌کاری
شرح کار:
۱- نوع مولدهای جوش‌کاری موجود در کارگاه را تعیین کنید.
۲- تنظیمات مولدهای جریان موجود در کارگاه را بررسی کنید.
۳- بررسی نمایید تغییر آمپر در این مولدها از چه نوعی است.

ایمنی در جوش‌کاری

رعایت ایمنی در جوش‌کاری با توجه به مخاطرات زیادی که در این فعالیت از جمله خطر برق‌گرفتگی، سمی بودن گازهای حاصل و خطرات قوس الکتریکی وجود دارد، بسیار مهم و حیاتی است.

مخاطرات اصلی در جوش‌کاری با قوس الکتریکی عبارتند از:

۱- شوک الکتریکی
۲- تشعشع پرتوها
۳- استشمام دود و گاز
۴- پاشیدن جرقه از مذاب

شوک الکتریکی:

شوک الکتریکی زمانی حادث می‌شود که جریان الکتریسیته از مسیر قلب بگذرد و یک واکنش ماهیچه‌ای را باعث شود. به طور کلی عبور جریان بیشتر از یک میلی آمپر از بدن، باعث احساس یک شوک می‌شود. عبور جریان‌های بالاتر از ۲۵ میلی‌آمپر از بدن باعث از کار افتادن قلب می‌شود.
جوش‌کار نباید با ولتاژی که بتواند جریانی بیشتر از یک میلی‌آمپر را از بدن عبور دهد، کار کند. برق جوش‌کاری دارای ولتاژ پایین است و از نظر برق‌گرفتگی هم کم‌خطر است ولی کابل‌های ورودی به دستگاه دارای ولتاژ بالا حداکثر تا ۴۱۵ ولت هستند که بسیار خطرناک‌اند و باید کاملاً محافظت شوند تا در تماس با اجسام داغ، تیز و برنده نباشند. ولتاژ مدار باز دستگاه‌های جوش‌کاری به طور معمول باید زیر ۹۰ ولت باشد.
دستگاه‌های جوش‌کاری امروزی طوری طراحی شده‌اند که وقتی روشن می‌شوند، ابتدا ولتاژ کمی در دو سر کابل وجود دارد و موقع تماس الکترود به کار ولتاژ مدار باز مناسب به طور اتومات جریان می‌یابد.

جدول ۱

نکات ایمنی در جوش‌کاری برق	
۱	اتصال کابل تغذیه دستگاه و تابلو برق باید توسط کلید و فیوز مناسب انجام شده باشد.
۲	اطمینان حاصل کنید که کابل ورودی به دستگاه دارای عایق‌بندی خوب باشد و برای ولتاژ تا ۴۱۵ ولت مناسب باشد.
۳	مطمئن شوید که دستگاه به سامانهٔ اتصال به زمین(ارت) مجهز باشد.
۴	هنگام کار با دست‌کش خشک کار کنید.

نکات ایمنی در جوش‌کاری برق	
هنگام جوش‌کاری از کفش‌های مناسب دارای کف عایق و یا از یک عایق زیر پا مانند تخته‌چوب استفاده کنید.	۵
توجه داشته باشید تجهیزات برق‌رسانی و سیم‌کشی برق قادر به عبور جریان لازم برای کار مورد نظر باشد.	۶
هنگام برق‌گرفتگی، به شخص برق‌گرفته دست نزنید و کلید اصلی برق ورودی را قطع کنید.	۷
وصل کردن کابل‌های جوش‌کاری باید هنگام خاموش بودن دستگاه صورت گیرد.	۸
تعویض الکترود خصوصاً در ارتفاع باید با دست‌کش انجام شود.	۹

تشعشع پرتوها:

قوس الکتریک دارای سه نوع اشعه است:

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

۲- اشعهٔ ماوراء بنفش Ultra Violet (UV)

۳- اشعهٔ مادون قرمز Infrared (IR)

نور مرئی قوس الکتریک بسیار شدید است و مانند نور شدید خورشید در روزهای برفی برای چشم ضرر دارد؛ بنابراین، باید از عینک دودی استفاده کرد تا درصد کمتری از آن به چشم برسد.اشعهٔ ماوراء بنفش قابل رؤیت نیست چون دارای طول موج کمتر از ۴ /۰ است و برای چشم و پوست و مو و مخاط تنفسی خطر دارد. عدسی چشم انسان در معرض اشعهٔ ماوراء بنفش دچار برق‌زدگی می‌شود که دردناک است و باعث جاری شدن اشک چشم و عدم تحمل نور می‌گردد.اشعهٔ مادون قرمز هم دارای طول موج بیشتر از ۰/۷ است که موجب آسیب رسیدن به پوست (مثل سوختگی صورت و گردن در کنار دریا) می‌شود و خطر آب‌مروارید در چشم را به دنبال دارد (شکل ۱۴)، علاوه بر جوش‌کاران بی‌توجه، افرادی هم که در مجاورت عملیات جوش‌کاری کار می‌کنند دچار مشکلات برق‌زدگی در چشم می‌شوند؛ لذا باید به افرادی که در محدودهٔ قوس جوش‌کاری کار می‌کنند آگاهی داده شود تا با چشم غیرمسلح به قوس الکتریکی نگاه نکنند. انعکاس قوس از سطوح صیقلی و براق هم مخاطره‌آمیز است. جوش‌کاران باید از ماسک جوش‌کاری که دارای شیشهٔ تار مناسب است، استفاده کنند و اطراف کار جوش‌کاری هم باید توسط پرده‌های برزنتی نسوز حفاظ‌دار شود.

شکل ۱۴ - آب مروارید ناشی از اشعهٔ مادون قرمز

تولید دود و گاز:

دمای زیاد قوس باعث سوختن روپوش الکترود می‌شود که موجب تولید دود، گازهای مختلف و گرد و غبار و بخارهای فلزی در قوس و اطراف آن می‌گردد. این ذرات معلق و گازها برای مجاری تنفسی جوش‌کاران زیان‌بخش است که به ترکیب شیمیایی آنها بستگی دارد. البته حداکثر غلظت مجاز که جوش‌کار می‌تواند در معرض آن قرار گیرد، توسط سازمان‌های ذی‌ربط تعیین و اعلام می‌شود. عمده گازهایی که تولید می‌شوند، عبارتند از:

منواکسید کربن (CO) :

از سوختن ناقص کربن و تجزیهٔ ترکیب کربنی شکل می‌گیرد. گازی است بی‌رنگ و بی‌بو که از هوا سبک‌تر است و حداکثر میزان مجاز آن ۵۵-۵۰ میلی‌گرم در یک متر مکعب هوا است.در جوش‌کاری با الکترود روپوش‌دار و از تجزیهٔ گاز در جوشکاری با گاز محافظ CO_2 و همچنین موقع جوش‌کاری قطعات رنگ‌شده به وجود می‌آید. تنفس این گاز موجب سرگیجه، تهوع، استفراغ و تاری دید می‌شود.

گاز کربنیک (CO_2) :

در جوش‌کاری SMAW (Shielded Metal Arc Welding) و GMAW (Gas Metal Arc Welding) روی فولادها با الکترودهای روپوش‌دار از سوختن سلولز، گرافیت و از تجزیه کربنات کلسیم موجود در روپوش مقدار زیادی گاز CO_2 به عنوان گاز محافظ به وجود می‌آید که در جوش‌کاری با گاز CO_2 ناحیه قوس و اطراف آن را پوشش می‌دهد و باعث می‌شود که فضای تنفسی جوش‌کار اشغال شود و اکسیژن به‌شدت کاهش یابد. تراکم بیش از ۵۰۰۰ میلی‌گرم در متر مکعب باعث مسمومیت می شود.

گازهای N_2O_2 و N_2O و NO:

از ترکیب اکسیژن با ازت هوا که در گرمای قوس به وجود می‌آید، به‌ویژه زمانی که با برش‌کاری پلاسمای هوا کار می‌کنیم، به مقدار زیاد تولید می‌شود. حداکثر مجاز این گازها ۹ میلی‌گرم در متر مکعب است و عملیات جوش‌کاری و برش‌کاری در فضاهای محدود بدون تهویه مناسب مخاطره‌آمیز است.

گاز اوزن(O_3) :

گازی فعال است و باعث صدمه زدن به مجاری تنفسی می‌شود. اکسیژن هوا در مجاورت اشعهٔ ماورای بنفش تبدیل به اوزن می‌شود. ناگفته نماند که از برخورد گاز اوزن به جسم جامد، واکنش فوق برگشت‌پذیر خواهد بود و خطر رفع می‌شود.

تحقیق کنید

خطراتی که گازهای ذکرشده دارند، بیابید.

بخارهای فلزی:

دمای قوس از دمای غلیان و جوشیدن فلزات بالاتر است؛ لذا در مرکز قوس، فلزات تبخیر شده و بخارهای فلزی تولید می‌شوند. مغز فلزی الکترودها می‌توانند بخارات منگنز، مولیبدن، کروم، نیکل، آلومینیوم، مس، قلع و غیره تولید کنند. استنشاق بخارهای تازه تولیدشده در قوس ممکن است منجر به عارضه‌ای به نام تب بخارهای فلزی

شود. بخارهای فلز روی که موقع جوش‌کاری لوله‌ها و ورق‌های گالوانیزه تولید می‌شود، یکی از شایع‌ترین موارد ابتلا به تب بخارهای فلزی است.نوشیدن شیر و آب میوه پس از عملیات جوش‌کاری برای رفع مشکلات تنفسی توصیه شده است.

کنترل و کاهش میزان آلودگی‌های گازی

سه روش برای این منظور به کار گرفته می‌شود:

۱- تهویهٔ عمومی کارگاه با تهویهٔ مناسب، تا همه کسانی را که در کارگاه جوش‌کاری کار می‌کنند، از آن بهره‌مند شوند. ۲- می‌توان به وسیلهٔ قرار دادن یک لوله از محل تشکیل (قوس الکتریکی)، دود وگازها را انتقال داد (تهویهٔ موضعی) ۳- می‌توان هوای داخل ماسک جوش‌کاری را جابه‌جا کرد؛ یعنی هوای تازه از طریق لوله‌ها که به ماسک وصل است، جهت تنفس جوش‌کار به ماسک هدایت شود.

پاشش جرقه از مذاب:

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

۱- از لباس کار نخی با جیب‌های دربسته و شلوار کار با دمپای مناسب و پابند چرمی نسوز استفاده شود.

۲- از پوشیدن لباس کار چرب و کار در فضای آغشته به چربی و روغن و سایر مواد اشتعال‌زا خودداری شود.

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

۴- از پرتاب ته الکترود به اطراف خودداری کنید و آنها را در ظرف مخصوص بریزید.

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

۶- موقع جوش‌کاری غیر از حالت سطحی از کلاه و شانه‌بند نسوز یا سربند چرمی نسوز مناسب استفاده کنید.

بحث کلاسی

تجهیزات ایمنی در برابر گاز و دود را که در کارگاه موجود است، ذکر کنید.

تحقیق کنید

خطرات دیگر ناشی از جوش‌کاری برق را بررسی کنید.

فعالیت کارگاهی

نوع فعالیت: ۱- بررسی مولد جوش‌کاری

شرح کار:

۱- نوع مولدهای جوش‌کاری موجود در کارگاه را تعیین کنید.

۲- تنظیمات مولدهای جریان موجود در کارگاه را بررسی کنید.

۳- بررسی نمایید تغییر آمپر در این مولدها از چه نوعی است.

ارزشیابی					
ردیف	مراحل کاری	شرایط کار(ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۱	شناسایی تجهیزات جوش‌کاری برق	مکان:کارگاه جوش‌کاری ابزار: دستگاه جوش، انبر اتصال، کابل جوش، ماسک جوش‌کاری، دستکش جوش‌کاری، برس سیمی و چکش گل جوش	بالاتر از سطح انتظار	۱- تجهیزات جوش‌کاری برق دستی را بشناسد. ۲- تجهیزات ایمنی جوش‌کاری را بشناسد. ۳- نکات ایمنی را بداند.	۳
			در حد انتظار	۱- نکات ایمنی را بداند. ۲- تجهیزات ایمنی جوش‌کاری را بشناسد.	۲
			کمتر از حد انتظار	۱- تجهیزات ایمنی جوش‌کاری را بشناسد.	۱

ایجاد قوس الکتریکی و گرده جوش

شناسایی الکترودها

قطعه‌ای که با ذوب شدن باعث اتصال دو قطعه کار می شود الکترود نام دارد.
مشخصات درج‌شده بر روی الکترودها اطلاعاتی در مورد انتخاب الکترود می‌دهند.

E601

نوع جوشکاری: برق E - گاز G - قدرت کششی(پوند بر اینچ مربع)
وضعیت جوش‌کاری:
الف) ۱ = همه وضعیت‌ها، ب) ۲= افقی و تخت، پ)۴ = عمودی

قطر الکترود:

مناسب‌ترین قطر الکترود، قطری است که الکترود با استفاده از جریان و سرعت حرکت مناسب، در حداقل زمان، مکان مورد نظر را جوش‌کاری کند. ضخامت الکترود انتخابی، تا حد زیادی به ضخامت موادی که جوش‌کاری می‌شوند وضعیت جوش‌کاری و نوع اتصال بستگی دارد. در جوش‌کاری مواد ضخیم‌تر و یا جوش‌کاری در شرایط مسطح، برای دست‌یابی به‌سرعت نفوذ بالاتر و زمان کمتر، از الکترودهای با قطر بیشتر استفاده می‌شود. همواره باید از ضخیم‌ترین الکترود ممکن که تأثیر منفی روی محدوده گرمای ورودی یا میزان رسوب جوش ندارد، استفاده شود. جو ش‌هایی که از حد نیاز بزرگتر باشند، هزینه‌های بیشتری در بردارند و حتی در برخی موارد باعث زیان می‌شوند. هرگونه تغییر ناگهانی در اندازهٔ مقاطع مختلف یا در حالت و شکل جوش، مانند آنچه هنگام

جوش‌کاری بیش از اندازه، شکل می‌گیرد، می‌تواند باعث ایجاد نقاط تمرکز تنش گردد. البته این امر واضح است که بهترین اندازهٔ الکترود، اندازه‌ای است که هنگام استفاده از آن با سرعت و حرکت و جریان مناسب مکان مورد نظر در حداقل زمان، جوش‌کاری شود.

جهت گرفتن الکترود:

جهت‌گیری الکترود با در نظر داشتن وضعیت کار و پخ جوش، برای کنترل کیفیت جوش‌کاری بسیار مهم است. زاویهٔ نامناسب الکترود می‌تواند باعث حبس سرباره، تخلخل و یا بریدگی کنارهٔ جوش شود. موقعیت مناسب الکترود، وابسته به نوع و اندازه الکترود، موقعیت جوش‌کاری و شکل هندسی اتصال است. یک جوش‌کار ماهر، به طور خودکار همهٔ این عوامل را هنگام تعیین جهت‌گیری الکترود در نظر می‌گیرد. برای تعریف و تعیین جهت‌گیری الکترود از زاویهٔ کار و زاویهٔ حرکت استفاده می‌شود. زاویهٔ حرکت، زاویه‌ای کمتر از ۹۰ درجه، بین سطح الکترود و سطح کار است. زاویهٔ کار نیز زاویه‌ای است کمتر از ۹۰ درجه، بین یک خط عمود بر سطح قطعهٔ کار اصلی و صفحه‌ای که توسط محور الکترود و محور جوش تعیین می‌گردد. هنگامی که الکترود در مسیر جوش‌کاری قرار می‌گیرد، از تکنیک جوش‌کاری پیش‌دستی استفاده می‌گردد. لذا به زاویهٔ حرکت، زاویهٔ فشار نیز گفته می‌شود. در تکنیک جوش‌کاری پس‌دستی، الکترود برخلاف مسیر جوش‌کاری حرکت می‌کند؛ لذا به زاویهٔ حرکت در این حالت، زاویهٔ کشیدن نیز گفته می‌شود.

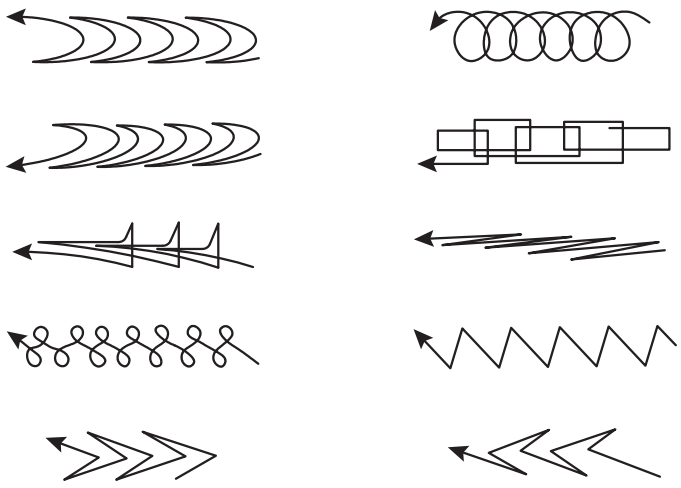
سرعت حرکت الکترود:

عبارت از سرعت حرکت الکترود در طول اتصال است. سرعت مناسب سرعتی است که در آن مهره‌های جوشی با طرح و ظاهر مناسب ایجاد شود. سرعت حرکت تحت تأثیر فاکتورهای زیادی قرار دارد. موارد زیر از آن جمله‌اند:

۱- قطبیت جریان جوش‌کاری
۲- وضعیت جوش‌کاری
۳- نرخ ذوب الکترود
۴- ضخامت فلز پایه
۵- شرایط سطحی فلز پایه
۶- نوع اتصال
۷- نصب اتصالات
۸- مهارت در به‌کارگیری الکترود
۹- شناسایی الکترود، جریان برق و قطب‌ها

حالت‌های حرکت الکترود:

حرکت الکترود (شکل۱۵) به عنوان تکنیکی برای جوش‌کاری، تعیین‌کنندهٔ کیفیت جوش است که انتخاب آن بیشتر به تجربهٔ جوش‌کار وابسته است.



شکل ۱۵ - حالت‌های حرکت الکترود

کابل های جوش‌کاری

کابل‌های جوش‌کاری مدار جریان الکتریکی بین انبر الکترودگیر و اتصال به قطعهٔ کار را تشکیل می‌دهند. به دلیل بالا بودن شدت جریان جوش‌کاری سطح مقطع کابل باید در حدی باشد که بتواند به راحتی شدت جریان‌های زیاد را از خود عبور دهد. انتخاب سیم مسی و یا آلومینیومی در کابل‌ها به دلیل هدایت الکتریکی خوب این دو فلز است. کابل‌ها باید انعطاف‌پذیر باشند و وقتی به انبر جوش‌کاری وصل می‌شوند، مانع حرکت‌های دست نشوند تا کار کردن با انبر راحت‌تر باشد؛ به همین منظور کابل‌ها را از سیم‌های رشته‌ای افشان انتخاب می‌کنند و روی آن یک لایه کاغذ کتان و سپس پلاستیک نرم می‌پوشانند. چند دسته از این گروه با هم در پوشش مناسب و ضدسایش قرار می‌گیرد تا آمپر زیادی از آن عبور کند و گرم نشود. قطر کابل‌ها با توجه به میزان آمپر و طول مسیر عبور جریان انتخاب می‌شود.

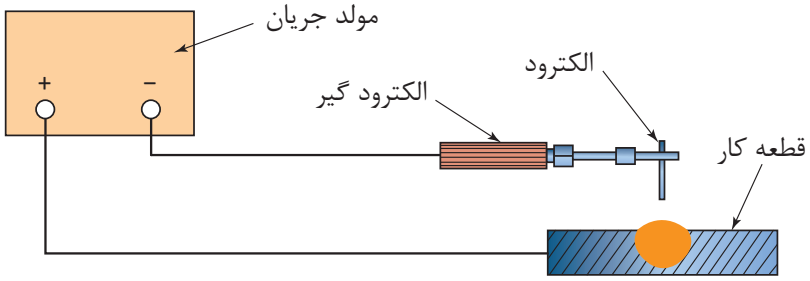
قوس الکتریکی (electric arc)

شکل ۱۶- قوس الکتریکی

قوس الکتریکی در اثر تخلیه بار الکتریکی در فاصلهٔ هوایی بین دو قطب جریان به وجود می‌آید که با نور و حرارت همراه است (شکل۱۶). در حقیقت اگر دو قطب جریان یا الکترود و قطعهٔ کار را به هم تماس دهند و سپس در فاصله کمی از یکدیگر قرار گیرند، به خاطر فشار الکتریکی الکترون‌ها از قطب منفی به قطب مثبت پرش می‌کند و جرقه‌های اولیه ایجاد می‌شود. این جرقه‌ها موجب یونیزه شدن گاز بین دو قطب می‌شود. الکترون‌های جریان برق از فاصلهٔ هوایی بین آن دو قطب عبور می‌کنند. این عمل باعث گرم شدن نوک الکترود می‌شود و الکترون‌های آزاد درون الکترود میل به خروج پیدا می‌کنند. همچنین یون‌ها و الکترون‌ها سریعاً به طرف قطب‌های مخالف خود در قوس حرکت می‌کنند و با برخورد الکترون‌ها به اتم‌های گاز موجود بین دو قطب جریان، موجب افزایش یونیزاسیون و پایداری قوس می‌گردد. البته برای ایجاد قوس ولتاژ بیشتری لازم است ولی ادامهٔ قوس با ولتاژ کمتری عملی است.

روش‌های اتصال قطب‌ها:

۱- کابل انبر الکترودگیر را به قطب منفی دستگاه و کابل اتصال را به قطب مثبت دستگاه وصل کنیم.

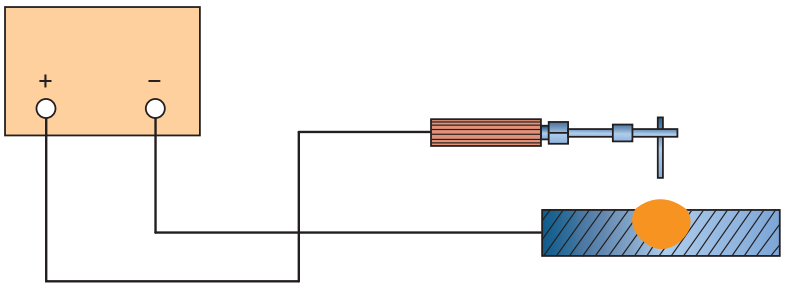


شکل ۱۷ - اتصال قطب‌ها در جوش‌کاری

این حالت را جوش‌کاری با قطب مستقیم (Direct current electrode negative) (DC EN) و یا (Direct current straight polarity) (DCSP) می‌گویند. جهت حرکت الکترون‌ها، از الکترود به قطعه کار است و الکترون‌ها با سرعت زیاد به قطعه برخورد می‌کنند و به دلیل بمباران الکترونی گرمای زیادی در قطعهٔ کار (قطب مثبت) به وجود می‌آید (شکل۱۷). در جوش‌کاری قوس با الکترود تنگستن الکترود تنگستن به قطب منفی دستگاه وصل است و گرمای بیشتر در کار یعنی $\frac{۲}{۳}$ در قطعهٔ کار و $\frac{۱}{۳}$ در الکترود توزیع می‌شود و این امر از ذوب شدن الکترود تنگستن جلوگیری می‌کند.

در جوش‌کاری با الکترود روپوش‌دار هم گرما در قطب مثبت بیشتر از قطب منفی است، ولی به‌دلیل وجود روپوش و بخارها و گازهای حاصل از آن، گرما متعادل‌تر توزیع می‌شود.

۲- در به‌کارگیری قطب معکوس (Direct current reverse polarity) (DC RP) یا الکترود مثبت (DC EP) (Direct current electrode positive) گرما بیشتر در الکترود توزیع می‌شود؛ در نتیجه سرعت ذوب الکترود بیشتر است (شکل۱۸). همچنین آن دسته از الکترودها هم که روپوش دیرذوب‌تر دارند، با این قطب جوشکاری می‌شوند. همانند الکترود قلیایی در جوشکاری با این قطب (DC RP) عمل تمیزکاری قوس وجود دارد؛ یعنی چون الکترون‌ها از کار جدا شده و یون‌ها از الکترود به کار برخورد می‌کنند، اکسیدهای فلزی در محل تشکیل قوس خرد شده و یا به صورت یک پارچه تشکیل نمی‌شوند و برای جوش‌کاری فلزاتی که اکسید دیرذوب و یک پارچه تشکیل می‌دهند، مثل آلومینیوم و منیزیم بسیار مناسب است.



شکل ۱۸- جابه‌جایی قطب‌ها

نمایش فیلم

فیلم مربوط به فرایند جوش‌کاری را مشاهده کنید.

تحقیق کنید

روش‌های ایجاد قوس الکتریکی چیست؟

فعالیت کارگاهی

نوع فعالیت: ۲- مقایسه تاثیر تغییرات آمپر و جابه‌جایی قطب‌ها بر وضعیت جوش

شرح کار:

۱- لوازم جوش‌کاری و ایمنی را آماده کنید.

۲- مولد جریان را تنظیم کنید.

۳- قبل از شروع جوش‌کاری، نکات ایمنی را مرور کنید و در طول جوش‌کاری آنها را رعایت نمایید.

۴- بر روی پلیت شروع به جوش‌کاری نمایید و خطی ۵ سانتی ایجاد کنید.

۵- با جابه‌جایی قطب‌ها دوباره به همان اندازه جوش‌کاری کنید.

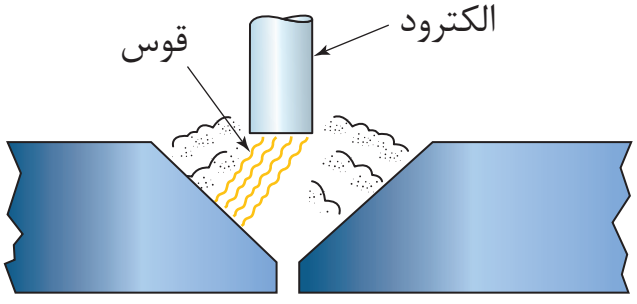
۶- دو مرحله قبل را با تغییر آمپر دوباره تکرار کنید.

۷- جوش‌ها را مقایسه کنید و اختلاف بین آنها را بدست آورید.

توجه: با توجه به این که در مراحل یادگیری هستید، احتمال چسبیدن الکترود به قطعه کار زیاد است. در این حالت بلافاصله با باز کردن دهانهٔ انبر، الکترود را جدا کنید؛ در غیر این صورت، به مولد جریان آسیب خواهد رسید.

وزش قوس(Arc blow)

در جوش‌کاری با جریان مستقیم به‌دلیل وجود میدان مغناطیسی در اطراف مسیر جریان (الکترود)، قوس الکتریکی به یک سمت منحرف می‌شود که به آن وزش قوس می‌گویند (شکل۱۹). این عیب باعث ایراداتی در فرایند جوش‌کاری می‌گردد.



شکل ۱۹- وزش قوس

بحث کلاسی

عیوبی که در اثر انحراف قوس الکتریکی در جوش‌کاری ایجاد می‌شود، چیست؟

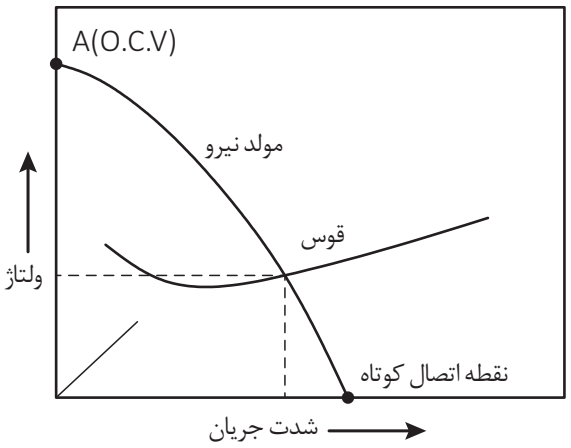
کار در کلاس

جدول زیر را کامل کنید

ردیف	روش‌های جلوگیری از وزش قوس
۱	دورکردن محل اتصال قطعه از محل جوش‌کاری
۲	کاهش آمپر جوش‌کاری
۳	به حداقل رساندن طول قوس
۴	
۵	
۶	

نمودار ولت آمپر قوس الکتریکی:

جوش‌کار هنگام استفاده از قوس، سرعت پیشروی را برای ایجاد جوش یکنواخت تنظیم می‌کند و نیاز به قوس الکتریکی با ولتاژ و شدت جریان ثابت دارد. چون ولتاژ و شدت جریان با هم ارتباط دارند، به ازای مقادیر مختلف جریان این رابطه به صورت یک منحنی شکل می‌گیرد که به منحنی قوس معروف است. اگر منحنی ولت آمپر با توجه به قانون اهم $V = IR$ ترسیم شود که در آن با افزایش جریان به صورت تابع خطی ولتاژ افزایش یابد، منحنی به شکل خط صاف درمی‌آید ولی شیب منحنی نمودار قوس الکتریکی تابعی از نوع فلز الکترود و اتمسفر موجود در فضای گازی قوس الکتریکی است. اگر نمودار شدت جریان و ولتاژ خروجی دستگاه جوش‌کاری ترسیم شود، یعنی روی ستون عمودی ولتاژ مدار باز و ستون افقی شدت جریان‌های جوش‌کاری علامت‌گذاری شود، این منحنی با منحنی قوس در نقطه‌ای به هم می‌رسند که آن نقطه، شدت جریان و ولتاژ جوش‌کاری را نشان می‌دهد (شکل ۲۰). زمانی که شدت جریان حداکثر است، یعنی اتصال کوتاه بین الکترود و کار برقرار شده است، ولتاژ بین الکترود و قطعهٔ کار به صفر نزدیک است. ادامهٔ این اتصال کوتاه باعث سوختن دستگاه جوش‌کاری خواهد شد. زمانی که دستگاه روشن است و جوش‌کاری انجام نمی‌شود، ولتاژ حداکثر است که به ولتاژ مدار باز یا (O.C.V) معروف است.



شکل ۲۰- نمودار ولتاژ – شدت جریان

فعالیت کارگاهی

نوع فعالیت: ایجاد خال جوش

شرح کار:

۱- لوازم جوش‌کاری و ایمنی را آماده کنید.

۲- مولد جریان را تنظیم کنید.

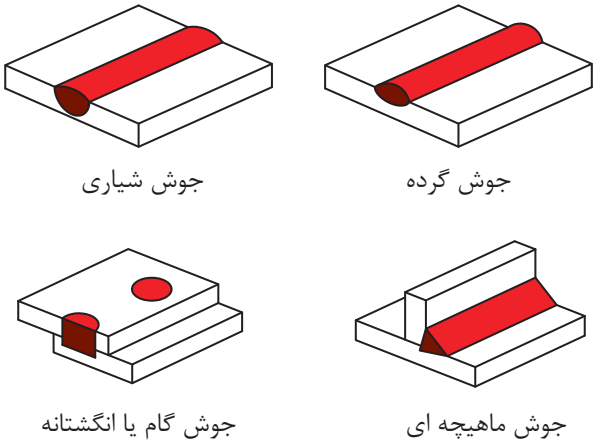
۳- بر روی پلیت شروع به جوش‌کاری کنید و خال جوش ایجاد نمایید.

توجه: با توجه به این که در مراحل یادگیری هستید، احتمال چسبیدن الکترود به قطعه کار زیاد است. در این حالت بلافاصله با باز کردن دهنهٔ انبر، الکترود را جدا کنید در غیر این صورت، به مولد جریان آسیب خواهد رسید.

ارزشیابی					
ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۲	ایجاد قوس الکتریکی وخال‌جوش	مکان:کارگاه جوش‌کاری ابزار: دستگاه جوش، انبر اتصال، کابل جوش، ماسک جوش‌کاری، دستکش جوش‌کاری، برس سیمی و چکش گل جوش	بالاتر از سطح انتظار	۱- الکترودها را بشناسد. ۲- بتواند قوس الکتریکی ایجاد کند. ۳- خال جوش مطلوب ایجاد کند.	۳
			در حد انتظار	۱- بتواند قوس الکتریکی ایجاد کند. ۲- خال جوش مطلوب ایجاد کند.	۲
			کمتر از حد انتظار	۱- بتواند قوس الکتریکی ایجاد کند.	۱

جوش‌کاری انواع اتصالات

با توجه به تنوع اتصال قطعات جوش‌کاری و انواع مختلف جوش که برخی از متداول‌ترین آنها در اشکال ۲۱ تا ۲۳ نشان داده شده است، انتخاب هر کدام از انواع مذکور روی اجرای جوش‌کاری و احتمال به‌وجود آمدن عیوب در جوش تأثیرگذار است؛ لذا این متغیرها باید متناسب با نوع جنس قطعات، ضخامت آنها، شرایط اجرای جوش، نوع فرایند جوش‌کاری و غیره باشد.

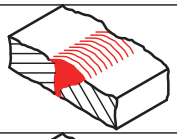
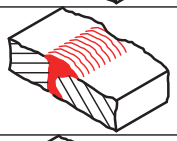
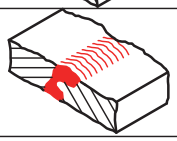
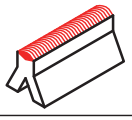
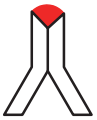
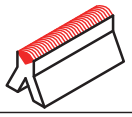
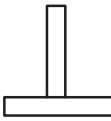
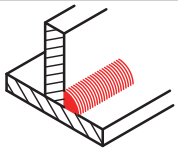
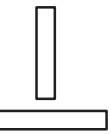
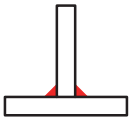
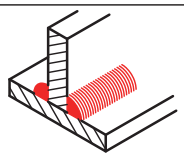
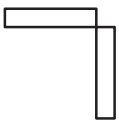
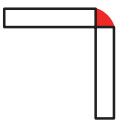
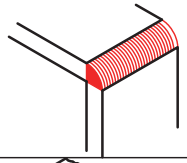
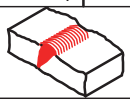


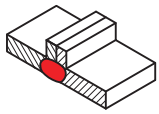
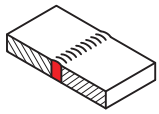
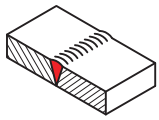
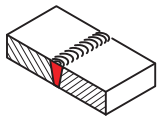
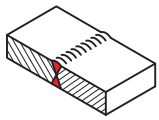
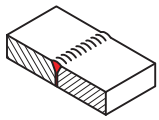
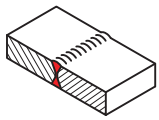
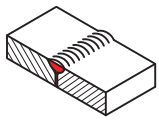
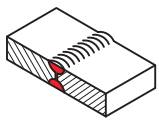
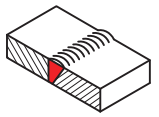
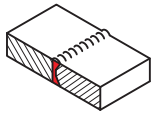
شکل ۲۱- انواع جوش

وضعیت دو قطعه نسبت به هم		وضعیت دو قطعه نسبت به هم	
لب به لب (سر به سر)		صلیبی	
لب روی هم		موازی (پیشانی)	
تی شکل			
لب گوشه ای (گوشه)			
		شیب دار (مورب)	
لب برگردان			

شکل ۲۲- انواع اتصالات اصلی در جوش‌کاری

علایم و نشانه‌های اتصالات جوش‌کاری

نوع درز	نام	شکل نمادین	نمایش		نمای مجسم
			فرم درز	مقطع درز	
درز های لب به لب	درز نیم جناغی دم دار		قبل از جوش	بعد از جوش	
	درز نیم جناغی دم دار (دو سویه کند)				
	درز نیم لاله ای (یک سویه کند)				
	درز نیم لاله ای (دو سویه کند)				
درز های پیشانی	درز پیشانی تخت				
	درز پیشانی جناغی				
درز های گلویی	درز گلویی یا گوشه ای				
	درز گلویی یا گوشه ای دو سویه				
	درز گلویی یا گوشه ای بیرونی				
درز نیم جناغی با ریشه باز					

نوع درز	نام	شکل نمادین	نمایش		نمای مجسم
			فرم درز	مقطع درز	
درز لب به لب	درز لب برگردان				
	I- درز لب به لب یا سر به سر	‖			
	V- درز جناغی	V			
	درز جناغی با ریشه باز	V			
	درز جناغی دو سویه تیز	X			
	درز جناغی دمدار	Y			
	درز جناغی دو سویه کند	X			
	درز ناودانی یا لاله ای یک سویه	U			
	درز ناودانی یا لاله ای دو سویه	X			
	درز نیم جناغی	V			
	درز نیم جناغی دو سویه تیز	K			

شکل ۲۳- علایم و نشانه‌های اتصالات

فعالیت کارگاهی

نوع فعالیت: ایجاد گرده جوش به طول ۱۰ سانتی‌متر

شرح کار:

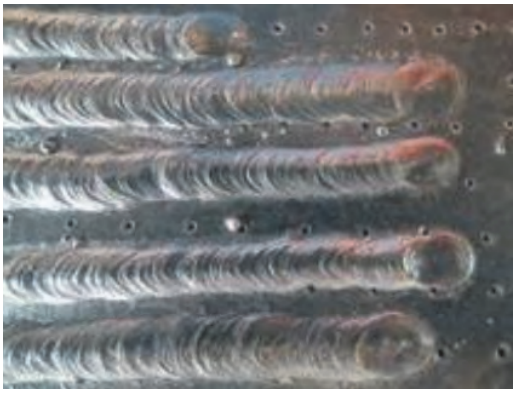
۱- لوازم جوش‌کاری و ایمنی را آماده کنید.

۲- مولد جریان را تنظیم کنید.

۳- نکات ایمنی را رعایت کنید.

۳- یک پلیت را انتخاب کنید و سه خط گرده جوش به طول ۱۰ سانتی‌متر ایجاد نمایید.

توجه: با توجه به این که در مراحل یادگیری هستید، احتمال چسبیدن الکترود به قطعه کار زیاد است. در این حالت، بلافاصله با باز کردن دهنهٔ انبر، الکترود را جدا کنید در غیر این صورت، به مولد جریان آسیب خواهد رسید.



شکل ۲۴

فعالیت کارگاهی

نوع فعالیت: جوش‌کاری سپری (جناغی) به صورت گوشه

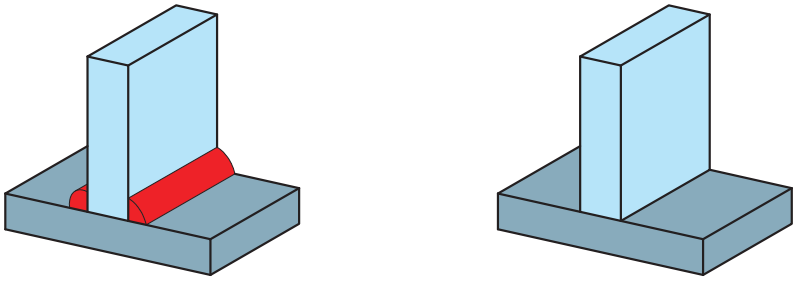
شرح کار:

۱- لوازم جوش‌کاری و ایمنی را آماده کنید.

۲- مولد جریان را تنظیم کنید.

۳- نکات ایمنی را رعایت کنید.

۳- دو پلیت را انتخاب کنید و به صورت گوشه جوش‌کاری نمایید.



شکل ۲۵

فعالیت کارگاهی

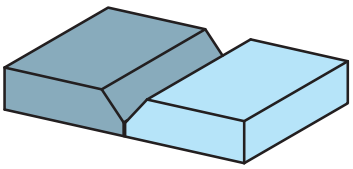
نوع فعالیت: جوش‌کاری لب به لب به صورت شیاری

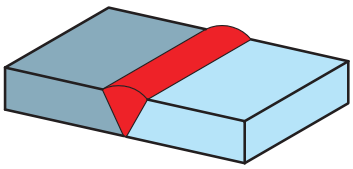
شرح کار:

۱- لوازم جوش‌کاری و ایمنی را آماده کنید.

۲- مولد جریان را تنظیم کنید.

۳- نکات ایمنی را رعایت کنید.





شکل ۲۶

فعالیت کارگاهی

نوع فعالیت: جوش‌کاری سپری(جناغی) به صورت شیاری

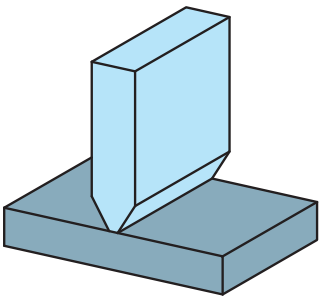
شرح کار:

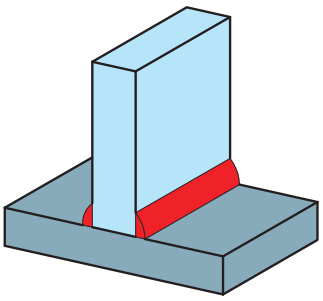
۱- لوازم جوش‌کاری و ایمنی را آماده کنید.

۲- مولد جریان را تنظیم کنید.

۳- نکات ایمنی را رعایت کنید.

۳- دو پلیت را انتخاب کنید و پس از تبدیل یکی از آنها به شکل نوک تیز، به صورت سپری و جناغی جوش‌کاری نمایید.





شکل ۲۷

ارزشیابی					
ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۳	جوش‌کاری انواع اتصالات	مکان:کارگاه جوش‌کاری ابزار: دستگاه جوش، انبر اتصال، کابل جوش، ماسک جوش‌کاری، دستکش جوش‌کاری، برس سیمی و چکش گل جوش	بالاتر از سطح انتظار	۱- بتواند گرده جوش مناسب ایجاد کند. ۲- جوش سپری مناسب انجام دهد. ۳- جوش لب به لب شیاری مناسب انجام دهد.	۳
			در حد انتظار	۱- بتواند گرده جوش مناسب ایجاد کند. ۲- جوش سپری مناسب انجام دهد.	۲
			کمتر از حد انتظار	۱- بتواند گرده جوش مناسب ایجاد کند.	۱

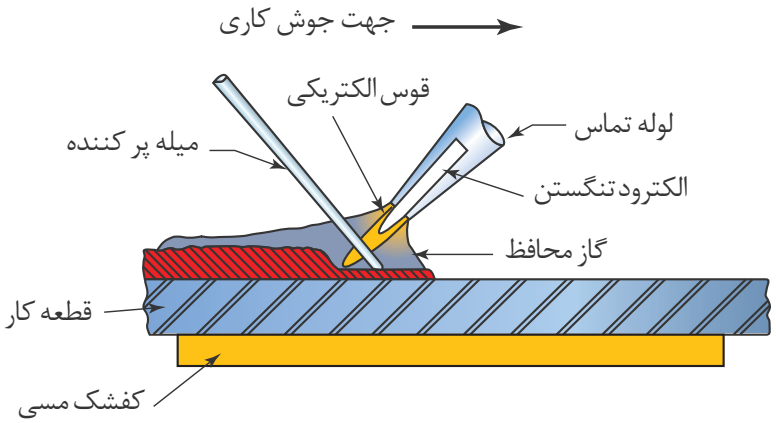
جوش‌کاری با گازهای محافظ GMAW (Gas Metal Arc Welding)

نوع دیگری از جوش‌کاری برق ، جوش‌کاری با گازهای محافظ است که برای جوش دادن فلزات رنگین مثل آلومینیوم ، مس، روی و غیره کاربرد دارد. جوش‌کاری تحت پوشش گازهای محافظ با الکترود مصرفی‌فرایند جوشکاری است که در آن، با ذوب کردن اتصال توسط قوس الکتریکی بین یک الکترود یکسره فلزی پرکننده مصرف شدنی و قطعه کار و حفاظت توسط یک گاز (مثلاً گاز آرگون یا گاز کربنیک) و یا مخلوطی از گازها، احتمالاً محتوی یک گاز خنثی، یا مخلوطی از یک گاز و یک سرباره و بدون کاربرد فشار صورت می‌گیرد و دارای دو نوع زیر است:

جوش‌کاری تیگ(آرگون)TIG (Tungsten Inert Gas)

در جوش آرگون یا تیگ برای ایجاد قوس جوش‌کاری از الکترود تنگستن استفاده می‌شود که این الکترود برخلاف دیگر فرایندهای جوش‌کاری حین عملیات جوش‌کاری مصرف نمی‌شود (شکل۲۸).حین جوش‌کاری گاز خنثی هوا را از ناحیه جوش‌کاری بیرون می‌راند و از اکسیده شدن الکترود جلوگیری می‌کند. در جوش‌کاری تیگ الکترود فقط برای ایجاد قوس به‌کار می‌رود و خود الکترود در جوش مصرف نمی‌شود؛ در حالی‌که در جوش قوس فلزی الکترود در جوش مصرف می‌شود. در این نوع جوش‌کاری از سیم جوش به‌عنوان فلز پرکننده استفاده می‌شود و سیم جوش شبیه جوش‌کاری با اشعه اکسی استیلن در جوش تغذیه می‌شود. آرک یا هلی ولد نیز به دلیل معروفیت نام این سازندگان در خصوص ماشین‌های جوش تیگ باعث شده بعضاً این نوع جوش‌کاری با نام سازندگان هم شناخته شود. نام جدید این فرایندG.T.A.W و نام آلمانی آن ویگ است. همان‌طور که از نام این فرایند پیداست، گاز محافظ آرگون است که ترکیب این گاز با هلیوم بیشتر کاربرد دارد. دلیل استفاده از هلیوم این است که باعث افزایش توان قوس می‌شود و به همین دلیل سرعت جوش‌کاری را می‌توان بالا برد و همین‌طور باعث خروج بهتر گازها از محدودهٔ جوش می‌شود.

کاربرد این جوش عموماً در جوش‌کاری موارد زیر است:
۱- فلزات رنگین از قبیل آلومینیوم، نیکل، مس و برنج (مس و روی)
۲- جوش‌کاری پاس ریشه در لوله‌ها و مخازن
۳- ورق‌های نازک (زیر ۱ میلی‌متر)



شکل ۲۸- نمای جوش تیگ

مزایای جوش تیگ:

۱-به‌دلیل اینکه تزریق فلز پرکننده از خارج قوس صورت می‌گیرد، اغتشاش در جریان قوس پدید نمی‌آید؛ در نتیجه کیفیت فلزجوش بالاتر است.
۲- به‌دلیل نبود سرباره و دود و جرقه، منطقهٔ قوس و حوضچه مذاب به‌وضوح قابل رؤیت است.
۳- امکان جوش‌کاری فلزات رنگین و ورق‌های نازک با دقت بسیار زیاد.

تحقیق کنید

معایب جوش‌کاری تیگ چیست؟

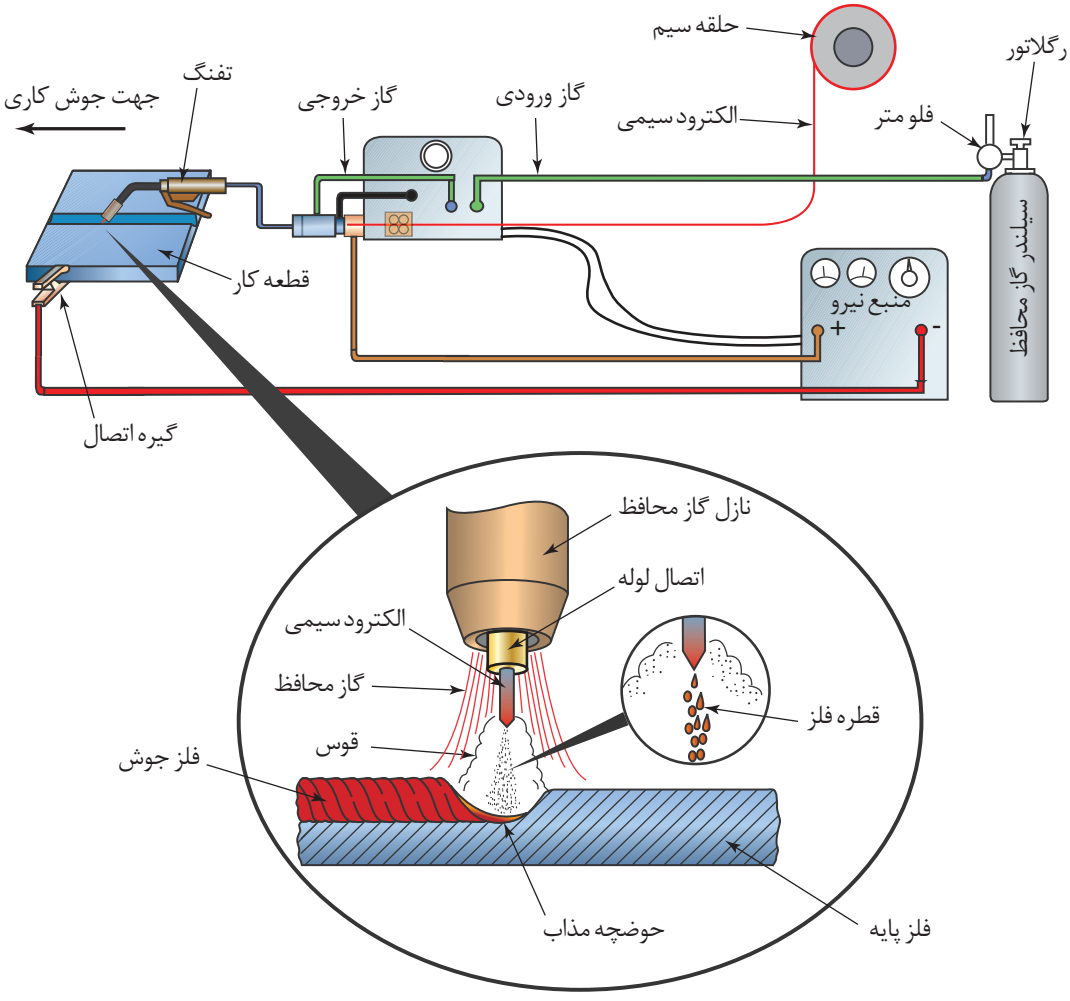
جوش‌کاری میگ MIG (Metal inert Gas) و مگ MAG (Metal Active Gas)

در جوشکاری میگ تغذیهٔ الکترود مداوم است و الکترود (سیم‌جوش) لخت می‌باشد. این فرایند جوش‌کاری را می‌توان با ماشین نیمه‌خودکار یا روش‌های خودکار انجام داد.
جوش‌کاری مگ، همانند فرایند میگ است؛ با این تفاوت که در این روش برای حفاظت از جوش و منطقهٔ مجاور، از گازهای فعال مثل CO_2 استفاده می‌شود؛ به همین دلیل به آن جوش‌کاری CO_2 نیز می‌گویند که برای اتصال فلزات آهنی استفاده می‌شود. گاهی اوقات با اضافه کردن درصدی اکسیژن در گاز محافظ، برای جوش‌کاری فولادهای معمولی (فولاد ساده کربنی) به کار می‌رود، زیرا اضافه کردن مقدار کمی اکسیژن به گاز محافظ باعث

آرام‌تر و محوری شدن قطرات مذاب می‌شود و در نتیجه حوضچهٔ جوش روان به وجود می آید و پهنای جوش مسطح‌تر و صاف‌تر به‌دست می‌آید. البته لازم است که به خاطر این مقدار اکسیژن اضافی، عناصر اکسیژن‌زدا در الکترود استفاده شود تا فلز جوش از نظر متالورژیکی دچار مشکل نگردد.

فرایند جوش‌کاری میگ:

در فرایند میگ برای محافظت از فلز جوش و مذاب معمولاً از گازهای آرگون و هلیوم و یا مخلوطی از این گازها و گازهای بی‌اثر (Inert) و غیره استفاده می‌شود. فرایند جوش‌کاری میگ برای جوش‌کاری فلزاتی مانند فولاد زنگ‌نزن، آلومینیوم، نیکل و مس استفاده می‌شود نمونه‌ای از دستگاه مخصوص این جوش‌کاری در شکل ۲۹ نشان داده شده است.



شکل ۲۹- نمای جوش‌کاری میگ

بحث کلاسی

سیستم جوش‌کاری میگ را تشریح کنید.

شکل ۳۰ - دستگاه میگ

مزایای جوش‌کاری میگ:

فرایند این جوش‌کاری نسبت به دیگر فرایندها همانند SMAW مزایای زیادی دارد که به شرح زیر است:

۱- این فرایند به گونه‌ای است که می‌تواند در مورد بیشتر فلزات مغناطیسی به کار رود.

۲- اتوماسیون یا روباتیک کردن این فرآیند به دلیل پیوسته بودن الکترود و طول قوس ثابت، آسان است.

۳- تمرکز قوس الکتریکی به‌دلیل نسبت بالای توان بر سطح، زیاد است؛ بنابراین امکان جوش‌کاری ورق‌های نازک و حالت های غیرتخت راحت‌تر است و پیچیدگی و تابیدگی کمتر و سرعت و نفوذ بیشتر خواهد بود.

۴- در این فرایند میزان جرقه نسبتاً کم است.

۵- سیم جوش به طور مستمر تغذیه می‌گردد؛ بنابراین زمان برای تعویض الکترود صرف نمی‌شود.

۶- این فرایند می‌تواند به راحتی در تمام وضعیت‌ها استفاده شود.

۷- حوضچهٔ مذاب و قوس الکتریکی به راحتی قابل مشاهده است.

۸- سرباره حذف می‌شود یا بسیار نازک است.

۹- از الکترود با قطر نسبتاً کم استفاده می‌شود که باعث چگالی جریان بالاتری می‌گردد.

۱۰- درصد بالایی از الکترود یا سیم جوش در منطقهٔ اتصال، رسوب می‌کند.

۱۱- سرعت انتقال و میزان رسوب بالاتری نسبت به نوع جوش‌کاری دستی تیگ دارد.

۱۲- عمق نفوذ جوش، بیشتر از فرایند SMAW است؛ در نتیجه اجازه می‌دهد که جوش کوچکتر با استحکام مورد نظر به وجود آید.

بحث کلاسی

معایب جوش‌کاری میگ را شرح دهید.

تحقیق کنید

در مورد انواع دیگر جوش‌کاری‌های برق تحقیق کنید.

فعالیت کارگاهی

نوع فعالیت: بررسی مولد جوش‌کاری با گاز محافظ

شرح کار:

۱- نوع مولدهای موجود در کارگاه را تعیین کنید.

۲- تنظیمات مولدهای جریان موجود در کارگاه را بررسی کنید.

ارزشیابی					
ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۴	جوش‌کاری با گازهای محافظ	مکان: جوش‌کاری کارگاه ابزار: دستگاه جوش‌کاری تیگ و میگ	بالاتر از سطح انتظار	۱-دستگاه جوش‌کاری میگ را بشناسد. ۲- دستگاه جوش‌کاری تیگ را بشناسد. ۳- مزایا و معایب جوش‌کاری میگ و تیگ را بداند.	۳
			در حد انتظار	۱-دستگاه جوش‌کاری میگ را بشناسد. ۲- دستگاه جوش‌کاری تیگ را بشناسد.	۲
			کمتر از حد انتظار	۱- مزایا و معایب جوش‌کاری میگ و تیگ را بداند.	۱

ارزشیابی شایستگی جوش‌کاری برق

شرح کار:

شناسایی تجهیزات جوش‌کاری برق

ایجاد قوس الکتریکی

جوش‌کاری انواع اتصالات

جوش‌کاری با گاز محافظ

استاندارد عملکرد:

هنرجویان با جریان مورد استفاده در جوش‌کاری، ایجاد قوس الکتریکی، روش‌های مختلف جوش‌کاری برق آشنا می‌شوند و نحوهٔ جوش‌کاری پلیت‌ها با روش‌های مختلف را می‌آموزند.

شاخص‌ها:

- تنظیم دستگاه جوش‌کاری و استفادهٔ صحیح از آن
- جوش‌کاری پلیت‌ها به روش‌های مختلف و با رعایت کامل نکات ایمنی

شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه جوش‌کاری با شرایط تهویه مناسب و نور کافی.

ابزار و تجهیزات: پلیت، دستگاه جوش‌کاری، الکترود و تجهیزات ایمنی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	جوش‌کاری برق دستی	۲	
۲	ایجاد قوس الکتریکی و گرده جوش	۱	
۳	جوش‌کاری انواع اتصالات	۱	
۴	جوش‌کاری با گاز محافظ	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی، و ...	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.