

اتصالات دائم

جوشکاری

یکی از روش های اتصال دائم قطعات جوشکاری می باشد . که در مقایسه با روش پرچ کاری ارزان تر و سریع تر بوده و علاوه بر سبکی ، عدم تضعیف قطعات کار را نیز به همراه ندارد .

جوشکاری عبارت است از یک پارچه کردن مواد فلزی و یا مصنوعی ، که با بکار بردن حرارت تنها (جوش ذوبی) و یا حرارت و فشار (درجوش پرسی) صورت می گیرد .

جوش ذوبی

در این نوع جوشکاری لازم است که محل اتصال را با استفاده از منبع حرارتی ، گرم کرده و محل جوشکاری را با ذوب کردن محل اتصال انجام داد . در صورت لزوم می توان از یک قطعه اضافی (سیم جوش) برای پر کردن درز جوش استفاده کرد . جنس و نقطه ذوب سیم جوش بایستی تقریباً برابر قطعات اتصال باشد . جوش ذوبی را به انواع مختلفی تقسیم کرده اند که در زیر به شرح مختصری از مهمترین آنها می پردازیم :

ساعت اندازه گیری (اندیکاتور)

مکانیزم این دستگاه بر مبنای حرکت چرخ دنده و شانه استوار می باشد . موقع اندازه گیری ، حرکت میله لمس کننده به کمک شانه و چرخ به چرخ دنده ای منتقل شده و بر روی عقربه انتقال داده می شود . نسبت حرکت چرخدنده ها بترتیبی است که اگر میله لمس کننده به اندازه یک میلیمتر حرکت کند عقربه یک دور کامل خواهد گشت و چون محیط صفحه مدرج به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم شده است ، بنابراین هر یک از تقسیمات صفحه مدرج نشان دهنده ۰/۰۱ میلیمتر خواهد بود . میدان اندازه گیری ساعت های اندازه گیر معمولاً ۱۰ میلیمتر است .

روی ساعت عقربه کوچکی نیز وجود دارد که محیط صفحه مدرج آن به ده قسمت مساوی تقسیم شده و بازاها هر میلیمتر حرکت میله لمس کننده تغییر اندازه یک میلیمتر را نشان می دهد . قابل حرکت بودن صفحه مدرج امکان میزان کردن نقطه صفر آن را در امتداد عقربه امکان پذیر می سازد .

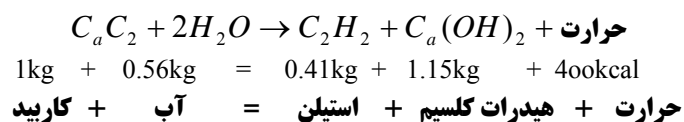
موارد استفاده ساعت اندازه گیری :

- ۱- اندازه گیری و کنترل ابعاد خارجی از طریق مقایسه
- ۲- اندازه گیری و کنترل ابعاد داخلی از طریق مقایسه
- ۳- اندازه گیری و کنترل مقدار لنگی

جوش با گاز

در این روش از احتراق یکی از گاز هایی که به همراه اکسیژن درجه حرارت بالایی را تولید می کنند ، استفاده می گردد . گاز مورد استفاده معمولاً استیلن و در بعضی موارد گاز پروپان و یا هیدروژن می باشد .

گاز استیلن (C_2H_2) یک ترکیب شیمیایی می باشد که از ۲ اتم کربن و ۲ اتم هیدروژن تشکیل شده و از تأثیر آب بر کاربید کلسیم بدست می آید :



از احتراق کامل گاز استیلن با اکسیژن یکی از پرحرارت ترین شعله ها ایجاد می گردد . درجه حرارت این شعله به ۳۲۰۰ درجه سانتیگراد می رسد ، که بوسیله آن می توان اکثر فلزات را به درجه حرارت جوشکاری رساند .

[ارزش حرارتی گاز استیلن $\frac{56900 \text{ kJ}}{m^3}$ میباشد]

مولد های استیلن

استیلن مورد نیاز را می توان با استفاده از مولدهای تهیه استیلن از تأثیر آب بر کاربید کلسیم بدست آورده و یا آن را در کپسول های مخصوصی که از طرف کارخانجات تهیه استیلن به بازار عرضه می گردد ، خریداری نمود .

مولدهای استیلن دارای انواع مختلفی می باشند که آنها را می توان براساس نحوه تماس آب و کاربید به ترتیب زیر تقسیم نمود :

۱- مولدهای تماسی ۲- مولدهای ریزشی ۳- مولدهای سقوطی

کپسول استیلن

کپسول استیلن را از فولاد مرغوب بدون درز ، با ضخامت جداره ۴ تا ۵ میلیمتر ساخته و جهت استقرار در روی زمین ، پایه چهار گوشه را به کف آنها جوش می دهند . کپسول های استاندارد استیلن دارای گنجایشی معادل ۴۰ لیتر بوده و در آنها استیلن را با فشار ۱۵ بار پر می کنند . برای پیشگیری از تجزیه استیلن و خطر انفجار در این فشار بالا ، لازم است که فضای داخل کپسول را از مواد متخلخلی پر کرده و علاوه بر آن استیلن را در مایعی حل نمایند .

برای این منظور از استن استفاده میشود ، زیرا مایع استن ، استیلن را به مقدار زیادی در خود حل می نماید . یک لیتر استن قادر است در درجه حرارت ۱۵ درجه سانتیگراد و فشاریک بار به اندازه ۲۵ لیتر استیلن را در خود حل کرده و خاصیت دیگر آن این است که متناسب با افزایش فشار ، مقدار بیشتری استیلن را در خود حل می کند .

به این ترتیب می توان در فشار ۱۵ بار و با وجود ۱۶ لیتر استن ، به اندازه ۶۰۰۰ لیتر ($25 \times 16 \times 15 = 6000 \text{ lit}$) استیلن را در کپسول جای داد .

کپسول اکسیژن

کپسول های اکسیژن را نیز از فولاد مرغوب بدون درز می سازند . پایه و قسمت سر آنها مشابه کپسول های استیلن بوده و حجم آنها معمولاً ۴۰ لیتر می باشد . برای اینکه بتوان مقدار بیشتری اکسیژن در آنها جای دهند ، معمولاً اکسیژن را با فشار ۱۵۰ بار در داخل آنها پر می کرده و به این ترتیب می توان ۶۰۰۰ لیتر اکسیژن را در کپسول جای داد .

دستگاه تقلیل دهنده فشار

از آنجائیکه فشار گاز داخل کپسول زیاد بوده و با این فشار زیاد نمی توان جوشکاری کرد ، لازم است که با استفاده از دستگاه تقلیل دهنده ، فشار آنها را برحسب نیاز تقلیل داده و جریان گاز یکنواختی را به سمت مشعل هدایت نمود . اساس کار این دستگاه ها به این ترتیب است که با باز کردن شیر کپسول ، گاز وارد قسمتی از آن می شود که در بالای فشار سنجی جهت نشان دادن فشار گاز داخل کپسول نصب گردیده است .

پس از این مرحله گاز از طریق سوپاپی وارد فضای بالای یک ممبران می شود . در زیر ممبران فنر و پیچ تنظیم وجود دارد . با باز و بستن این پیچ می توان با توجه به فشار سنج دیگری که برای همین منظور قرار دارد ، فشار گاز مصرفی را تنظیم نمود . اساس کار فشار سنج های اکسیژن و استیلن یکی می باشد و از درجه بندی فشار سنج می توان آنها را تشخیص داد .

فشار سنج دستگا های تقلیل فشار مربوط به گاز اکسیژن در قسمت مربوط به فشار کپسول ، معمولاً تا ۳۰۰ بار و فشار سنج مربوط به قسمت مصرف تا ۱۵ بار مدرج شده است ، اما فشار سنج های مربوط به گاز استیلن در قسمت ورودی معمولاً تا ۴۰ بار و در قسمت خروجی تا ۲/۵ بار مدرج گردیده اند . فشار تنظیمی گازهای اکسیژن و استیلن در هنگام جوشکاری به ضخامت اتصال و در نتیجه به اندازه سربک مورد استفاده بستگی داشته و کافی است که مقدار استیلن را به اندازه ۰/۱ فشار اکسیژن تنظیم نمود .

جدول رنگ مشخصه و اتصالات کپسول

رنگ شیلنگ	محل اتصال	رنگ کپسول	گاز داخل کپسول
آبی یا سبز	راست $R\frac{3}{4}$ "	آبی	اکسیژن
قرمز	چپ $R\frac{3}{4}$ " یا رکابی	زرد	استیلن
-	چپ $R\frac{1}{2}$ "	قرمز	هیدروژن یا پروپان
-	راست $R\frac{1}{2}$ "	خاکستری	آرگن ، CO ₂

مشعل های جوشکاری

مشعل های جوشکاری وسایلی هستند که وظیفه تنظیم ، اختلاط و هدایت مخلوط گازها را به محل تشکیل شعله جوشکاری بعهده داشته و از دو قسمت دسته و سرهای قابل تعویض (بک) تشکیل شده اند . مکانیزم اختلاط گازها در مشعل های جوشکاری معمولاً بر اساس مکیده شدن گاز استیلن بوسیله اکسیژن بوده و عمل اختلاط را داخل لوله بک که بنام لوله

تراشکاری درجه ۲

حداکثر درجه حرارتی که از احتراق ای دو گاز بوجود می آید در حدود ۳۲۰۰ درجه سانتیگراد بوده و در منطقه ای به فاصله ۲ تا ۵ میلیمتر از رأس مخروط سفید رنگ قرار دارد .

شعله خنثی

زمانی که نسبت اختلاط اکسیژن و استیلن ۱ : ۱ انتخاب شود قسمت مخروطی شعله سفید درخشان بوده و محدوده مشخصی دارد . این شعله را شعله خنثی نامیده و برای جوشکاری فولادها از آن استفاده می نمایند .

شعله اکسید کننده

اگر مقدار اکسیژن زیاد شود ، مخروط سر مشعل کوتاه تر شده و رنگ آن بیشتر به آبی متمایل می گردد .

اکسیژن اضافی ای که در شعله وجود دارد با مذاب ترکیب شده و آن را شکننده می نماید . این شعله را **شعله اکسید کننده** می نامند که در جوشکاری فولادها باعث جهیدن جرقه زیاد به اطراف گردیده و علاوه بر سوختن درز جوش ، باعث داخل شدن سرباره به محل جوش می شود . از این نوع شعله در جوشکاری قطعات برنجی و همچنین گرم کردن قطعات به منظور آبکاری ، صاف کاری و غیره استفاده می شود .

شعله احیا کننده

چنانچه مقدار استیلن بیشتر از اکسیژن تنظیم شود مخروط سر مشعل محدوده مشخصی نداشته ، مژرس بوده و رنگ آن بیشتر متمایل به زرد می گردد .

تراشکاری درجه ۲

اختلاط نیز نامیده می شود تکمیل می گردد . این نوع مشعل ها ، مشعل های انژکتوری نامیده و فشار گاز قابل اشتعال در آنها کم و فشار اکسیژن ۰/۵ تا ۳ بار تنظیم می گردد .

شعله اکسی استیلن و تنظیم آن

عمل احتراق در سر مشعل در دو مرحله انجام میگیرد . در مرحله اول گاز استیلن و اکسیژن که با نسبت ۱:۱ از طریق تنظیم شیرهای مربوطه به سر مشعل رسیده اند ، محترق شده و از این احتراق گازهای هیدروژن و منواکسیدکربن حاصل می گردد .

در مرحله دوم گازهای قابل احتراق هیدروژن و منواکسید کربن از هوای اطراف محل جوشکاری اکسیژن دریافت کرده وبه این ترتیب عمل احتراق کامل می گردد . مقدار اکسیژنی که در این مرحله از طریق هوا وارد فعل و انفعال می گردد ۱/۵ برابر مقدار اکسیژن تنظیمی در مرحله اول می باشد .

بنابراین برای داشتن یک احتراق کامل لازم است که اکسیژن واستیلن با نسبت حجمی ۱: ۲/۵ محترق شوند.

حرارت $C_2H_2 + O_2 \Rightarrow 2CO_2 +$ مرحله اول

حرارت $2CO + O_2 \Rightarrow 2CO_2 +$ مرحله دوم

حرارت $2H + \frac{1}{2}O_2 \Rightarrow H_2O +$

به این ترتیب شعله ای بوجود می آید که بنام شعله خنثی (نرمال) معروف بوده و از سه قسمت مخروط سفید ، هسته آبی و هاله نفش رنگ تشکیل شده است .

هرگاه فولادهای غیرآلیاژی و کم آلیاژی را تا حد معینی (در حدود ۱۲۵۰ درجه سانتیگراد) گرم کرده و در این حالت به محل گرم شده اکسیژن خالص با فشار دمیده شود ، باعث اکسید شدن سریع فولاد و در حقیقت سوختن آن می گردد که در این حالت این اکسید گداخته از سیلان نسبتاً زیادی برخوردار بوده و بدلیل فشار و جریان اکسیژن از محل برش دور شده و شکافی در آن بوجود می آید که در ادامه عمل برش قطعه کار می گردد .

کپسول اکسیژن و اتصالات آنرا به دور از روغن و چربی نگهدارید زیرا خطر انفجار وجود دارد .

جوشکاری با قوس الکتریکی

قوس الکتریکی منبع حرارتی بسیار خوبی برای جوشکاری بوده و بکمک آن می توان در زمان کوتاهی ، درجه حرارتی را بوجود آورد (در حدود ۴۰۰۰ درجه سانتیگراد) که به مقدار زیادی بالاتر از نقطه ذوب بسیاری از فلزات می باشد که معمولاً در صنعت مورد استفاده قرار می گیرد . از مزایای دیگر این روش می توان تمرکز حرارت در محل جوشکاری ، توان بیشتر و سرعت عمل زیاد آن را نسبت به جوش اکسی استیلن نام برد . برای ایجاد قوس الکتریکی لازم است که ابتدا سر الکتروود ، سطح کار را لمس کرده و سپس آن را به اندازه قطرش از سطح کار بلند نمود .

در این حالت بدلیل کمبود اکسیژن مقداری از منواکسید کربن ، نسوخته باقی می ماند که بدلیل فشار شعله به داخل مذاب نفوذ کرده و باعث افزایش مقدار کربن آن و در نتیجه ازدیاد سختی قطعه کار در محل جوشکاری می گردد . این نوع شعله احیا کننده نام داشته و در جوشکاری قطعات چدنی و آلومینیومی مورد استفاده دارد .

قابلیت جوشکاری

فولادهای ساختمانی غیرآلیاژی که مقدار کربن آنها کمتر از ۰.۲۲٪ درصد می باشد ، بیشتر از سایر مواد قابلیت جوشکاری دارند . اگر درصد کربن زیاد تر باشد محل جوشکاری سخت می شود . فولادهائی که درصد کربن آنها از ۰.۲۲٪ درصد بیشتر باشد ، لازم است که به توصیه های کارخانه جوشکاری توجه شود .

سیم های جوشکاری

جنس سیم های جوشکاری بایستی از نظر استحکام ، سختی ، نقطه ذوب و مقاومت درمقابل خوردگی مشابه قطعات اتصال باشد . سیم های جوشکاری را با طول های ۰/۵ تا ۱ متر و قطری برابر ۱ تا ۳ میلیمتر برای ورقهای با ضخامت ۱ تا ۶ میلیمتر و قطر ۴ تا ۸ میلیمتر برای ورق های ۸ تا ۲۰ میلیمتر میسازند . برای جلوگیری از زنگ زدن معمولاً سطح آنها را آب مس می دهند .

تراشکاری درجه ۲

وظیفه کلی روپوش الکتروود یکنواخت کردن و تثبیت قوس الکتریکی، تشکیل سرباره بر روی مواد مذاب و جلوگیری از چسبیدن الکتروود به سطح کار در هنگام جوشکاری بوده و علاوه بر آن می توان با افزودن فلزات معینی به آنها، درصد فلز مورد نظر را در محل درز جوش تغییر داد.

زاویه نگهداری و هدایت الکتروود

زاویه صحیح نگهداشتن امتداد الکتروود نسبت به درز جوش به عوامل متعددی مانند حالت جوشکاری، عمق درز جوش، عمق نفوذ جوش، جنس قطعه کار، جهت هدایت الکتروود و همچنین اثر دمش قوس الکتریکی بستگی دارد. در جوشکاری درزهای افقی، مخصوصاً زمانی که از جریان متناوب استفاده می شود، می توان الکتروود را نسبت به سطح کار با زاویه ای در حدود ۵۰ درجه هدایت کرد.

انتخاب شدت جریان مناسب

انتخاب شدت جریان مناسب، تعیین کننده عمق نفوذ جوش در سطح لبه اتصال بوده و استحکام محل اتصال نیز به مقدار زیادی به این عمق بستگی دارد. جریانی که برای جوشکاری تنظیم می شود به ضخامت قطعات اتصال و قطر الکتروود بستگی دارد:

ارتباط شدت جریان با ضخامت کار و الکتروود						
ضخامت قطعه بر حسب میلیمتر	۲	۳	۴	۵ تا ۱۰	۱۲	۱۶ و به بالا
قطر الکتروود بر حسب میلیمتر	۲	۳/۲۵	۳/۲۵	۴	۴ تا ۵	۴ تا ۶
شدت جریان بر حسب آمپر	۵۰ تا ۷۰	۱۰۰ تا ۱۵۰	۱۰۰ تا ۱۵۰	۱۵۰ تا ۲۰۰	۱۵۰ تا ۲۵۰	۱۵۰ تا ۳۰۰

تراشکاری درجه ۲

برای تشکیل قوس الکتریکی می توان از جریان مستقیم و یا متناوب استفاده کرد. در مواردی که از جریان مستقیم برای این منظور استفاده می شود، معمولاً قطب مثبت به قطعه کار و قطب منفی به الکتروود متصل می شود. در این حالت درجه حرارت در قطب مثبت در حدود ۶۰۰ درجه سانتیگراد بیشتر از قطب منفی می باشد. از این روش در جوشکاری قطعات ضخیم تر استفاده می گردد. در جوشکاری ورق های نازک بهتر است که قطب مثبت را به الکتروود و قطب منفی را به قطعه کار وصل کنند تا حوضچه مذاب کم عمق تر بوده و قطعه کار را سوراخ نکند. این روش در جوشکاری فولادهای آلیاژی نیز مورد استفاده قرار می گیرد.

دستگاه های جوشکاری

جهت تشکیل قوس الکتریکی، ولتاژ کم (۱۵ تا ۵۰ ولت) و شدت جریان زیاد (۶۰ تا ۳۰۰ آمپر) مورد نیاز بوده و برای تأمین آن لازم است که جریان برق شهر را که ولتاژی برابر ۲۲۰ تا ۳۸۰ ولت دارد را به ولتاژ مورد نیاز تبدیل کرد. وسیله تبدیل جریان ممکن است که ترانسفورماتور، یکسو کننده و یا موتور ژنراتور باشد که معمولاً بنام دستگاه های جوشکاری معروف می باشند.

الکتروود

الکتروودهای جوشکاری قطعاتی هستند هادی جریان الکتریسیته که در مجاورت قوس الکتریکی ذوب شده و بعنوان سیم جوشکاری وظیفه پر کردن فضای بین قطعات را بعهده دارد. جنس الکتروود بستگی به جنس قطعات اتصال داشته و آنها را می توان به دو گروه بدون روپوش و روپوش دار تقسیم کرد. الکتروودهای بدون روپوش را نیز به دو گروه لخت و مغزی دار تقسیم می کنند. الکتروودهای روپوش دار را در سه نوع و با روپوش نازک، متوسط و ضخیم تولید می کنند.

الکترودهای روپوشدار را برحسب نوع روپوش به پنج گروه تقسیم می کنند :

تیپ و خصوصیات الکترودها					
کاربرد	کیفیت درز جوش	حالات جوشکاری	نوع جریان	علامت اختصاری	تیپ
فولاد های غیر حساس	استحکام خیلی زیاد	افقی و تقریباً تمام حالات	مستقیم یا متناوب	Es	اسیدی
فولادهای ضخیم	بیشترین استحکام	تمام حالات	مستقیم یا متناوب	Kb	بازی
قطعات غیر یکنواخت	استحکام خوب سرباره کم	تمام حالات	مستقیم یا متناوب	Ze	سلولزی
متعدد، فولادهای حساس، ورقهای نازک	استحکام خوب	تمام حالات	مستقیم یا متناوب	Ti	دی اکسیدتیان
گروه جوش صاف و خوش نما	استحکام کم	تمام حالات	مستقیم یا متناوب	Ox	اکسیدی