جزوه کارگاه جوشکاری

Ginabook.ir

توانایی تشخیص کارگاه و انضباط شغلی

توانایی بکارگیری ضوابط ایمنی و بهداشت کار در محیط کار

توانایی شناخت روش های جوشکاری فولادهای رایج در صنایع

توانایی شناخت الکتریسیته (مقدماتی)

توانایی استفاده از الکتریسیته برای جوشکاری قوسی

توانایی شناخت دستگاه های جوشکاری قوسی

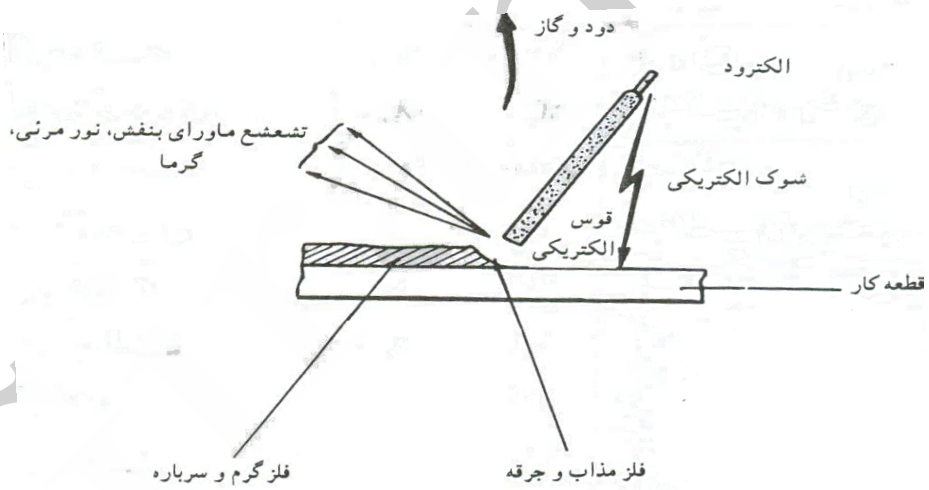
توانایی تنظیم دستگاه جوشکاری و کار تمرینی

بهار۱۳۹۱

سیدرضا تقوی

فصل اول: ایمنی

اول ایمنی بعد کار. این شعار را شاید در بسیاری از مراکز صنعتی و کارگاه‌های تولیدی دیده و یا شنیده باشید. کار بدون خطر یک امر تصادفی نیست. ایجاد آن نیاز به کسب تجربه و دانش دارد. هر کسی که کار می‌کند باید به گونه‌ای عمل کند که کار بدون خطر باشد. آسیب‌ها و خساراتی که در محیط‌های صنعتی کارگران و پرسنل را تهدید می‌کند معمولاً یا در اثر نبود آگاهی و عدم آشنایی نسبت به نکات ایمنی است و یا در اثر سهل انگاری و بی توجهی به رعایت نکات ایمنی. لذا رعایت نکات ایمنی در زمینه فردی و گروهی جهت جلوگیری از خسارات جانی ، نقص عضو و اتفاقات جبران ناپذیر یک امر الزامی است. جوشکاری نیز مانند سایر مشاغل سنگین صنعتی ، دارای خطرات بالقوه ای است. اهمیت یادگیری کار کردن بدون خطر به اندازه اهمیت مهارت در جوشکاری است.



شکل ۱۴ – ۱

به طور کلی حوادث و وقایع ناگواری که در حین جوشکاری یا برش‌کاری اتفاق می‌افتد دو دلیل عمده دارد:

۱.عدم آشنایی و دانش شخص به نکات ایمنی و بهداشتی

۲.سهل انگـــاری و بی توجـــهی به رعایت نکـات ایمنی

خطرات در صنعت

خـطرات در شش گروه طـبـقه بـندی می‌شوند :

۱- **بیولوژیکی**

به دلیل اینکه خطرات بـیـولـوژیـکی به محیط کار مربوط نمی‌شوند معمولاً جوشکاران را تهدید نمی کنند .

جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود دستی

۲- شیمیایی

در حین جوشکاری دود یا بخاراتی تولید می‌شود که مخلوطی از ترکیبات اکسیدهای فلزی، سیلیکات ها و فلوئوریدها می‌باشد . دود هنگامی تولید می‌شود که یک فلز تا بالای نقطه ی جوش خود گرم شود و سپس بخارات آن به شکل ذرات خیلی ریز جامد تبدیل گردد. دود های جوشکاری معمولاً حاوی اکسید های مواد جوشکاری شده و الکترود های مورد استفاده می‌باشد . در هنگام جوشکاری یا برش‌کاری فلزات گالوانیزه و یا رنگ شده ، محل مورد جوشکاری یا برش‌کاری را تا حد امکان تمیز و از هواکش صحیح استفاده کنید . این مواد در اثر گرما تجزیه شده و به بخشی از بخار تبدیل می گردند . این بخارات سمی می‌باشند .

جوشکاران اغلب با مواد زیر ودراطراف آن‌ها کار میکنند:

- مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق
- گازهای متراکم (تحت فشار)

۳- فاکتور های انسانی

بسیاری از آسیب ها و جراحات جوشکاران در نتیجه کشیدگی ،در رفتگی ،و یا تغییر شکل عضلات آن‌ها می‌باشد.

جوشکاران اغلب مجبورندکه:

- وسایل و مواد سنگین را بردارند یا حرکت دهند.
- به مدت طولانی در مو قعیت نامناسب کار کنند.
- ابزار سنگین جوشکاری را به مدت طولانی در دست نگهدارند.
- حرکت های تکراری انجام دهند .

۴-فیزیکی

جوشکاران در معرض آسیب های زیر می‌باشند:

- سر و صدای زیاد
- سرما یا گرمای شدید

قوس و شعله جوشکاری باعث ایجاد و انتشار نور های شدید مرئی و اشعه ماورائ بنفش و مادون قرمز میشود. اشعه ی گاما یا ایکس نیز توسط دستگاه های تست و بازرسی و یا ماشین جوشکاری می‌تواند ایجاد شود.

۵-ایمنی

جوشکاران اغلب مجبورند که :

- در ارتفاعات کار کنند
- در فضاهای محصور کار کنند
- در اثر کار ممکن است دچار شوک الکتریکی یا برق گرفتگی شوند.

Giran.ir

دیگر خطرات موجود عبارتند از:

- پرتاب ذرات که ممکن است وارد چشم یا پوست آن‌ها شود.
- بریدگی و زخم حاصل از لبه های تیز فلزات.
- سوختگی در اثر تماس با سطوح داغ،شعله وجرقه.
- آتش سوزی در اثر جرقه ،شعله یا فلزات داغ (این حالت ها زمانی رخ می‌دهد که مقدار اکسیژن در هوای محیط ، زیاد می‌شود و بنابراین آتش سوزی راحت تر اتفاق می‌افتد؛ همچنین آتش سوزی ممکن در اثر نقص عملکرد وسایل باشد . دقت داشته باشید موادی که آغشته به روغن یا گریس باشند راحت تر می سوزند . آستین یا شلواری که تا خورده و یا بالازده باشد می توا ند جرقه را جذب کند و خطر آتش سوزی را افزایش دهد.

۶- روانی

تقاضا برای کار و احتمال بیکاری نیز باعث بروز استرس میشود .بعلاوه برخی جوشکاران ممکن است مجبور باشند که در شیفت های بیشتر و یا ساعات طولانی تری در یک روز کار کنند که این امر بر روی سلامتی آن‌ها اثر منفی دارد.

آسیب های جوشکاری در دراز مدت:

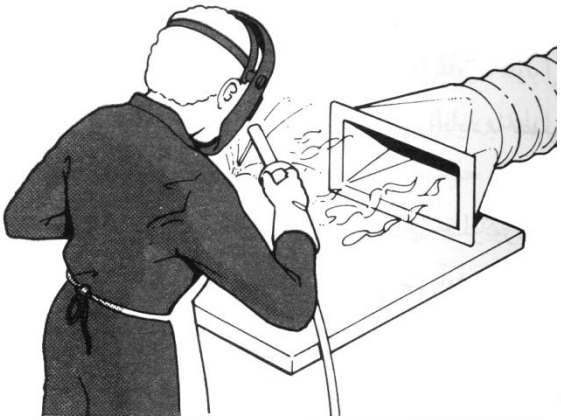
- عفونت ناحیه ی تنفسی در جوشکاران بیشتر از سایرین دیده شده است . به نظر می رسد که تحریکات شیمیایی حاصل از تماس با بخارات عامل بروز در این ناحیه می‌باشد.
- امراض و بیماری های ریوی که در اثر تنفس ذرات معدنی یا فلزی ایجاد میگردد .
- برخی سرطان ها (مثل کبد ، بینی ، سینوس ها ، معده و شش) سازمان بین المللی سرطان بخارات جوشکاری را جزء عوامل سرطان زا قرار داده است .
- احتمال از دست دادن شنوایی
- تماس با اشعه ی ماوراء بنفش موجب بروز بیماری های مزمن و آسیب چشم ها و پوست می‌گردد.
- آسیب سیستم عصبی در اثر تماس با بخارات سرب ، منگنز و آلومینیوم .
- بیماری های تنفسی ناشی از غلظت بالای دی اکسید کربن و میزان کم اکسیژن(خصوصاً در مناطق دارای تهویه ضعیف)
- مسمومیت مزمن ، هنگامی که مواد خاصی در بخار باشد مثل روی یا کادمیوم،بی فنیل پلی کلرینه (ناشی از تجزیه روغن های ضد خورگی) یا مواد حاصل از تجزیه رنگ ها.

Giran.ir

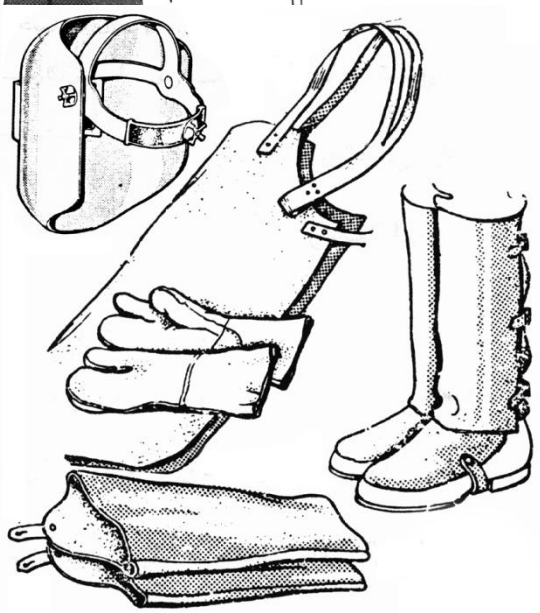
جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود دستی

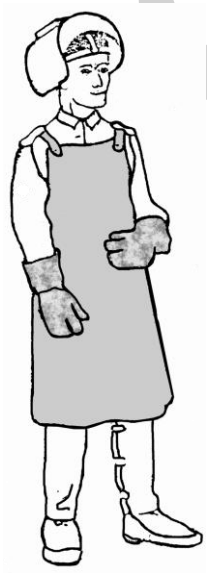
اقدامات پیشگیرانه ای که می‌توان انجام داد:

- نصب سیستم تهویه موثر، هرجا امکان پذیر باشد.



- استفاده دائم ازوسایل حفاظت فردی ،جوشکاران باید از کلاه جوشکاری با لنز های مناسب استفاده کنند.صفحات فیلتر باید توانایی جذب اشعه ی ماوراء بنفش و مادون قرمز را دارا باشند . صفحه فیلتر نباید توسط جرقه های مذاب آسیب ببیند .این کار با قرار دادن یک صفحه شیشه شفاف یا مواد مناسب دیگر در طرفین فیلتر انجام می‌شود ."درجه تاریکی " شیشه عینک به روش جوشکاری و شدت جریان بکار رفته شده بستگی دارد . چشم بدون عینک نباید از فاصله ی کمتر از ۱۵ متر به قوس الکتریکی نگاه کند.همچنین جوشکار باید از گوشی استفاده کند .علاوه بر جلوگیری از فرسودگی حس شنوایی و اعصاب می‌تواند گوش را از ذرات جرقه و گرد وغبار محافظت نماید . پیش بند و دستکش های چرمی نسوز نیز به حفاظت دست ها و لباس ها کمک می‌کند .



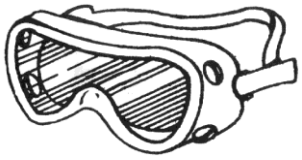


- لباس های پشمی نسبت به پنبه ای و نایلونی برای محافظت بدن در حین جوشکاری ترجیح داده می‌شود (مقاوم در برابر آتش سوزی می‌باشد) .
- اطمینان از این که مواد قابل احتراق و اشتعال دور از محل کار باشد .
- آموزش روشهای بالا رفتن ایمنی .
- اگر لازم است کاری در موقعیت نامناسب انجام گیرد (از لحاظ فاکتور های انسانی) باید زمان استراحت کافی به جوشکار داده شود.

Sayyed Reza Taghavi Shahri

جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود دستی

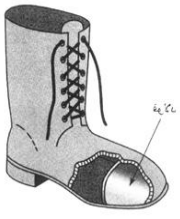
- فضای کافی در زیر مسیر برش برای جاری شدن سرباره ی گداخته و مذاب به بیرون از شکاف برش وجود داشته باشد.
- جوشکاری و برش‌کاری در بشکه یا مخزن، نباید انجام شود مگر اینکه ابتداء آنرا کاملاً از همه ی موا دی که ممکن است مشتعل شده یا تولید بخارات یا گازهای مشتعل و منفجر شونده کند تمیز شود. از طرف دیگر باید تهویه در مخزن به اندازه ی کافی باشد و توجه داشت که هوای داخل مخزن در اثر بالا رفتن درجه حرارت منبسط شده و موجب ازدیاد فشار می‌شود که اگر این فشار به حد بالایی برسد می‌تواند ایجاد انفجار نماید . برای اطمینان بیشتر بهتر است حتی مخازنی که کاملاً تمیز شده اند هم از آب تا فاصله ی چند اینچی محل جوشکاری یا برش‌کاری پر شود .



- در هنگام زدن گل جوش مراقب باشید شلاکه های داغ به چشم شما اصابت نکند که موجب سوختگی چشم و پوست بدن گردد در موقع پاک کردن گل جوش از عینک ایمنی استفاده کنید و همچنین سعی کنید جهت پرش تفاله به سمت خود یا دیگران نباشد.

- در هنگام بلند کردن اجسام وزن آن به طور مساوی بین دو دست توزیع شود و به جای کمر از پاها برای بلند کردن استفاده شود. اگر جسم آنقدر سنگین باشد که نتوانید با یک دست آن را بلند کنید، سعی نکنید آن را بدون کمک بر دارید.
- در عملیات جوشکاری و برش‌کاری هرگز نباید قطعه کار را بر روی کف بتنی قرار داد . چون حرارتی که به بتن می رسد می‌تواند آن را منفجر کرده و قطعات پراکنده شده با نیروی کافی احتمالاً موجب جراحاتی در جوشکار یا افراد اطرافش شود.
- باید همیشه وسایل خاموش کن حریق و کمک های اولیه بازرسی شده و در نزدیک ترین محل مناسب قرار داشته باشد.

- جهت جلوگیری از برق گرفتگی در هنگام تعویض الکترود حتما بایستی از دستکش استفاده شود. همچنین کلیه تجهیزات برقی منجمله دستگاه های جوش بایستی دارای اتصال به زمین باشند تا در صورت بروز عیب و تماس اتفاقی سیم برق با دستگاه، الکتریسیته براحتی به زمین منتقل شود. در شرایطی که هوا مرطوب باشد می‌توان با ایستادن بر روی تخته چوب خشک خطر برق گرفتگی را کاهش داد.



Ciran.ir

- بایستی از کفش های ایمنی که دارای صفحه فولادی مخصوص هستند همواره استفاده نمود.

کمک های اولیه

در صورت بروز هرنوع آسیب دیدگی، مگر آسیبهای بسیار جزئی؛ باید از درمانگاه و پزشک متخصص کمک گرفت، اما تا رسیدن پزشک یا آمبولانس ، با کمکهای اولیه می‌توان به فرد آسیب دیده کمک کرد تا آسوده تر باشد. جهت آشنایی با کمکهای اولیه میتوان در دوره های آموزشی کوتاه شرکت نمود.در این قسمت به بیان مختصر مطالبی در این خصوص بسنده می‌شود.

۱-سوختگی:

۱- سوختگی در اثر جرقه، پاشیدن فلز مذاب یا تماس اتفاقی با فلز گداخته:

در صورت امکان محل سوختگی را حداقل به مدت ۱۰ دقیقه در آب سرد فرو ببرید تا درد تخفیف پیدا کند سپس محل سوختگی را با پارچه تنزیب خشک یا پارچه تمیز بپوشانید و باند پیچی کنید؛ لباس مصدوم را در نیاورید و از ترکاندن تاولها خوداری کنید. در صورتی که سوختگی شدید یا قطر سوختگی بیش از ۳ سانتیمتر است فورا به پزشک مراجعه نمایید.

۲- سوختگی در اثر تابش قوس:

این نوع سوختگی هنگامی بوجود می‌آید که فرد از لباس های ایمنی مناسبی جهت جوشکاری استفاده ننماید که آثار آن شبیه سوختگی شدید آفتاب می‌باشد، که در این صورت با کمپرس آب سرد پوست را به ملایمت خنک کنید. اگر پوست ترک نخورده باشد روی آنرا با کرم آفتاب سوختگی بپوشانید و در صورتی که تعداد تاول ها، زیاد باشد بایستی به پزشک مراجعه نمود. جوشکاران بایستی توجه داشته باشند که خطرناکترین اشعه که باعث سوختگی می‌شود ماوراء بنفش است.

۳- برق زدگی چشم:

هنگامی که از شیشه مناسب استفاده نشود یا شیشه ماسک ترک خورده باشد قسمت قرنیه چشم در اثر نور ماورا بنفشی که قوس الکتریکی آنرا ایجاد می‌کند آسیب می بیند که عوارض آن معمولاً تا ۶ ساعت پس از قرار گرفتن در مقابل قوس پدیدار می‌شود و شامل درد شدید یا چشم های برق زده و احساس این که گویی چشم پر از ماسه است می‌باشد.چشم برق زده به نور حساس است و سرخ می‌شود و در مواردی آب ریزش پیدا می‌کند. در این مواقع چشم را بایستی با آب سرد شستشو داده و با پارچه تمیز بدون پرز آنرا بست. عواض مربوطه تا ۴۸ ساعت ممکن است طول بکشد. اما در صورت شدید بودن عواض بایستی به پزشک مراجعه شود.

۲ - برق گرفتگی:

اگر جریان برق با ولتاژ بالا با بدن شخصی تماس پیدا کند، آسیب های جدی به او وارد می‌گردد که گاه سبب مرگ می‌شود.جریان برق بر ماهیچه های قلب اثر می گذارد و آنرا از کار می اندازد و سبب قطع تنفس

Ciran.ir

می‌شود. در صورت بروز برق گرفتگی حتما ابتدا جریان برق را قطع نمایید.(در صورتی که ولتاژ صرفاً پـایین می‌باشد می‌توان فرد مصدوم را بوسیله ابزاری عایق همچون چوب خشک از جسـم بـرق دار جـدا نمـود.) در صورتی که ضربان قلب و تنفس شخص برق گرفته قطع شده باشد سعی کنید با تنفس مصنوعی او را به هوش آورده و سریعا به امداد گران اطلاع دهید.

۳ـ خونریزی:

مصدوم را بنشانید یا بخوابانید و اگر به شکستگی مشکوک نیستید عضـوی را کـه خـونریزی مـی‌کنـد، بـالا بیاورید. محل خونریزی را با باند تمیز ببندید.

حفاظت چشم وصورت :

در کارگاه‌های جوشکاری برای ایجاد یک جوش با کیفیت در کنار عملیاتهای برش‌کاری و جوشـکاری عملیاتهـای دیگری همچون سنگ زنی ، تمیزکاری سطح ، عملیات حرارتی و .. انجام می‌شود که لازم است در طول انجـام آن‌هـا از چشم و صورت به طور کامل محافظت شود. درحین عملیات سنگ زنی و تمیزکاری برای جلـوگیری از ورود پلیسـه و جرقه به چشم باید از عینکهای دارای محافظ جانبی و با شیشه روشن استفاده کرد. در حین عملیات برش‌کـاری اسـتفاده از عینکهای دارای محافظ جانبی با شیشه مات شماره ۴ـ۳ الزامی است. محاظت از چشم و صورت درحـین جوشـکاری بسیار ضروری به نظر می رسد چرا که سوختگی چشم در اثر اشعه ماوراء بنفش سلولهای شبکیه و سـفیدی چشـم را از بین می برد و گویی که جسم خارجی وارد چشم شده است. به طورکلی با چشم بدون عینک و محـافظ نبایـد از فاصـله کمتر از ۱۵ متر به قوس نگاه کرد. بهترین وسیله برای محافظت صورت و چشم در برابر قوس الکتریکـی ماسکهای محافظ هستند. دو نوع ماسک دستی و برای محافظت از چشم وصـورت در جوشـکاری کاربرد دارند. این ماسکها از قسـمتهای مختلفـی تشـکیل شـده انـد. بدنـه اصـلی ایـن ماسـکها پلاستیکی بوده و معمولاتیره رنگ است وتمام صورت و قسمتی از گردن را کاملاً پوشـانده و از آسیب دیدگی آن‌ها جلوگیری می‌کند. قسمت شیشه ای آن هم برای محافظت از چشم بوده و از سـه قسمت لنز روشن ، لنز تیره و واشر تشکیل شده است. وظیفه اصلی محافظت چشم که همـان جلـوگیری از رسیدن نور شدید و اشعه ماوراء بنفش به چشم است به عهده لنز تیره است که براسـاس شـدت جریـان جوشکاری شماره تیرگی آن تغییر می‌کند. لنز روشن که می‌تواند از جنس شیشه شفاف نیز باشد وظیفـه حفاظـت از شیشه تیره را در برابر جرقه های مذاب دارد. به طور کلی می‌توان گفت برای جوشکاری قوس الکتریک کـه در ایـن کتاب مورد بحث است برای آمپرهای بین ۶۰ تا ۱۶۰ از شیشه فیلتر شماره ۹، آمپر های بین ۱۶۰ تا ۲۵۰ شیشـه فیلتـر شماره ۱۰ و برای آمپر های بیش از ۲۵۰ تا ۵۰۰ ، بایستی از شیشه فیلتر شماره ۱۱ استفاده نمود.

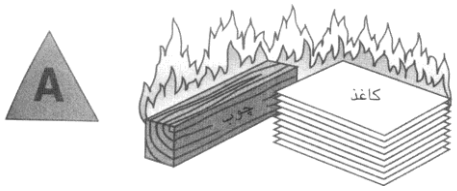
Sayyed Reza Taghavi Shahri

جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود دستی

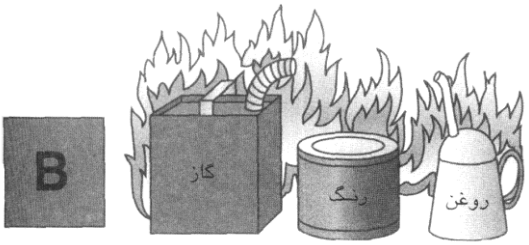
حفاظت در برابر آتش :

آتش خطر همیشگی جوشکار است. احتمال آتش سوزی را نمی توان از بین برد بلکه باید آنرا کاهش داد. موادی که خیلی زود آتش می گیرند، باید در فاصله ۲ متری یا بیشتر از محل جوشکاری باشند. در هنگام مهار آتش بایستی دقت داشت که برای هر نوع آتش سوزی از کپسول مخصوص استفاده نمود.

انواع کپسول های آتش نشانی:

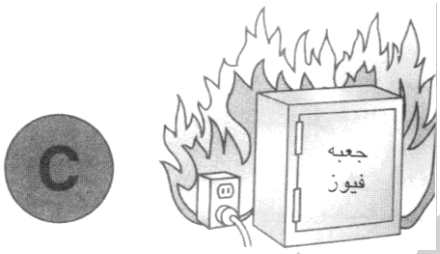


۱. **کپسول های آتش نشانی نوع A:**
این نوع کپسول جهت مهار آتش مواد سوختنی همچون کاغذ، چوب و پارچه به کار می رود. علامت آن مثلث سبز رنگ با حرف **A** در مرکز است.
مواد مصرفی در این کپسول ها آب و گاز می‌باشد.

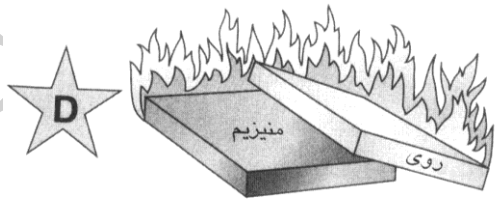


۲. **کپسول های آتش نشانی نوع B:**
این نوع کپسول جهت مهار آتش مواد سوختنی همچون روغن،گاز و تینر به کار می رود. علامت آن مربع قرمز رنگ با حرف **B** در مرکز است.
مواد مصرفی در این کپسول ها پودر خشک و گاز CO_2 می‌باشد.

۳. **کپسول های آتش نشانی نوع C:**
این نوع کپسول جهت مهار آتش سوزی برق؛ مثلا برای آتش سوزی موتور، جعبه فیوز و دستگاه جوشکاری به کار می رود. علامت آن دایره آبی رنگ با حرف **C** در مرکز است. مواد مصرفی در این کپسول ها گاز CO_2 می‌باشد.



۴. **کپسول های آتش نشانی نوع D:**
این نوع کپسول آتش نشانی فلزاتی مانند روی، منیزیم و تیتانیم به ستاره زرد رنگ با حرف **D** در مرکز این کپسول ها فوم و گاز می‌باشد.



جهت آتش سوزی کار می رود.علامت آن است. مواد مصرفی در

Cran.ir

نکات ایمنی در جوشکاری و برش‌کاری

۱ـ کلیه تجهیزات جوشکاری و برش‌کاری برقی باید به نحوی راه اندازی شوند که دارای یک کلید قطع برق باشند تا در موقع بحران و در اسرع وقت و به سهولت قابل دسترس باشند. همچنین تمام تجهیزات برقی موجود در کارگاه باید سیم اتصال به زمین را داشته باشند.

۲ـ اتصالات دستگاهها شامل کابلهای اتصال و کابلهای ورودی به دستگاه باید کاملاً سالم ، به دور از آسیبهای محیطی و به درستی در جای خود محکم شود. استفاده از کابلهای خیلی بلند توصیه نمی شود. همچنین شدت جریان کاری باید با قطر کابل متناسب باشد.

۳ـ علاوه بر اینکه جوشکار باید با لباس و تجهیزات کامل (به خصوص ماسک محافظ) خود را از قوس ، شعله وعواقب آن‌ها حفظ کند باید از این مطلب که شروع قوس و ادامه آن به افراد حاضر در کارگاه ضرری نمی رساند مطمئن شود. بهترین کار برای اطمینان از حفاظت همه جانبه استفاده از پرده های حفاظ و کابین های جوشکاری است.

۴ـ کابلهای جوشکاری و شیلنگهای برش‌کاری دور از رطوبت ، چربی ، گریس و جرقه نگه داشته شود و طول آن‌ها حتی الامکان کوتاه در نظر گرفته شود.

۵ ـ درحین برش‌کاری لازم است فضای زیر قطعه جهت خروج ذرات گداخته باز باشد همچنین قطعه برش خورده پس از برش باید به محلی که هیچ شیء وجود ندارد هدایت شود.

۶ – تنها افرادی می توانند با ابزارآلات و تجهیزات درون کارگاه کار کنند که آموزشهای لازم را دیده باشند.

۷ ـ تمام شیلنگهای برش‌کاری در حین عملیات باید از هر گونه ذرات مذاب دور نگه داشته شوند.

۸ ـ تمام کپسولهای حاوی گاز را با ارابه های مخصوص حمل کنید وآنها را در پناههای مخصوص نگه دارید تا از حرارت یا جرقه یا شعله دور بماند.

۹ ـ دریچه های سیلندر اکسیژن نباید با روغن و گریس آغشته شوند زیرا انفجار در پی دارد لذا در هنگام کار با کپسول اکسیژن هیچ گاه از دستکش و لباس چرب استفاده نکنید.

۱۰ ـ سیلندرهای گاز یا اکسیژن را هیچگاه به صورت افقی قرار نداده و آنرا به کمک ابزار آلات محافظ در جای خود به صورت عمودی محکم کنید.

۱۱ـ پرتاب سرباره ها و جرقه های جوشکاری به اطراف خطر سوختگی و زخمی کردن (به خصوص برای چشم) را به دنبال دارد لذا نظم در محیط کار و رعایت دستورات حفاظت جانی و کاری و حفاظت از سوختگی اجباری است. دقت داشته باشید سرباره موجود روی جوش را همیشه به طرف مخالف خود بزنید.

۱۲ – هر جوشکار باید مقررات ایمنی فردی و گروهی ، ایمنی محیط کار و ایمنی در برابر حوادث آتش سوزی را آموزش ببیند و هرگونه حادثه را در کارگاه بلافاصله گزارش دهد.

Giran.ir

۱۳ – تمامی کارگاه‌های جوشکاری باید مجهز به دستگاههای اطفاء حریق باشند. این دستگاهها باید به صورت سالانه بازدید شوند و تمام جوشکاران هم باید نحوه کار با آن‌ها را آموزش دیده باشند.

۱۴ – تمام کارگاه‌های جوشکاری باید به جعبه کمکهای اولیه مجهز باشند و لوازم مورد نیاز برای درمان اولیه سوختگی ، برق گرفتگی و .... در آن‌ها وجود داشته باشد.

۱۵ – هیچگاه بر روی سیمان و مکانهایی که مواد منفجره قرار دارد برش‌کاری نکنید و ظروفی که قبلا حاوی مواد آتش زا بودند را ابتدا کاملاً تمیز نموده ، سپس عملیات جوشکاری یا برش‌کاری را روی آن‌ها انجام دهید.

۱۶ – در تمام لحظات کار ، محیط کارگاه و به خصوص کف آنرا کاملاً تمیز نگه دارید.

۱۷ – برای انتقال گاز استیلن هیچگاه از لوله های مسی استفاده نکنید چرا که ترکیب مس با استیلن یک ترکیب انفجاری است.

فصل دوم: الکتریسیته در جوشکاری

- شدت جریان (**A**)
- اختلاف پتانسیل الکتریکی (**V**)
- مقاومت الکتریکی (**Ω**)
- قانون اهم: $R = \frac{U}{I}$
- توان الکتریکی و حرارات تولید شده: $Q=RI^2t$
- تخلیه بار الکتریکی بین دو الکترود را که در میان گاز یونیزه شده (پلاسما) صورت می‌گیرد قوس الکتریکی می نامند.
- سه وظیفه مهم را قوس انجام می‌دهد ، اول ایجاد حرارت برای ذوب فلز پایه و فلز پر کننده ، دوم انتقال قطره مذاب از الکترود به فلز پایه و سوم تمیز کنندگی سطح از هر گونه آلودگی. اگر برای برقراری قوس الکتریکی از جریان **DC** استفاده شود الکترون‌ها به صورت یکطرفه از قطب منفی به قطب مثبت حرکت می کنند. این امر باعث می‌شود تا ۲/۳ حرارت در نزدیکی قطب مثبت و ۱/۳ حرارت در نزدیکی قطب منفی باشد. اما اگر برای برقراری قوس از جریان **AC** استفاده شود بسته به فرکانس برق شهر که معمولاً ۵۰ **HZ** می‌باشد در یک ثانیه ۵۰ مرتبه جهت حرکت الکترون‌ها بین دو قطب تغییر می‌کند و لذا تقسیم حرارت بین قطب مثبت و منفی کاملاً مساوی است.

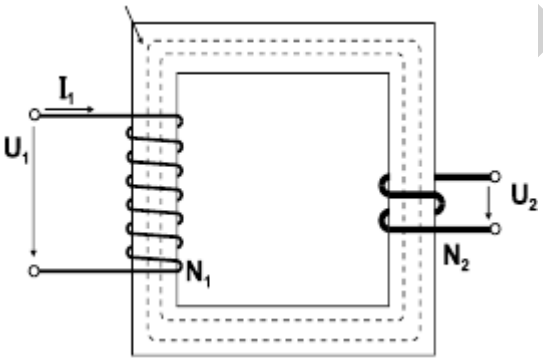
Giran.ir

قطب مستقیم	قطب معکوس
الکترود منفی	الکترود مثبت
اتصال مثبت	اتصال منفی
DCSP	**DCRP**
DCEN	**DCEP**
نفوذ زیاد	نفوذ کم
سرعت جوشکاری کم	سرعت جوشکاری زیاد
مقدار جوش کم (نرخ رسوب کم)	مقدار جوش زیاد (نرخ رسوب زیاد)
۲/۳ حرارت در قطعه کار	۲/۳ حرارت در الکترود

- درجه حرارات قوس بین **۵۵۰۰ ^{o}C** – ۴۵۰۰ می‌باشد.
- ولتاژ مدار باز و ولتاژ قوس: ولتاژ مدار باز ولتاژی است که در موقع کار کردن ماشین کاری وجود دارد بدون اینکه عمل جوشکاری انجام شود تغییرات این ولتاژ در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ ولت است. بعد از برقراری قوس ولتاژ افت کرده به حدود ۱۸ تا ۳۸ ولت می رسد که به آن ولتاژ قوس یا ولتاژ کاری می گویند.

ترانسفورماتور چیست ؟

ترانسفورماتور وسیله ای برای کاهش یا افزایش همین ولتاژ می‌باشد که به دو صورت ترانسفورماتور کاهنده و ترانسفورماتور افزاینده وجود دارد. ترانسفورماتورهای کاهنده وسایلی هستند که ولتاژ ورودی آن‌ها بیشتراز ولتاژ خروجی آن‌ها است در دستگاههای جوشکاری ترانسفورماتورها از نوع کاهنده ولتاژ و افزاینده جریان می‌باشد. بدین منظور تعداد سیم پیچ های ثانویه ترانسفور ماتور نسبت به سیم پیچ اولیه کمتر و ضخیمتر انتخاب می گردند



ترانسفورماتورها بر اساس جریان **AC** کار می کنند به عبارتی جریان ورودی و خروجی آن‌ها از نوع جریان **AC** است اما اگر نیاز باشد تا جریان خروجی به **DC** تبدیل شود لازم است تا یک یکسوکننده به مجموعه ترانس اضافه شود. یکسوکننده یا رکتی فایر وسیله ای است که توانایی تبدیل جریان متناوب به جریان مستقیم را دارد. اولین نوع یکسوساز دیود است که از ورقهایی از جنس سلینیم ساخته می‌شود. در واقع دیود فقط در یک جهت شدت جریان را از خود عبور داده و در جهت مخالف نمی تواند جریان را جاری کند. یک روش یکسوسازی دیگر استفاده از چهار دیود به عنوان یک پل دیودی است. علاوه بر پل دیودی روش دیگر یکسوسازی

جریان استفاده از تریستور می‌باشد. تریستور همانند دیود است با این تفاوت کـه جریـان خروجـی درتریسـتورها قابـل تنظیم بوده و می‌توان آنرا کم و زیاد کرد اما در پل دیودی مقدار جریان ورودی و خروجی یکسان است و نمـی تـوان جریان خروجی را کم و زیاد کرد. در دستگاههای جوشکاری با خروجی جریان مسـتقیم قابـل تنظـیم از تریسـیتور بـه عنوان یکسوساز استفاده می‌شود. مثال واضح آنچه گفته شد ترانسفورماتورهای رکتی فـایردار جوشـکاری اسـت کـه ترانس موجود در آن از نوع کاهنده ولتاژ و افزاینده جریان می‌باشد. این تـرانس ولتـاژ بـرق ورودی را تـا زیـر ۱۰۰ ولت کاهش داده و جریان خروجی که از نوع **AC** است توسط رکتی فایر یکسو شده ، به جریان **DC** تبدیل می‌شود.

ترانسفورماتورها از سه قسمت اصلی هسته فولادی ، سیم پیچ اولیه و سیم پیچ ثانویه تشکیل می‌شوند.

انواع منابع نیرو در جوشکاری با قوس الکتریکی

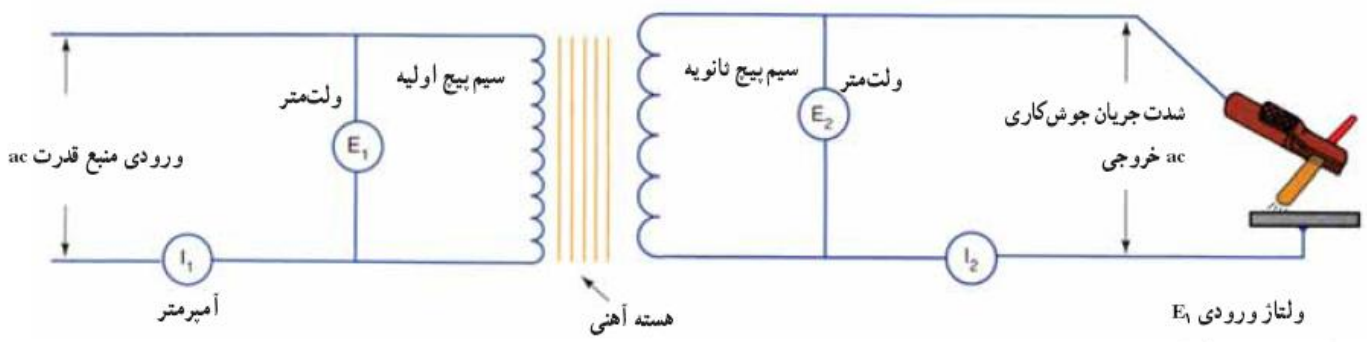
منبع نیرو در جوشکاری یا دستگاه جوشکاری تأمین کننده جریان الکتریکی مورد نیاز برای ایجاد قوس الکتریکـی و انجام عملیات اتصال است. جریان خروجی این دستگاه می‌تواند از نوع **AC** ، **DC** و یا هر دو نوع باشد.

دستگاههای جوشکاری را می‌توان بر اساس روش تولید جریان و شکل تبدیل جریان به دو دسته کلی تقسیم کرد :

الف) مولدها

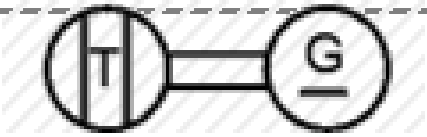
این دستگاهها جریان مورد نیاز برای جوشکاری را خود تأمین می کنند و معمولاً در جاهایی کـه دسترسـی بـه بـرق شهر نیست مانند جوشکاری خطوط لوله انتقال گاز بین شهری وجوشکاری اسکلت ساختمان و .... کـاربرد دارنـد. در مولد ها یک موتور احتراقی که با سوخت فسیلی کار می‌کند یا یک موتور الکتریکی سه فـاز محـور ژنراتـور را بـه حرکت در آورده و شدت جریان مورد نیاز عملیات جوشکاری را برآورده می‌کند. بسته به طراحـی ژنراتـور خروجـی جریان آن‌ها می‌تواند **AC** ، **DC** ویا هردو جریان باشد مولدها خود به دو دسته تقسیم می‌شوند :

۱ – موتور ژنراتور احتراقی (بنزینی یا گازوئیلی) که سوخت فسیلی را به جریان الکتریکی تبدیل مـی کننـد و بـه دستگاه های جوشکاری سیار مشهور است. در مناطقی که دسترسی به برق وجود ندارد از موتور ژنراتور گـازوئیلی و یا بنزینی استفاده می کنند. همان طورکه گفته شد در این نوع دستگاه جوشکاری , احتراق سوخت فسـیلی پیسـتونهای موجود در موتور احتراقی را به حرکت درآورده و با انتقال حرکـت پیسـتون بـه محـور ژنراتـور جریـان بـرق تولیـد می‌گردد. این دستگاه با نماد زیر نشان داده می‌شود :

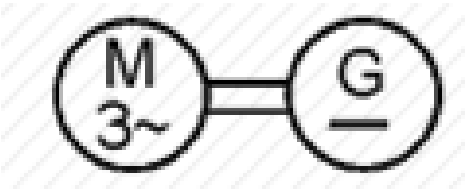


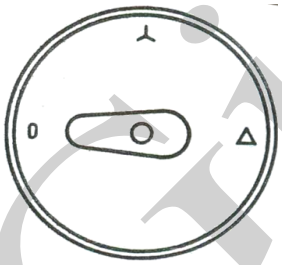
مدار الکتریکی یک ترانسفورماتور جوش‌کاری

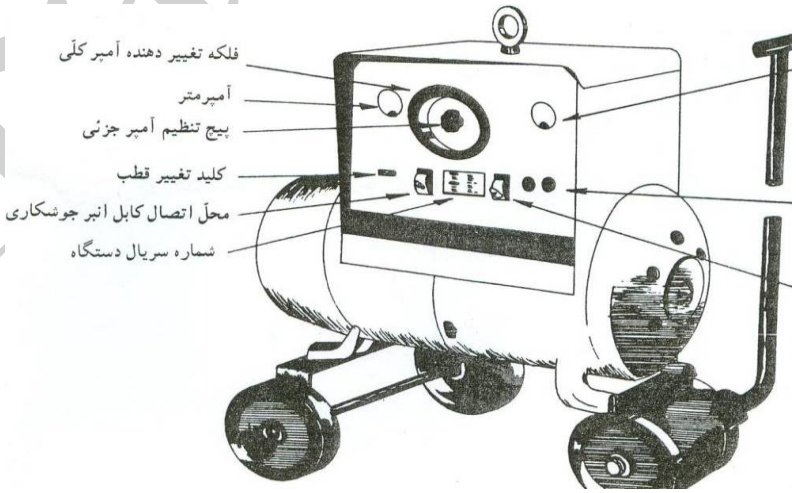
Giran.ir



۲ – موتور ژنراتور الکتریکی یا دینام که توسط یک موتور الکتریکی سه فاز که با دینام کوپل شده و محور آن‌ها مشترک است ، جریان الکتریکی تولید می‌کند. با چرخش محور توسط موتور الکتریکی سه فاز محور دینام نیز به چرخش درآمده و برق تولید می‌شود. اتصال الکتروموتور به برق شهر توسط یک کلید ستاره و مثلث صورت می‌گیرد که برای راه اندازی آن لازم است کلید را روی حالت ستاره قرار دهیم تا موتور به دور کامل برسد سپس کلید را روی حالت مثلث (Δ) قرار دهیم ، در این حالت دستگاه آماده جوشکاری است. در حالتی که دستگاه روی حالت ستاره است جوشکاری با آن مجاز نیست. این مولدها به علت پر سروصدا بودن ، استهلاک زیاد ، مصرف برق زیاد ونیز برخورداری از یک بازده پایین با آمدن دستگاه ترانسفورماتور رکتی فایردار عملا از رده خارج شده است. این دستگاه با نماد زیر نشان داده می‌شود :







دینام جوشکاری به همراه نمایی از کلید روشن کردن آن

ب) مبدلها

این دستگاهها تبدیل کننده بوده و جریان ورودی را به جریان مورد نیاز جوشکاری تبدیل می نمایند لذا به آن‌ها مبدل می گویند. سه نوع مهم این دستگاه ها شامل: ترانسفورماتورهای **AC** ، ترانسفورماتورهای رکتی فایردار و اینورتورها می‌باشد. ترانسهای جوشکاری با ورودی و خروجی جریان **AC** را در مونتاژکاری ، مقاصد خانگی در

Giran.ir

قالب دستگاه جوش پرتابل و مصارف صنعتی جوشکاری **TIG** و زیر پودری به کار می برند. در ترانسفورماتورهای رکتی فایردار جریان متناوب خروجی از سیم پیچ ثانویه وارد یکسوکننده شده و به جریان مستقیم تبدیل می‌شود. ترانسفورماتورهای رکتی فایردار دستگاه های بسیار مناسبی برای جوشکاری و به خصوص فرآیند قوس الکتریکی – الکترود دستی هستند. اینورتورها دستگاههایی سبک و کم حجم هستند. در این دستگاه ها برق ورودی ابتدا یکسو شده و سپس در ترانزیستور به جریان با فرکانس بالا تبدیل می‌شود ، در پایان هم جریان متناوب فرکانس بالا به جریان مستقیم تبدیل می‌گردد. با افزایش فرکانس برق ورودی ترانس ها ، ابعاد ترانس کم شده و همین امر باعث سبکی وزن دستگاه های اینورتور شده است. به علت تنوع مبدلهای جوشکاری وشناسایی راحت آن‌ها علایمی را برای هر یک معرفی کرده اند که در زیر به آن می پردازیم.

۱ – ترانسفورماتور با خروجی جریان متناوب: (تعداد فاز به صورت عددی یا خط کجی درسمت چپ علامت مشخص می‌گردد)

۲ – ترانس رکتی فایردار (تعداد فاز آن سه فاز است) باخروجی جریان **DC**:

۳ – دستگاه اینورتور با خروجی جریان **DC**:

مفهومی که در ادامه باید به آن اشاره کرد اصطلاح سیکل کاری یا زمان کاری دستگاه های جوشکاری است. این سیکل یا زمان که معمولاً بر مبنای ده دقیقه در نظر گرفته می‌شود ، به منظور جلوگیری از خرابی و سوختن سیم پیچ ها و تجهیزات دستگاه جوشکاری تعریف می‌شود و عبارت است از مدت زمانی که در یک آمپر مشخص می‌توان با دستگاه جوشکاری نمود بدون آنکه دستگاه آسیب ببیند. اصطلاح سیکل کاری را که با **ED** نشان می دهند از فرمول زیر بدست می‌آید.

$$\text{سیکل کاری} = \frac{\text{زمان جوشکاری}}{\text{زمان کل روشن بودن دستگاه}} \times 100\%$$

Gran.ir

سیکل کاری در سه حالت ۳۰ ٪ ، ۶۰٪ و ۱۰۰٪ برروی پلاک مشخصات روی دستگاه نصب می‌شود و مثلا وقتی در شدت جریان ۳۰۰ آمپرسیکل کاری ۶۰٪ است یعنی در آمپر ۳۰۰ باید ۶ دقیقه جوشکاری و۴ دقیقه دستگاه استراحت کند.

انواع منابع توان و ویژگی های آنها

فصل سوم: روشهای مختلف جوشکاری

۱- جوشکاری قوس الکتریکی – الکترود دستی (Manual Melting Arc Welding: (SMAW: Shielded Metal Arc Welding) (MMA

این روش اولین بار در سال ۱۸۸۱ میلادی و با استفاده از الکترودهای کربنی و پس از آن در سال ۱۸۸۵ میلادی با الکترود فولادی انجام گرفت. در هر دو حالت قوس الکتریکی بین الکترود کربنی یا فولادی و قطعه کار ایجاد می‌شد. به علت ناپایداری قوس الکتریکی و عدم کیفیت نهایی جوش حاصل از این روش ، مواد و ایده های جدیدی این روش را تکمیل کرد. به طوری که الکترودهای پوشش دار با ترکیب پوشش و مغزی متفاوت جایگزین الکترودهای اولیه شد. وجود پوشش روی الکترود به کیفیت نهایی جوش و حفاظت از منطقه جوش در برابر عناصر مضر هوا(اکسیژن) کمک می‌کرد. به طور کلی اصول اولیه این روش عبور جریان الکتریسیته از دو فلز هادی توسط یک دستگاه مولد یا مبدل برق است. هرگاه دو فلز هادی (الکترود و قطعه کار) در یک فاصله معین نسبت به یکدیگر نگه داشته شوند با عبور جریان برق ، قوس الکتریکی برقرار می‌شود که دارای انرژی و حرارت بسیار بالایی است. این انرژی و حرارت الکترود و قطعه کار را ذوب کرده و باعث اتصال دو قطعه می‌شود. روش جوشکاری قوس الکتریکی – الکترود دستی به علت مزایایی همچون سادگی انجام ، ارزانی ، قابلیت انعطاف پذیری در زمان استفاده کاربردهای فراوانی در صنعت دارد و به عنوان عمومی‌ترین روش جوشکاری شناخته می‌شود. اما در مقابل این مزایا دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد که در زمان کاربرد باید مدنظر قرار گیرد :

۱ –کیفیت پایین جوش در مقایسه با دیگر روش‌ها

۲ – نرخ رسوب پایین و در نتیجه راندمان کم جوشکاری

۳ – وابستگی شدید به مهارت جوشکار

۴ – وجود سرباره بر روی جوش نهایی چرا که این سرباره خاصیت جذب رطوبت را دارد.

۵– زمان بر بودن فرآیند

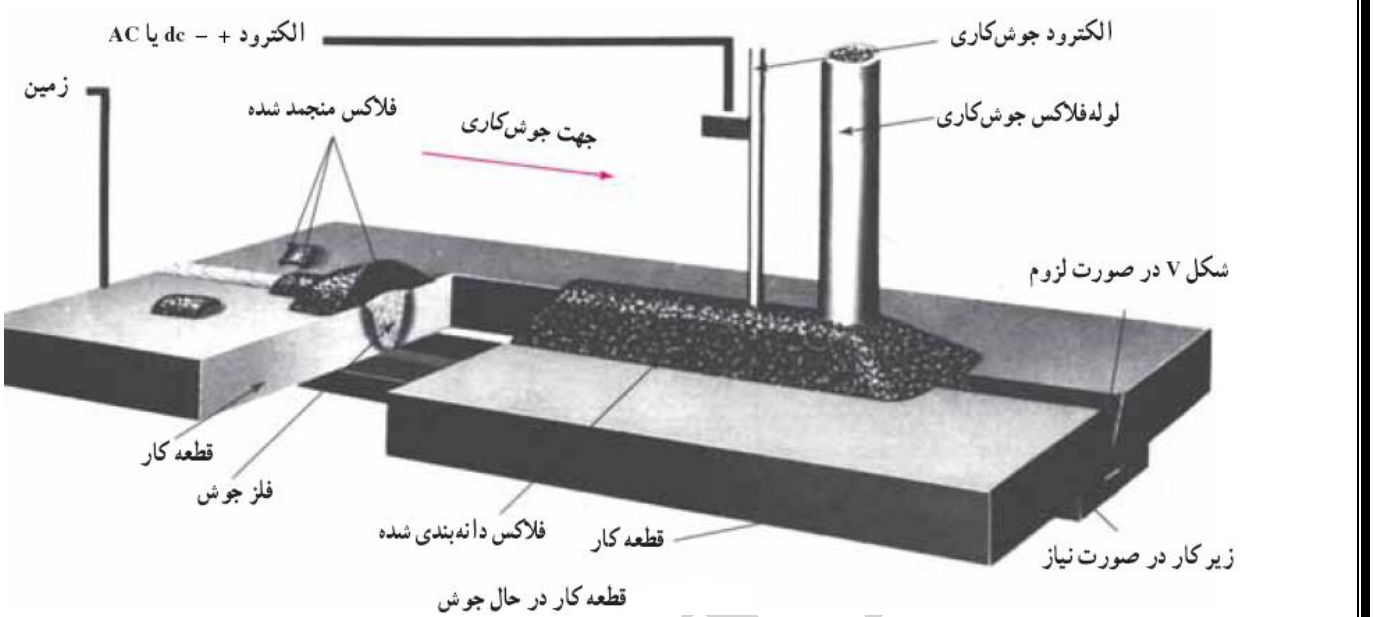
در واقع روشی که شما در این کارگاه با آن جوشکاری نمودید از این نوع می باشد.

۲ – روش جوشکاری زیر پودری (Submerged arc welding یا SAW)

جوشکاری زیر پودری یکی از فرآیندهای جوشکاری قوسی با نرخ رسوب بالا می‌باشد که در صنایع مختلف به ویژه برای جوشکاری مخازن تحت فشار ، دیگ‌های بخار ، مخازن ذخیره ، لوله های قطور به صورت طولی و کشتی سازی

Gira.ir

کاربرد دارد. در این روش همانند روش قوس الکتریکی – الکترود دستی حفاظت از جوش توسط مواد پوشش انجام می‌شود با این تفاوت که پوشش به شکل پودر یا **flux** و جدا از الکترود بر روی مسیر جوشکاری ریخته می‌شود. این مواد همانند پوشش الکترودها از مواد معدنی ساخته می‌شوند.



قطعه کار در حال جوش

این روش برای جوشکاری ورق‌های ضخیم مناسب می‌باشد. با استفاده از جوشکاری زیر پودری می‌توان از ورق ۴/۵ میلی متر به بالا را جوشکاری نمود و هیچ محدودیتی برای جوشکاری ضخامت‌های بالا وجود ندارد. جوشکاری زیر پودری به صورت نیمه اتوماتیک و تمام اتوماتیک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

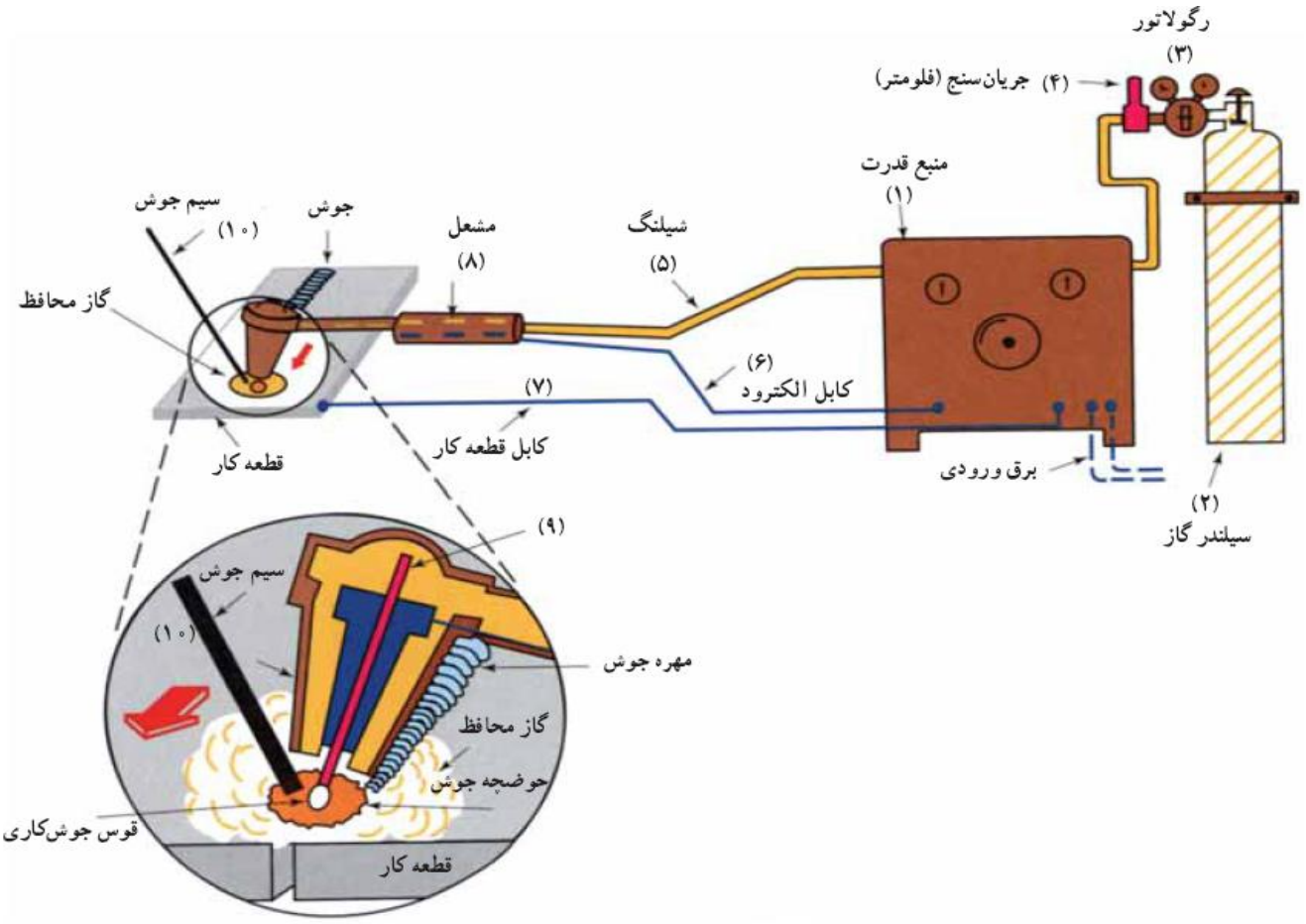
۳ – روش جوشکاری قوس الکتریکی – گاز محافظ و الکترود مصرف نشدنی

(GTAW: Gas Tungsten Arc Welding، TIG)

جوشکاری با الکترود تنگستنی و گاز محافظ (**GTAW**) یک فرآیند جوشکاری ذوبی بوده که حرارت لازم برای اتصال از طریق قوس الکتریکی بین الکترود تنگستنی (مصرف نشدنی) و سطح کار ایجاد می‌شود. این روش جوشکاری تمیزترین ، دقیق‌ترین و قابل کنترل‌ترین روش جوشکاری دستی است و اغراق نیست اگر بگوییم با این روش حتی می‌توان تیغ ریش تراشی را به لنگر کشتی جوش داد. در تشریح دو روش قبلی عنوان شد که محافظت از جوش و حوضچه مذاب و همچنین تصفیه و کنترل سرد شدن جوش به عهده روپوش الکترود یا فلاکس بود. برخلاف آن دو روش , در روش **TIG** محافظت از جوش توسط جریان گازهای خنثی انجام می‌شود. این گازها معمولاً هلیم ، آرگون می‌باشد که با خروج از سر نازل به محل جوشکاری هدایت شده و هوا و ناخالصی‌های اطراف جوش را پس زده و به طور دایم محیط خنثی و تمیزی را حول حوضچه مذاب ایجاد می‌کند.

Girar

تجهیزات مورد استفاده در این روش شامل منبع تغذیه از نوع جریان ثابت ، کپسول گـاز خنثـی بـه همـراه رگلاتـور و متعلقات کامل آن ، منبع تأمین آب یا هوا ، سر مشعل جوشکاری یا تورچ جوشکاری و الکترود می‌باشد.

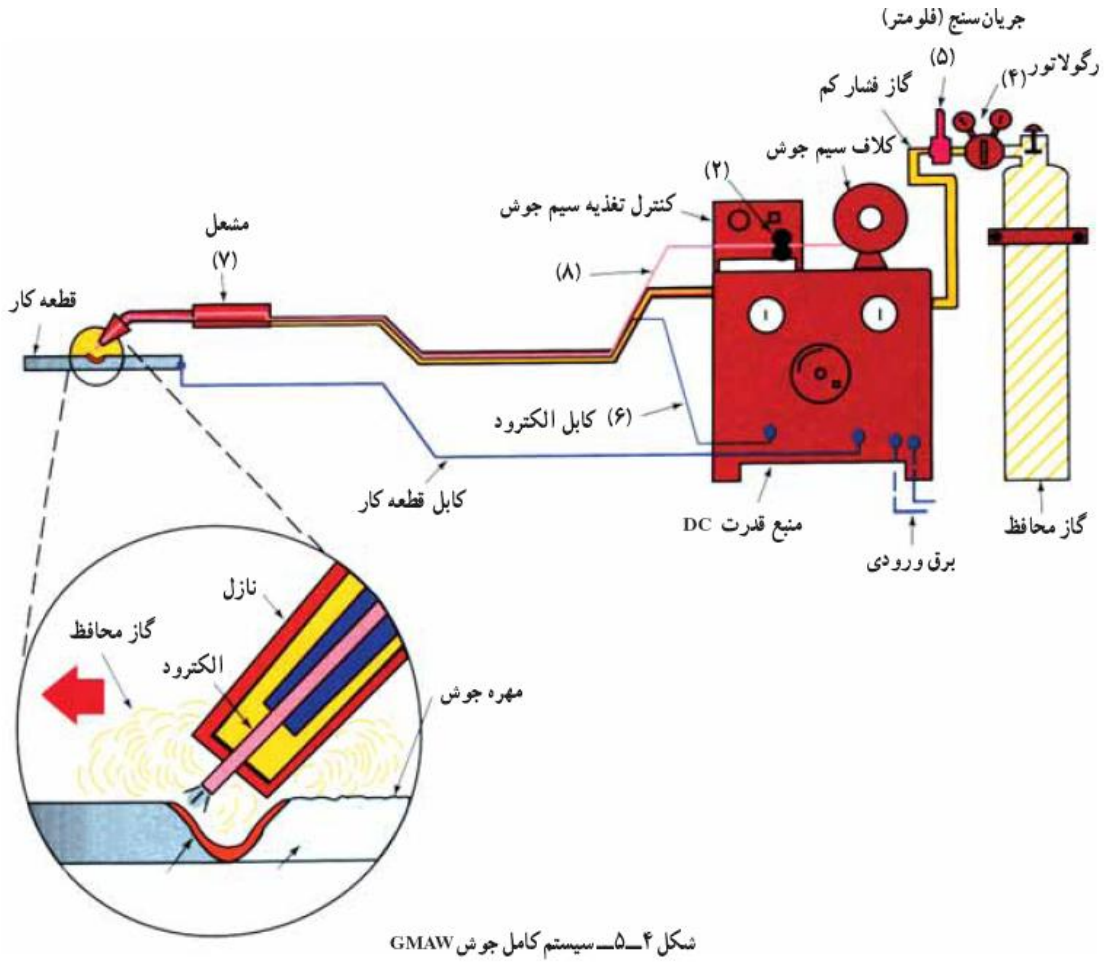


دستگاه جوش‌کاری TIG

۴ - روش جوشکاری قوس الکتریکی – گاز محافظ و الکترود مصرف شدنی

(MIG/MAG ، GMAW : Gas Metal Arc Welding)

اصول اولیه این روش همانند روش **TIG** است به این معنی که محافظت از حوضچه جوش توسط گاز خنثی آرگـون ، هلیم و CO_2 انجام می‌شود. اما دارای یک تفاوت اصلی است و آن کاربرد الکترود مصرفی به جای الکتـرود تنگسـتن است. الکترود مصرف شدنی که معمولاً توسط قرقره های مخصوص به صورت مداوم تأمین می‌شـود توسـط غلتکهـای پیشران جهت برقراری قوس الکتریکی به محل جوش هدایت می‌شود.



شکل ۴ــ۵ــ سیستم کامل جوش GMAW

۵ – جوشکاری باگاز سوختنی یا جوشکاری اکسی – استیلن (Oxy Fuel welding یا OFW)

در چهار روش جوشکاری که تاکنون به آن‌ها اشاره شد ، منبع تولید حرارت جریان الکتریسیته یا به طور دقیق تر قوس الکتریکی بود اما در این روش از سوختن یا ترکیب شدن یک گاز سوختنی مانند استیلن با اکسیژن حرارتی تولید می‌شود که از آن برای ذوب دو لبه قطعه کار و اتصال آن‌ها استفاده می‌شود. محافظت از حوضچه مذاب در این روش با شعله می‌باشد. تجهیزات این روش هم شامل منبع اکسیژن ، منبع گاز سوختنی ، رگلاتور تقلیل فشار و تنظیم فشار ، مشعل و شلنگهای هدایت گاز می‌باشد. در مشعل جوشکاری اکسی – استیلن محلی برای اختلاط گاز با اکسیژن وجود دارد که نسبت ترکیب گاز با اکسیژن را به وسیله آن می‌توان تنظیم کرد. این روش جهت جوشکاری ورقها و لوله های نازک فولادی و تعمیر کاری روی قطعات کارکرده کاربرد دارد.

۶- فرآیند جوشکاری قوسی توپودری (FCAW :Flux Core Arc Welding)

این فرآیند شباهت زیادی به فرآیند **GMAW** دارد با این تفاوت که در فرآیند **FCAW** از الکترود لوله ای و توپی که داخل آن از پودر پرشده است استفاده می‌شود. در این فرآیند دو نوع الکترود کاربرد دارد ، در نوع اول فلاکس

داخل الکترود برای محافظت از جوش کافی است اما در نوع دوم علاوه بر فلاکس داخلی , برای محافظت از جوش از گاز خنثی هم استفاده می کنند. این فرآیند اغلب جهت جوشکاری فلزات آهنی شامل فولادهای کربنی و فولادهای زنگ نزن به کار می رود. بعضی از الکترودهای مخصوص فولاد زنگ نزن از یک تیوپ فولاد کربنی ساخته شده اند که عناصر آلیاژی مثل کروم و نیکل از طریق پودر داخلی الکترود تأمین می‌شود.

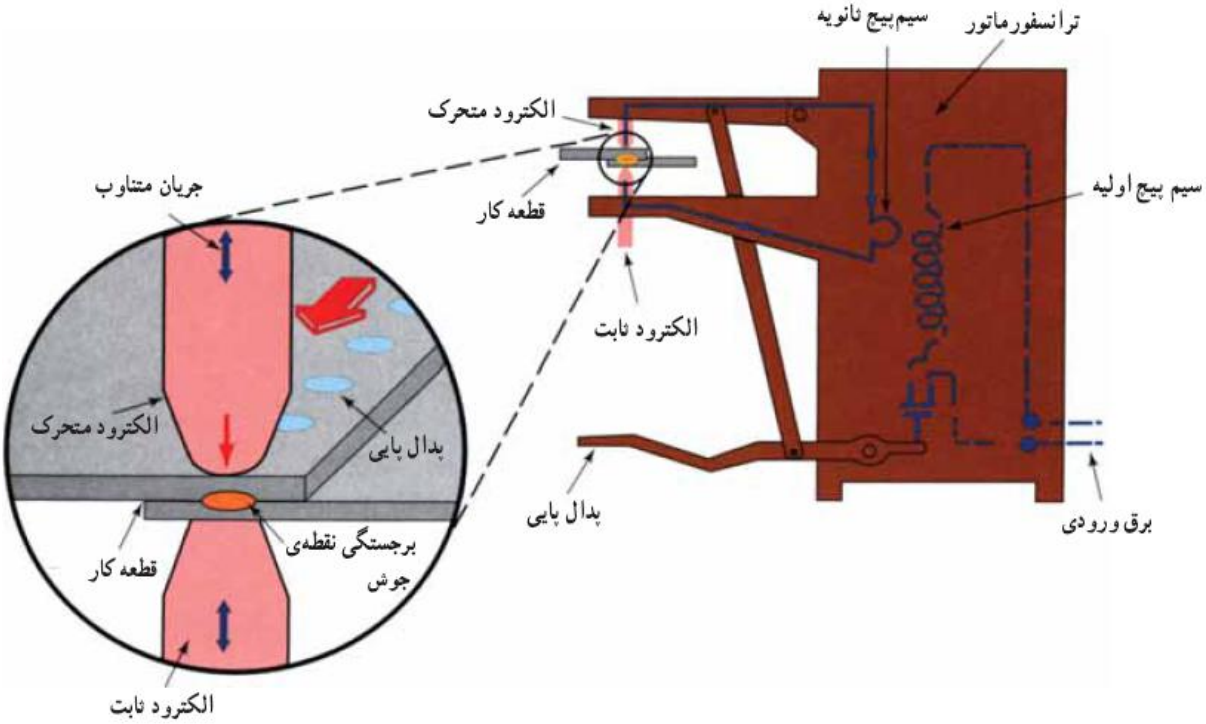
۷- روش جوشکاری مقاومتی – نقطه ای یا SRW

برخلاف روشهایی که تاکنون درباره آن‌ها بحث شد و در آن‌ها عامل حرارت باعث ذوب و اتصال دو قطعه به یکدیگر می‌شد در این روش علاوه بر عامل حرارت ، عامل فشار هم به اتصال کمک می‌کند. همانند چهار روش اول حرارت توسط جریان الکتریسیته تولید می‌شود. اساس این روش به شرح زیر است :

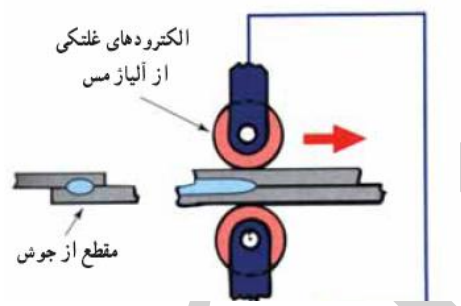
فلزات به دلیل مقاومت الکتریکی ذاتی خود در اثر عبور جریان الکتریکی گرم شده و حتی اگر جریانی قوی از آن‌ها عبور کند به حالت ذوب می رسند. حال اگر دو فلز بر روی هم قرار گیرند مقاومت الکتریکی در محل اتصال آن‌ها بیشتر خواهد شد. در این حالت اگر جریان الکتریکی از دو قطعه عبور داده شود ، حرارت ایجاد شده در محل اتصال قطعات را ذوب خواهد کرد. در جوشکاری مقاومتی – نقطه ای جریان الکتریکی از طریق دو الکترود ساخته شده از آلیاژهای مس به دو قطعه منتقل می‌شود. ابتدا عبور جریان در محل اتصال دو قطعه را درست در زیر الکترودهای مسی ذوب کرده و سپس با فشار وارده از طرف الکترودها دو قطعه به یکدیگر متصل می‌شوند. در پایان جوشکاری در محل عملیات دایره سیاه رنگی بر روی قطعه می ماند که همان محل اتصال بوده و به آن دکمه می گویند.

Girani.ir

به طور کلی فرآیند جوشکاری مقاومتی یکی از بهترین روشهای اتصال ورق‌های نازک است که دارای سرعت تولید خوبی می‌باشد.



دستگاه جوش مقاومتی استفاده از سیستم مکانیکی



حالت خاصی از جوشکاری مقاومتی ، جوشکاری مقاومتی نواری است. در این روش به جای الکترود از غلطک استفاده می‌شود. به عبارت دیگر ورقهایی که با جوشکاری نقطه ای به هم متصل می‌شوند در ظاهر دارای دکمه هایی هم قطر و با فواصل یکسان هستند که این دکمه ها محل اتصال را نشان می دهند اما در جوشکاری نواری محل اتصال به شکل نوار مداوم ، متصل و هم عرض دیده می‌شود که در طول محل اتصال ادامه دارد.

۸- روش جوشکاری ترمیت یا آلومینو ترمیت

همانند جوشکاری اکسی استیلن در این روش از یک منبع شیمیایی برای اتصال و ایجاد حرارت استفاده می‌شود. در این روش که بیشتر برای اتصال ریلهای آهن کاربرد دارد از ترکیب یا واکنش دو ماده استفاده می‌شود. واکنش این دو ماده حرارت زا بوده و اتصال را در پی دارد. واکنش این روش به شرح زیر است :

$$Fe_2O_3 + 2Al = 2Fe + Al_2O_3 + 18500\ cal$$

پودر اکسیدآهن و آلومینیوم در یک بوته با هم ترکیب شده و واکنش بالا رخ می‌دهد. در اثر ایجاد حرارت آهن ذوب شده و درز اتصال را پر می‌کند. در این روش ماده Al_2O_3 یا آلومین نقش محافظ را دارد.

۹ – فرآیند جوشکاری نفوذی یا DW

در این روش دو قطعه با تمیزی سطح بسیار بالا در یک محیط خنثی یا خلا در تماس با هم قرار می گیرند و با اعمال دما و گذشت زمان در اثر نفوذ ، دو قطعه به هم متصل می‌شوند. این روش در دو حالت بدون لایه واسطه (دمای عملیات ۰/۸ – ۰/۵ دمای ذوب قطعه پایه) و با لایه واسطه (دمای عملیات ۰/۴ – ۰/۳ دمای ذوب قطعه پایه) انجام می‌گیرد. این روش جوشی با کیفیت بسیار بالا ایجاد کرده و امکان اتصال قطعات غیر هم جنس را بوجود می آورد اما در مقابل ، به علت به کارگیری محیط خنثی این روش گران قیمت بوده و معمولاً زمان آن هم حدود ۴۸ – ۲۴ ساعت می‌باشد.

۱۰ – فرآیند جوشکاری انفجاری یا EXW

برای انجام این روش جوشکاری به محل مخصوص و مواد منفجره نیاز است.دراین روش دراثر انفجار مواد منفجره ، حرارت ایجاد شده واتصال برقرار میشود. این روش نیاز به ایمنی بالایی دارد و مواد جوشکاری شده با این روش باید مقاومت به ضربه خوبی داشته باشند. روش **EXW** که معمولاً ازراه دور کنترل می‌شود در جوشکاری زیرآب هم کاربرد دارد و می‌توان مواد غیر هم جنس را با آن جوش داد.

۱۱ – فرآیند جوشکاری لیزر یا LBW

اصطلاح لیزر به نور متمرکزی گفته می‌شود که در یک محفظه الکترونی که کاتد آن‌ها به وسیله الکتریسیته گرم شده است، بوجود می‌آید. جوشکاری لیزر مانند جوشکاری باسوزنی است که تا درجه حرارت نور سفید گرم شده است. در این روش ذوب فلز پایه به وسیله متمرکز شدن یک شعاع نوری تحریک و تقویت شده درروی یک نقطه تقریبا به قطر یک موی سر انجام می‌شود. با جوشکاری لیزر می‌توان فلزات غیر هم جنس و فلزاتی مانند مس ، نیکل ، آلومینیوم ، فولاد زنگ نزن و ... را جوش داد. علت توانایی جوشکاری این فلزات توسط لیزر تمرکز حرارت در نقطه جوش و انتقال کمتر حرارت جوش به نقاط دیگر قطعه می‌باشد.

۱۲ – فرآیند جوشکاری پرتو الکترونی یا EBW

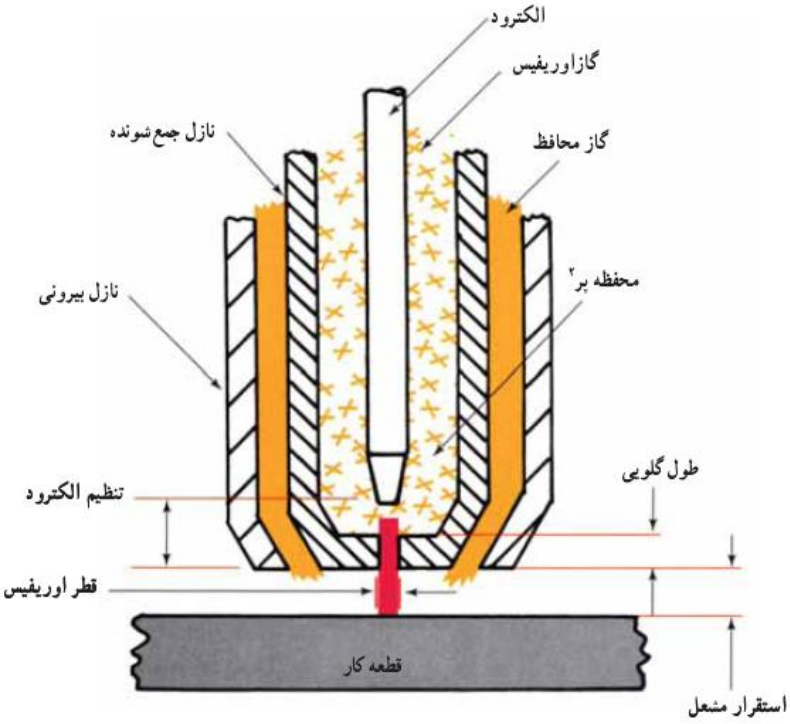
در این روش که از دسته روشهای جوشکاری ذوبی است از اشعه یا پرتو الکترونی جهت ذوب و اتصال دو قطعه استفاده می‌شود. به شکلی که الکترون‌ها از یک رشته تنگستنی که تا **2000** درجه سانتی گراد گرم شده و انرژی بالایی دارند منتشر می‌شوند و با برخورد به محل اتصال حرارت لازم جهت ذوب را فراهم می سازد. جوشکاری پرتو الکترونی دارای عمق نفوذ بسیار بالا بوده و منطقه ذوب شده در آن بسیار باریک است اما در مقابل روش گرانی بوده و نیاز به تجهیزات فراوانی دارد چرا که باید در خلا انجام شود. در پایان قابل ذکر است که تمام قطعات را نمی توان با

Qiran.ir

آن جوش داد چرا که برخی از مواد پرتو را بر می گردانند و لذا برای کاربران آن خطرآفرین است ، اما فلزاتی مثل تنگستن ، مولیبدن ، کلومبیوم و زیرکونیوم را می‌توان با این روش جوش داد.

۱۳ - روش جوشکاری پلاسما یا PAW

اصطلاح پلاسما به گاز یونیزه اطلاق می‌شود که آنرا حالت چهارم ماده در نظر می گیرند. به عبارتی پلاسما گازی است که از ذرات خنثی ، یونها و الکترونهای آزاد تشکیل شده است. در جوشکاری قوس الکتریکی در محل قوس , فرآیندی شبیه تولید پلاسما رخ می‌دهد. در جوشکاری پلاسما گاز از یک هادی یا یک ژیگلور به سمت قطعه کار هدایت شده و در اثر حرارت ناشی از جریان الکتریکی به پلاسما تبدیل می‌شود. این پلاسما دمای لازم برای جوشکاری را تأمین می کند. در واقع روش **PAW** شباهت زیادی به روش **TIG** دارد با این تفاوت که در روش **PAW** قوس ستونی بوده و حرارت آن متمرکزتر است لذا نفوذ جوش بیشتر خواهد بود.



برش یک مشعل جوشکاری پلاسما

Gir.ir