

مباحث تئوری از کارگاه جوشکاری

بازدید : مرتبه

تاریخ : سه شنبه ۱۴ اردیبهشت ۱۳۸۹

جوشکاری با قوس الکتریکی: یکی از متداول ترین روشهای اتصال قطعات کار می باشد، ایجاد قوس الکتریکی عبارت از جریان مداوم الکترون بین دو الکترود و یا الکترود و کار بوده که در نتیجه آن حرارت تولید می شود. باید توجه داشت که برای برقراری قوس الکتریک بین دو الکترود و یا کار و الکترود وجود هوا و یا یک گاز هادی ضروری است. بطوریکه در شرایط معمولی نمی توان در خلاء جوشکاری نمود .

در قوس الکتریکی گرما و انرژی نورانی در مکانهای مختلف یکسان نبوده بطوریکه تقریباً ۴۳٪ از حرارت درآند و تقریباً ۳۶٪ در کاتد و ۲۱٪ بقیه بصورت قوس ظاهر می شود. دمای حاصله از قوس الکتریکی بنوع الکترودهای آن نیز وابسته است بطوریکه در قوس الکتریکی با الکترودهای ذغالی تا ۳۲۰۰ درجه سانتیگراد در کاتد و تا ۳۹۰۰ در آند حرارت وجود دارد. دمای حاصله در آند کاتد برای الکترودهای فلزی حدوداً ۲۴۰۰ درجه سانتیگراد تا ۲۶۰۰ درجه تخمین زده شده است .

در این شرایط درجه حرارت در مرکز شعله بین ۶۰۰۰ تا ۷۰۰۰ درجه سانتیگراد می باشد از انرژی گرمائی حاصله در حالت فوق فقط ۷۰٪ تا ۶۰٪ در قوس الکتریک مشاهده گردیده که صرف ذوب کردن و عمل جوشکاری شده و بقیه آن یعنی ۳۰٪ تا ۴۰٪ بصورت تلفات گرمائی به محیط اطراف منتشر می گردد .

طول قوس شعله Arc length بین ۰/۸ تا ۰/۶ قطر الکترود می باشد و تقریباً ۹۰٪ از قطرات مذاب جدا شده از الکترود به حوضچه مذاب وارد می گردد و ۱۰٪ باطراف پراکنده می گردد. برای ایجاد قوس الکتریکی با ولتاژ کم بین ۴۰ تا ۵۰ ولت در جریان مستقیم و ۶۰ تا ۵۰ ولت در جریان متناوب احتیاج می باشد ولی در هر دو حالت شدت جریان باید بالا باشد نه ولتاژ.

انتخاب صحیح الکترود برای کار انتخاب صحیح الکترود برای جوشکاری بستگی به نوع قطب و حالت درز جوش دارد مثلاً یک درز V شکل با زاویه کمتر از ۴۰ درجه با ضخامت زیاد حداکثر با قطر اینچ که معادل ۲ میلیمتر است برای ردیف اول گرده جوش استفاده می گردد تا کاملاً در عمق جوش نفوذ نماید. ولی چنانچه از الکترود با قطر بیشتر استفاده شود مقداری تفاله در ریشه جوش باقی خواهد ماند. که قدرت و استحکام جوش را تقلیل می دهد .

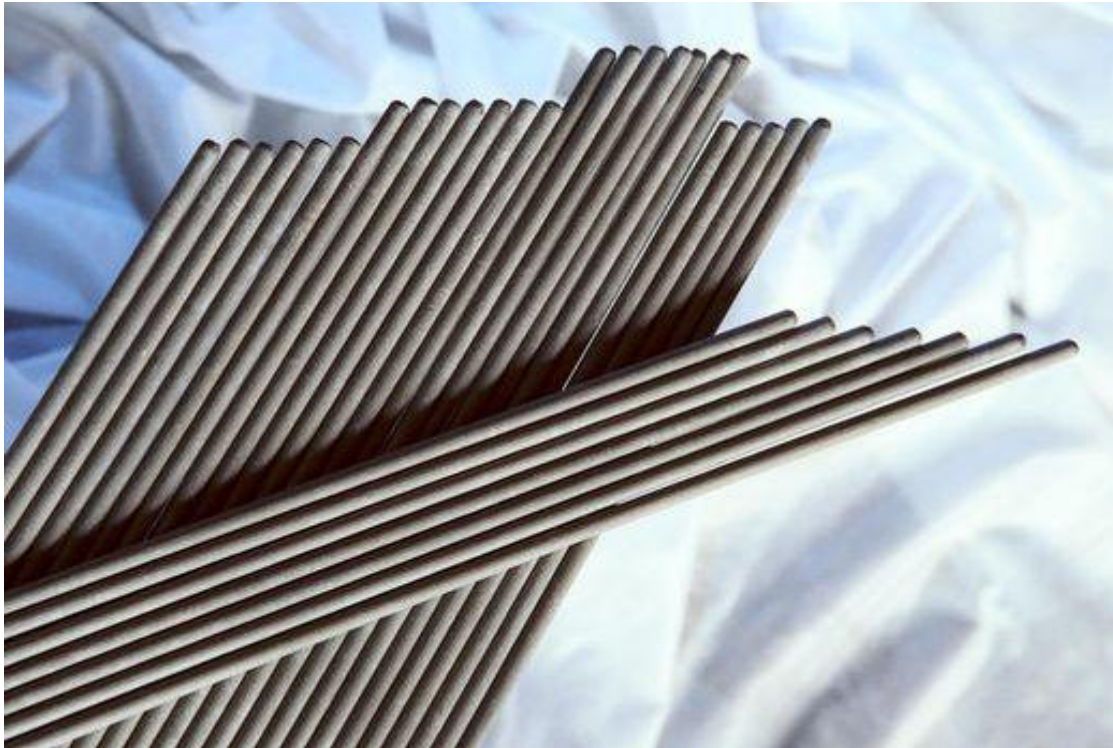
انتخاب صحیح الکترود(از نظر قطر بایستی توجه داشت که همیشه قطر الکترود از ضخامت فلز جوشکاری کمتر باشد هر چند که در بعضی از کارخانجات تولیدی عده ای از جوشکاران الکترود با ضخامت بیشتر از ضخامت فلز را به کار می برند. این عمل بدین جهت است که سرعت کار زیادتر باشد ولی انجام آن احتیاج به مهارت فوق العاده جوشکار دارد .همچنین انتخاب صحیح قطر الکترود بستگی زیاد به نوع قطب (+ یا -) و حالت درز جوش دارد مثلاً اگر یک درز V شکل با زاویه کمتر از ۴۰ درجه باشد بایستی حداکثر از الکترود با قطر پنج شانزدهم اینچ برای ردیف اول گرده جوش استفاده کرد تا کاملاً بتوان عمق درز را جوش داد. چنانچه از الکترود با قطر زیادتر استفاده شود مقداری تفاله در جوش باقی خواهد ماند که قدرت و استحکام جوش را به طور قابل ملاحظه ای کاهش خواهد داد. در حین جوشکاری گاهی اوقات جرقه هائی به اطراف پخش می شود که دلایل آن چهار مورد زیر است . ایجاد حوزه مغناطیسی و عدم کنترل قوس الکتریکی از زیاد فاصله الکترود نسبت به سطح کار آمپر بیش از حد یا آمپر بالای غیر ضروری عدم انتخاب قطب صحیح برای جوشکاری اطلاعات پاکت الکترود مطابق استاندارد پاکت ها و کارتنهای الکترود بایستی علامت ها و نوشته هائی داشته باشند که حتی المقدور مصرف کننده را در دسترسی به کیفیت مطلوب جوش راهنمایی و یاری نمایند .

در روی پاکت الکترود علاوه بر نام کارخانه سازنده ، نوع جنس نیز درج می شود که برای مصرف صحیح حائز اهمیت است . هر پاکت الکترود بایستی علاوه بر اسم تجارتي الکترود، طبقه بندی آن الکترود را حداقل طبق یکی از استانداردهای مهم بیان نماید. برای آگاهی از طول زمان ماندگی الکترود در کارخانه ،بازار یا انبار و غیره . شماره ساخت یا تاریخ تولید روی پاکت نوشته یا مهر زده می شود . قطر سیم مغزی الکترود مصرف کننده را در کاربرد صحیح آن با توجه به ضخامت فلز، زاویه سیار ، ترتیب پاس و

غیره راهنمایی می کند. نوع جریان برق از اینکه جریان دائم یا جریان متناوب لازم است (با موتور ژنراتور یا ترانسفورماتور می توان جوش داد) یا هر دو و در جریان دائم نوع اتصال قطبی بایستی یا به عبارت یا علامت روی پاکت درج شود. حالت یا حالاتی از جوشکاری که این الکتروود در آن حالت یا حالات مناسب است روی پاکت بیان می شود. درج حدود شدت جریان برق (بر حسب آمپر) جهت انتخاب اولیه (تنظیم دقیق شدت جریان ضمن جوشکاری با توجه به عوامل مختلف انجام می شود) ضروری است. وزن الکتروودها یا تعداد الکتروود داخل هر بسته روی پاکت یا بر چسب آن درج می شود. نوشتن مواردی که در بالا به آن اشاره شد، روی پاکت مطابق بیشتر استانداردها اجباری است .

همچنین خواص مکانیکی و شیمیائی ، وضعیت ذوب و کیفیت قوی، نحوه نگهداری و انبار کردن، درجه حرارت خشک کردن، مواد استعمال بخصوص و پاره ای توصیه های دیگر در روی پاکت برای آگاهی مصرف کننده چاپ شده و یا مهر زده می شود.

انواع الکتروودها



الکتروودهایی که در جوش اتصال فولاد به کار برده می شوند مفتولهای مغزی با آلیاژ یا بدون آلیاژ دارند که جریان جوش را هدایت می کند. شعله برق بین قطعه کار و سرآزاد الکتروود می سوزد و الکتروود به عنوان یک ماده اضافی ذوب می شود . الکتروودهای نرم شده دارای علائم اختصاری بوده (دین ۱۹۱۳) که روی بسته بندی آنها نوشته شده است. علائم اختصاری تمام نکات مهمی که در به کار بردن آن الکتروود باید مراعات شوند نشان می دهند .

مشخصات الکتروودها :

در جوشکاری مشخصات الکتروودها با یک سری اعداد مشخص می گردند. اعداد مشخصه به ترتیب زیر می باشد .

$E =$ جریان برق

$= 60$ کشش گرده جوش بر حسب پاوند بر اینچ مربع

$= 1$ حالات مختلف جوشکاری

$= 0$ نوع جریان می باشد .

علامت اول در علائم الکتروود بالا E مشخص می نماید که این الکتروود برای جوشکاری برق بوده با استفاده می شود. بعضی از الکتروودهای پوشش دار هستند که در جوشکاری با اکسی استیلن از آنها استفاده می شوند مانند FC18.

در علامت دوم عدد ۶ و ۰ یعنی مشخصه فشار کشش گرده جوش بر حسب پاوند بر اینچ مربع بوده بایستی آن را در 1000 ضرب نمود یعنی فشار کشش گرده جوش این نوع الکتروود ۶۰۰۰۰ پاوند بر اینچ مربع است .
Kg/mm²

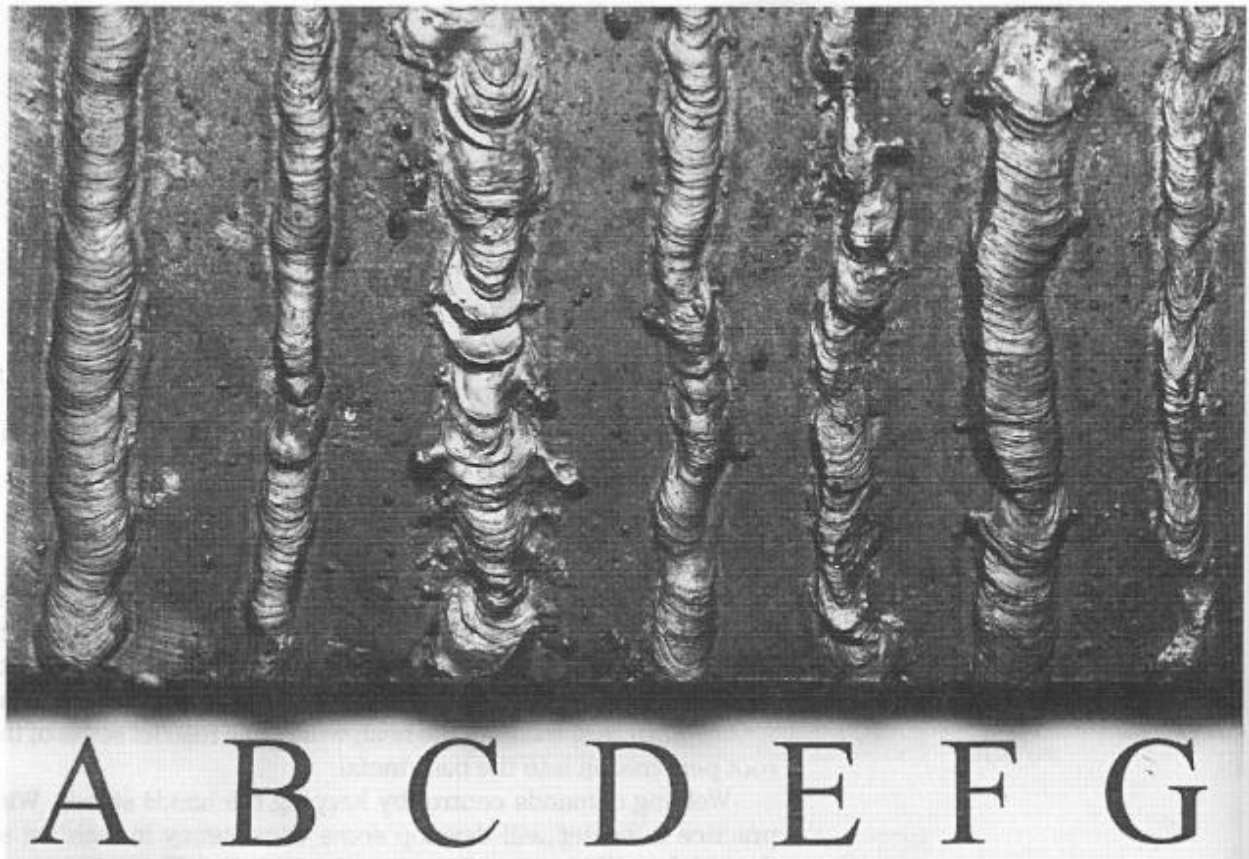
علامت سوم حالات جوش را مشخص می کند که همیشه این علامت ۱ یا ۲ یا ۳ می باشد. الکتروودهایی که علامت سوم آنها ۱ باشد در تمام حالات جوشکاری می توان از آنها استفاده کرد. و الکتروودهایی که علامت سوم آنها عدد ۲ می باشد در حالت سطحی و افقی مورد استفاده قرار می گیرند. الکتروودهایی که علامت سوم آنها ۳ باشد تنها در حالت افقی مورد استفاده قرار می گیرند .

علامت چهارم خصوصیات ظاهری گرده جوش و نوع جریان را مشخص می نماید که این علائم از ۰ شروع و به ۶ ختم می گردند . چنانچه علامت چهارم یا آخر صفر باشد موارد استعمال این الکتروودها تنها با جریان مستقیم یا DC و با قطب معکوس می باشد. نفوذ این جوشکاری زیاد و شکل مهره های جوش آن تخت و درجه سختی گرده جوش تقریباً زیاد می باشد . چنانچه علامت چهارم یک باشد موارد استعمال این الکتروود با AC , DC می باشد . شکل ظاهری جوش این الکتروود صاف و در شکافها و درزها کمی مقعر و درجه سختی جوش کمی زیادت از گرده اول است (AC =) . جریان متناوب و DC = جریان مستقیم می باشد (. اگر علامت چهارم ۲ باشد موارد استعمال الکتروود با AC , DC می باشد. نفوذ جوش متوسط و درجه سختی جوش کمی کمتر از دو گروه قبل می باشد نمای ظاهری آن محدب است .

اگر علامت چهارم ۳ باشد این الکتروود را می توان با جریان AC متناوب یا جریان مستقیم به کار برد. درجه سختی گرده جوش این الکتروود کمتر از دو گرده اول و دوم و کمی بیشتر از گرده سوم می باشد و نیز در دارای قوس الکتریک خیلی آرام و نفوذ کم و شکل مهره های آن در درزهای شکل محدب می باشد .

اگر علامت چهارم ۴ باشد این الکتروود را می توان با جریان AC , DC به کار برد . موارد استعمال این الکتروود برای شکافهای عمیق یا در جایی که چندین گرده جوش به روی هم لازم است می باشد .

چنانچه علامت آخر ۵ باشد مشخصه این علامت این است که فقط جریان DC مورد استفاده قرار می گیرد و موارد استعمال آن در شکافهای باز و عمیق است. درجه سختی گرده جوش این الکتروود کم و دارای قوس الکتریکی آرامی است و پوشش شیمیایی آن از گروه پوشش الکتروودهای بازی است . چنانچه علامت آخر ۶ باشد. خواص و مشخصه آن مطابق گروه ۶ است با این تفاوت که با جریان AC مورد استفاده قرار می گیرد . الکتروودهای پر مصرف انواع الکتروود برای جوشکاری در تمام حالات مخصوصاً سربالایا...



A جوش قابل قبول

B آمپر پایین است

C آمپر زیاد است

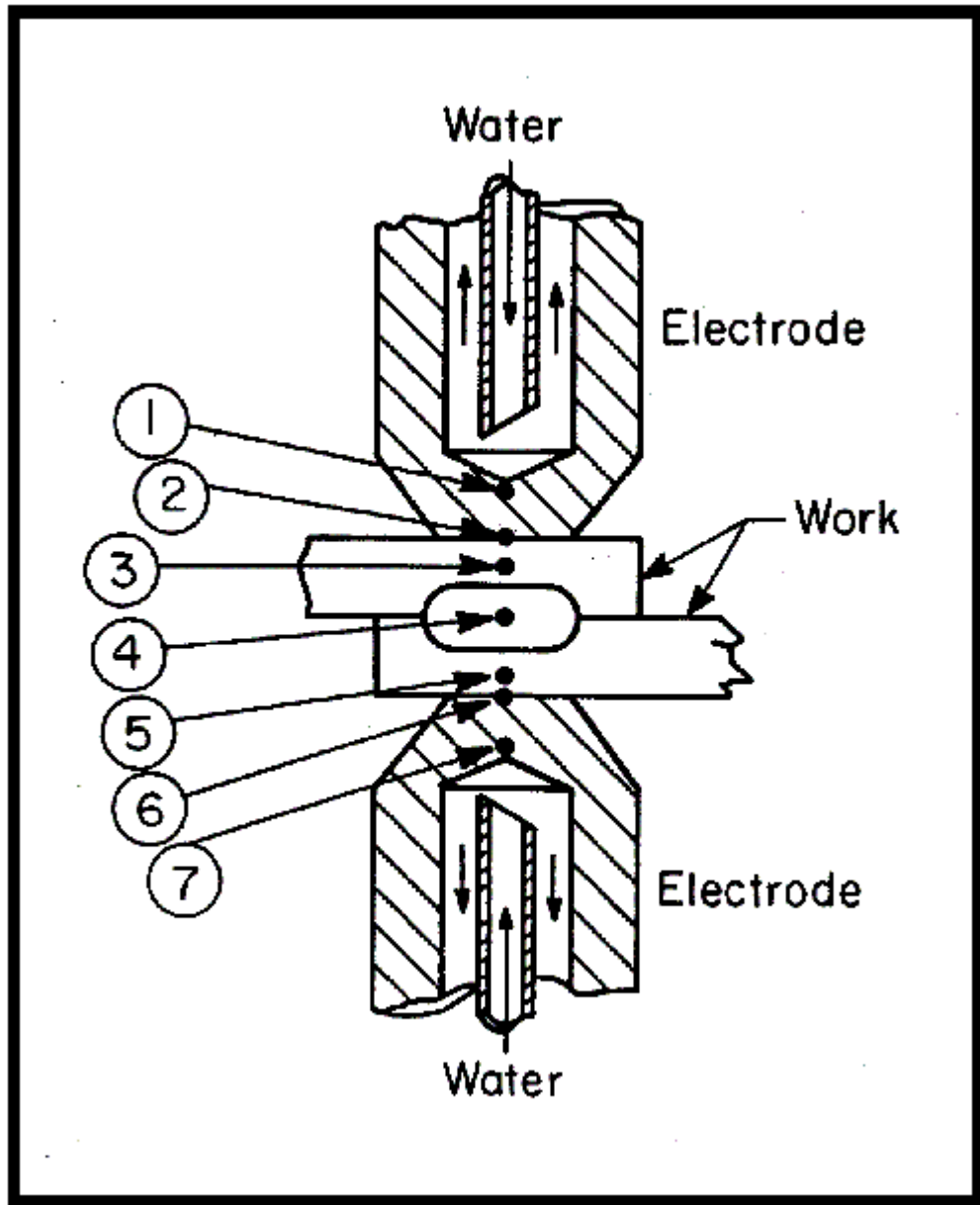
D طول قوس کوتاه است

E طول قوس بلند است

F سرعت حرکت کم است

G سرعت حرکت زیاد است

جوشکاری به روش نقطه جوش:



صنایع مدرن و پیشرفته امروزه رقابت شدید در تولیدات صنعتی و نظامی سبب پیشرفت سریع جوشکاری گردید اصولی که از جوشکاری مورد انتظار است این است که :

جوش سریع و تمیز باشد

مخارج تهیه مواد جوشکاری کم باشد

مخارج تهیه ماشین آلات حداقل باشد

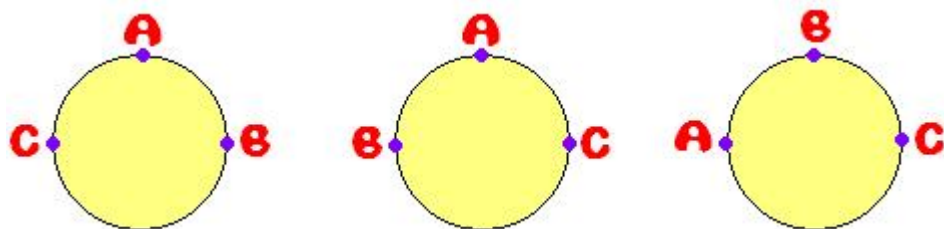
به کاربرد همه جانبه واستفاده صحیح در همه جا از دستگاه جوشکاری ممکن باشد .

از دستگاههای سنگین جوشکاری یا دستگاههای زمینی برای جوشکاری ورقهای نازک و غیره نمی توان استفاده کرد .

نقطه جوشها به علت طرز کار صحیح و سریع با استفاده از فک های جوشکاری و مقاومت الکتریکی کاربرد زیادی در صنایع دارند و با اتصال دو قطب به ترانسفورماتور مبدل و فکهای آنها در اثر عبور جریان از نقطه تماس فکها و خاصیت مقاومت جریان به سرعت حوزه مشخصی گرم شده و چون این گرم شدن تا حد ذوب در نقطه مشخص و محدود است به علت سادگی و تمیزی از آنها استفاده می گردد. جریان آب در داخل فکها سبب جلوگیری از ذوب شدن آنها شده و این دستگاهها به اندازه های مختلف ساخته می شوند و علت اصلی ابداع نقطه جوش برای جوشکاری صفحات نازک می باشند که با دستگاههای دیگر جوشکاری به سختی ممکن می باشد .

قطعات مختلف نقطه جوش نوع شلاتر توضیح اینکه کارخانجات شلاتر دارای انواع دستگاههای نقطه جوش یا جوش دادن نقطه بوده و از ریزترین قطعات تا بزرگترین قطعات را از لحاظ دستگاه جوشکاری با آمپراژ و قدرت مشخص تامین می نماید. .

توصیف شکل



بازوهای جوشکاری نقطه جوش یا الکترودهای جوشکاری از پروفیل مخصوص محل یا قلاب اتصال نقطه جوش (چون این نوع جوشکاری آویز در اکثر کارخانجات تولیدی استعمال می شود و بایستی کاملاً سریع تغییر و سریع العمل باشد .) دستگیره با محل گرفتن و فرمان دادن متخصص جوشکاری و قطعات و وسائل فرمان نیز دیده می شود برای سیلندر یا بدنه نقطه جوش سیلندر نقطه جوش یا بدنه اصلی برای کورس دابل یا تک با تغییر دهنده کورس سیلندر و ضربه گیر مربوطه که عمل تغییرات مکانی را به طور کلی انجام می دهد. ترانسفورماتور جوشکاری که در خلاء ریخته شده و با آب سرد می شود .

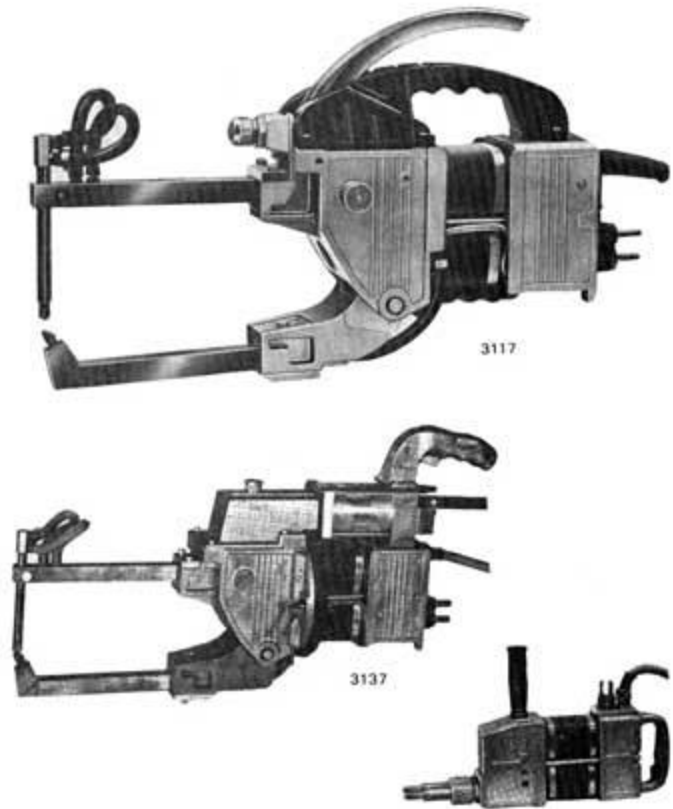
طبقه بندی ایزولاسیون F .

سردکنندگی سریع با آب در حداکثر زمان اتصال که چنانچه مدت زیادی هم وصل باشد سرد کنندگی انجام می گیرد . محل اتصال کابل به دستگاه و سیمهای فرمان که بر طبق طول ضروری سری آن حداکثر ۱۰ متر طول دارد و حداکثر دقت در طراحی و ساخت آن به عمل آمده تا از لحاظ اتصالات الکتریکی صحیح باشد .

بازوی پائینی نقطه جوش که طوری طراحی گردیده است که احتیاج زیاد به رسیدگی و کنترل ندارد و مفاصل و اتصالات کاملاً دقیق می باشند .فاصله صحیح و قابل تغییر مطابق با احتیاجات کار بازوی جوشکاری را می توان تغییر داد و بسته به ابعاد کار آن

را تنظیم کرد. مسئله مهم در نقطه جوش "اول ورود جریان آب و خروج آن ، از فک ها یا بازوهای جوشکاری است که بایستی دقیقاً کنترل شود که باعث سوختن فک ها و دستگاه نشود. مسئله دوم - زمان اتصال نقطه جوش است که در بعضی مواقع نیز از تامیر استفاده می گردد (قطع و وصل کننده دقیق زمان) مسئله سوم- انتخاب صحیح الکتروود یا دستگاه جوش با آمپر و ولتاژ مناسب می باشد که بسته به ضخامت کار بایستی طراحی و خریداری گردد .

مسئله چهارم - تمیز بودن فکهای جوشکاری به وسیله سنباده یا سوهان می باشد که اتصالات پهن و نا دقیق به دست ندهد و بایستی فکها پس از مدتی تیز شوند. انواع وسایل نقطه جوش دستی و آویز و لوله های اتصال آب به فک های آنها نشان داده شده است این شکل نوعی آموزش بصری و توضیحی است که جایگزین عدم وجود امکانات کارگاهی دیگر می گردد.



فرآیند جوش نقطه‌ای (RESISTANCE SPOT WELDING)

عوامل موثر بر جوش نقطه‌ای :

تولید گرما در یک تماس الکتریکی به سه فاکتور بستگی دارد که با این فرمول نشان می‌دهیم $Q = RTI^2$

I = شدت جریان بر حسب آمپر

R = مقاومت بر حسب اهم

T = زمان بر حسب ثانیه

Q = حرارت بر حسب ژول

فاکتورهای شدت جریان و زمان از طریق دستگاه جوش قابل کنترل هستند، اما مقاومت الکتریکی به عوامل مختلف بستگی دارد از جمله:

جنس و مقاومت قطعه کار

فشار بین الکترودها

اندازه و فرم و جنس الکترودها

چگونگی سطح کار (صافی و تمیزی آن)

کاربرد صحیح جوش نقطه ای به عملکرد مناسب و کنترل متغیرهای زیر بستگی دارد:

جریان (current)

فشار (pressure)

زمان (time)

مساحت نوک الکترودها (contact area electrode)

تعادل حرارتی

اثر مقاومت ها:

در یک پروسه نقطه جوش ۷ مقاومت الکتریکی وجود دارد که در شکل زیر می بینید.

مقاومت ۱ و ۷ مقاومت الکتریکی در الکترودها و هادی ها تا سر ثانویه می باشد . مقاومت ۲ و ۶ مقاومت الکتریکی تماس الکترودها و فلز اصلی است بزرگی این مقاومت به کیفیت سطح در فلز پایه و الکترودها بستگی دارد . این مقاومت ناخواسته بوده و باید حتی المقدور آنرا کاهش داد . تمیزی سطح کار و الکترودها و نیروی فشاری وارد بر الکترودها عوامل تقلیل دهنده این مقاومت می باشند.

مقاومت های ۳ و ۵ مجموع مقاومت های خود فلز پایه است که مقاومت نسبت مستقیم با ضخامت و نسبت معکوس با سطح مقطعی که جریان از آن عبور می کند دارد. ($R = \rho L/A$) این مقاومت ها به ضریب مقاومت الکتریکی و درجه حرارت قطعه کار نیز بستگی دارند. مقاومت ۴ مقاومت تماس دو ورق مهمترین قسمت است که بالاترین مقاومت بوده و از آنجایی که حرارت تولید شده در این نقطه کمتر منتقل می گردد باعث ایجاد جوش در این ناحیه می شود. فلزات دارای مقاومت الکتریکی کم بوده و در نتیجه مقاومت های اهمیت بیشتری پیدا می کنند.

نکته: در محل تماس الکتروود و فلز به دو دلیل دما بالا نمی رود:

سطح الکتروود تمیز شده لذا اتصال بین الکتروود و فلز در نقاط کمتری اتفاق می افتد.

الکتروود مسی با آب سرد می شود.

اثر جریان:

به دلیل توان دو، جریان الکتریکی بیشترین اثر را در ایجاد گرما دارد که افزایش آن باعث افزایش جنبش مولکولی و افزایش مقاومت جوش می شود، ولی اگر جریان بیش از اندازه گردد حرارت در ناحیه جوش بسیار بالا رفته و ذوب فلز تا سطح آن گسترش می یابد و فضای خارج از الکتروود ذوب شده و در نتیجه باعث پاشیدن فلز مذاب می گردد. پس در این جوش، به جریان کافی برای گرم کردن فلزات و رساندن آنها به حد خمیری نیاز است. مقدار جریان برای جوش را با توجه به ضخامت ورق و کلاس جوش می توان با استفاده از قسمت کنترل جریان که بر روی دستگاه پیش بینی شده است، تنظیم کرد.

اثر حرارت:

مجموع حرارت تولید شده متناسب با زمان جوش است بالا جبار مقداری از حرارت به وسیله انتقال به فلز پایه الکتروودها تلف خواهد شد، مقدار کمی از تلفات نیز به وسیله تشعشع است. طولانی شدن بیش از اندازه زمان جوش همان اثر شدت جریان بیش از اندازه را بر روی فلز اصلی و الکتروودها می گذارد از این گذشته اثری که در فلز پایه در ناحیه جوش به وجود می آید بیش از اندازه خواهد شد. کم بودن زمان جوش باعث می گردد ناحیه ذوب به دمای مناسب نرسد و در نتیجه عدسی جوش تشکیل نشده یا عدسی تشکیل شده در حد مطلوب نباشد.

اثر فشار:

در تهیه جوش مقاومتی به دو سری فشار نیاز داریم:

الف) فشار جوش (ب) فشار چکشی

الف) فشار جوش :

تأثیر مقاومت R در فرمول حرارت به صورت فشار جوشکاری نمایان می شود که آن نیز متأثر از مقاومت سطح تماس بین قطعات کار است. قطعات کار در عملیات نقطه جوش، درز جوش و پرس جوش بایستی محکم به یکدیگر در محل جوش بچسبند تا جریان الکتریکی قادر باشد از آنها عبور کند. با افزایش فشار، مقاومت تماس و حرارت تولید شده در فصل مشترک کاهش می یابد. با کاهش حرارت در سطح، شدت جریان و زمان جوش بایستی افزایش یابد تا کاهش مقاومت جبران شود. با افزایش فشار، نسبت بین سطح تماس حقیقی به سطح تماس اسمی افزایش یافته و لذا مقاومت کم می گردد. کاهش فشار بیش از اندازه باعث می شود سطح تماس واقعی دو فلز کم شده و در نتیجه دانسیته جریان بالا رفته و حرارت بیش از اندازه تولید می گردد از سوی دیگر فشار مذاب بین دو قطعه باعث پرتاب شدن مذاب به خارج از ناحیه جوش شده و در جوش جرقه ایجاد می کند.

ب) فشار چکشی:

فشاری است که بعد از قطع جریان جوشکاری، قطعات مورد نظر به هم وارد می کنند.

تبادل حرارتی:

تبادل حرارتی هنگامی رخ می دهد که ارتفاع ذوب (نفوذ) در دو قطعه کار یکسان باشد. در اکثر کاربردها این حالت اتفاق می افتد ولی در بسیاری از موارد به علل ذیل تبادل حرارتی اتفاق نمی افتد.

نسبت ضریب هدایت حرارتی و الکتریکی قطعات که به هم متصل شده اند.

نسبت هندسی در قسمت های اتصال ضریب الکتریکی و حرارتی درالکترودها شکل هندسی الکترودها هنگامی که قطعات جوش داده می شوند، اگر اختلاف ترکیبی یا اختلاف ضخامت یا هر دوی اینها را داشته باشند حرارت نامتقارن خواهد بود. در بسیاری از حالات با طراحی قسمت ها و جنس الکترودها، عدم تبادل حرارتی می تواند مینیمم گردد. اغلب تبادل حرارتی با کوتاه کردن زمان جوش یا استفاده از جریان های پایین تر که جوش قابل قبولی را می سازد، بهبود می یابد.

سیکل جوشکاری:

در حین جوش نقطه ای چهار فاصله زمانی وجود دارد:

زمان فشار قبل از جوش: فاصله زمانی ما بین وارد آمدن نیرو تا بکار گرفتن جریان. این زمان برای اطمینان از اتصال کامل الکترودها به قطعه کار و کامل شدن نیروی الکتروود قبل از برقراری جریان جوش است.

زمان جوش: زمانی که جریان برای ایجاد یک جوش داخل قطعه برقرار می گردد.

زمان نگه داشتن بعد از جوش: زمانی که بعد از قطع جریان الکترودها هنوز بر روی قطعه کار قرار دارند. در خلال این زمان عدسی جوش جامد و سرد شده و مقاومت آن به حد کفایت می رسد.

زمان خاموش: فاصله زمانی بین آزاد شدن الکترودها پس از خنک شدن جوش و آغاز سیکل بعدی را می گویند.

برای اصلاح خواص مکانیکی و فیزیکی جوش می توان یکی یا بیش از یکی از حالت های زیر را در سیکل جوش ایجاد نمود.

نیروی پیش فشار برای قرار گرفتن الکترودها و قطعات کار با هم

عملیات پیش گرم برای کاهش دادن گرادیان دما در زمان شروع جوشکاری

زمان سرد کردن و عملیات حرارتی برای بدست آوردن خواص مقاومتی جوش آلیاژهای فولاد سخت شونده

عملیات پس گرم برای تنظیم کردن اندازه دانه جوش در فولادها

جریان آرام برای سرد شدن (به ویژه در آلیاژهای آلومینیم)

از نظر اقتصادی لازم است که فاکتور زمان حتی المقدور کاهش یابد.

مساحت نوک الکتروود:

اندازه جوش بوسیله مساحتی که در تماس با نوک الکترودها است کنترل می شود و این مساحت را می توان متناسب با نیازهای هر کار و با استفاده از زوج الکترودهای گوناگون به دلخواه تغییر داد.

چگالی جریان فشار:

از حاصل تقسیم مقدار جریان عبوری بر سطح مقطع چگالی جریان الکتریکی بر حسب A/mm^2 و از تقسیم مقدار نیرو به سطح مقطع چگالی نیرو بر حسب Kg/mm^2 بدست می آید. چگالی جریان در واقع بیانگر دو پارامتر مقدار جریان و سطح الکتروود در جوشکاری است. انتخاب مقدار مناسب چگالی جریان باعث افزایش راندمان جوش و کم کردن اتلاف انرژی می گردد. هنگامی که چندین نقطه جوش ایجاد شد معمولاً سطح الکتروود قارچی شده و باعث می گردد چگالی جریان الکتریکی از حد مجاز کمتر شده و جوش انجام نشود. برای رفع این نقیصه در سیستم های فرمان افزایش پله ای یا یکنواخت جریان مناسب با تعداد جوش پیش بینی می گردد و در مورد چگالی نیرو نیز با افزایش سطح مقطع الکتروود چگالی کاهش پیدا کرده و باعث عدم اجرای جوش می گردد و برای رفع آن از رگولاتورهای تنظیم کننده فشار استفاده می شود.

تجهیزات جوش نقطه ای:

دستگاه های جوشکاری مقاومتی شامل دو واحد کلی است: واحد الکتریکی (حرارتی) و واحد فشاری (مکانیکی). اولی باعث بالا بردن درجه حرارت موضع مورد جوش و دومی سبب ایجاد فشار لازم برای اتصال دو قطعه لب روی هم در محل جوش است. منبع معمولی تامین انرژی الکتریکی، جریان متناوب ۲۲۰ یا ۲۵۰ ولت است که برای پایین آوردن ولتاژ و افزایش شدت جریان (به مقدار مورد نیاز برای جوشکاری مقاومتی) از ترانسفورماتور استفاده می شود. جریان الکتریکی از طریق دو الکتروود (فک ها) به قطعه کار و موضع جوش هدایت می شود که معمولاً الکتروود پایین ثابت و بالایی متحرک است. الکتروودها همانند گیره یا فک ها دو قطعه را در وضعیت لازم گرفته و جریان الکتریکی برای لحظه معین عبور می کند که سبب ایجاد حرارت موضعی، زیر دو الکتروود در سطح مشترک دو ورق می شود. جریان الکتریکی در سطح تماس باعث ذوب منطقه کوچکی از دو سطح شده و پس از قطع جریان و اعمال فشار معین و انجماد آن، دو قطعه به یکدیگر متصل می شوند. بخش دیگری از دستگاه های جوش مقاومتی را سیستم های جوش فرمان تشکیل می دهند. این سیستم ها که وظیفه کنترل زمان و جریانی پروسه را بر عهده دارند از دو بخش قدرت و فرمان تشکیل شده اند.

بخش فرمان آنها امروزه از مدارهای میکروپروسورها تشکیل شده که جریان جوشکاری با دقت سیکل برق شهر و کمتر از آن کنترل می کنند. بخش قدرت این سیستم معمولاً از یک مدار تایرستوری با کلیدهای ظرفیتی بالا و حفاظت جان و تجهیزات برای قرایت جریان الکتریکی ثانویه تشکیل شده است. این سیستم ها معمولاً با برق AC کار کرده و در برخی از ماشینها پس از تولید جریان AC رکتیفایرهای خاص، جریان تبدیل به DC می گردد. ماشین های جوش مقاومتی به سه دسته اصلی تقسیم می شوند:

ماشین های ایستگاهی مانند انواع نقطه جوش های ایستگاهی پرس جوش و ... این ماشین ها در محل خود مستقر شده و قطعه کار توسط اپراتور با یک سیستم اتوماسیون در داخل آنها جوشکاری می شوند.

ماشین های قابل حمل که به دو گروه ترانس جدا و ترانس سر خود تقسیم می شوند. در این نوع ماشین ها قطعه کار داخل جیگ و فیکسچرها ثابت شده و دستگاه جوش نقطه مشخص شده را جوش می دهد.

ماشین مخصوص مانند اتوگانها و ربوبگانها یا دستگاه های ویژه ای که در کاربردهای خاص به کار گرفته می شوند.

ساختمان گان جوشکاری:

مهمترین قطعات به کار رفته در یک گان جوشکاری از این قرارند:

چهارچوب، انبر، بازوها، جک بادی، ترانس، شیرهای هوا، سنسورهای القایی، میله راهنمایی سنسورها، پایدار کننده های بادی، ضربه گیر، اتصال رابط به گریپر و ...

مدار آب:

برای خنک کاری بازوها، انبر و نیز ترانس در هر تفنگ جوشکاری، لازم است تا یک مدار گردش آب در نظر گرفته شود.

مدار بیرونی آب:

مدار بیرونی آب، شامل یک خط لوله برگشت است که آب در مدار رفت، نخست به یک صافی وارد می شود، سپس از یک شیر قطع جریان می گذرد که با دریافت سیگنال، سیم پیچ مغناطیسی آن، محور فلزی درونش را به جلو می راند و بدین روی، جریان آب ورودی به مدار، قطع می گردد. آب ورودی به تفنگ جوشکاری پس از انجام خنک کاری از آن خارج شده، به یک شیر سنجش مقدار جریان وارد می شود. در صورتی که مقدار جریان کمتر از اندازه مجاز باشد، این شیر، جریان آب را می بندد. پس از عبور آب از این شیر، یک نشانگر جریان، باز بودن مدار خروج آب را نمایش می دهد.

مدار درونی آب:

مدار درونی ابزار جوشکاری، شامل راهروهای باریکی است که در بازوها، انبر، قطعات واسطه و نیز پوسته بیرونی ترانس تعبیه شده اند و به کمک شیلنگ های کوچکی به هم متصل شده اند؛ به طوری که آب خنک از طریق شلینگ به یک سر هر یک از قطعات نامبرده وارد می شود و از سر دیگر آن خارج می شود. لازم به توضیح است که مطابق شکل زیر، در قطعه انتهایی بازوها، آب از یک لوله باریک فلزی یا پلاستیکی که در راهروی درونی قطعه نصب شده است به طرف نوک الکتروود حرکت می کند و پس از خنک کردن نوک الکتروود از فضای خالی میان سطح بیرونی لوله نازک و سطح درونی به طرف عقب بر می گردد و از قطعه خارج می شود.

مدار باد:

مدار بیرونی باد:

مدار باد، از نقطه ورود به سلول تا نقطه پایانی مصرف در جک تفنگ جوشکاری، را گفته می شود. در آغاز مسیر باد، یک شیر گازی برای قطع سریع جریان باد پیش بینی شده است. سپس شلنگ کشی تا ابتدای واحد مراقبت انجام شده است. پیش از ورود باد به این دستگاه، یک انشعاب برای دستگاه تراش نوک الکتروود گرفته شده است. این دستگاه در دو گونه برقی و بادی وجود دارد که در گونه دوم، محرک تیغچه تراشکار، نیروی باد است. علاوه بر این، از جریان باد برای زدودن تراشه های نوک الکتروود از روی تیغچه نیز استفاده می گردد.

باد پس از ورود به واحد مراقبت، تمیز می شود و اندکی روغن روانساز به آن زده می شود استفاده می گردد. باد پس از ورود به واحد مراقبت، تمیز می شود و اندکی روغن روانساز به آن زده می شود تا برای استفاده در شیرها و جک بادی آماده گردد. در ابتدای مسیر خروجی باد از واحد مراقبت، یک شیر کنترل فشار نصب شده تا در صورت افت فشار خط از یک میزان قابل تنظیم، جریان را به کمک سیم پیچ مغناطیسی و محور متحرکش قطع نماید. بدین ترتیب که پیچ تنظیم آن را بر روی فشار دلخواه (کمترین مقدار مجاز) قرار می دهیم. اگر فشار باد از این میزان کمتر شود، یک سیگنال به کنترل کننده فرستاده می شود و

متعاقباً سیگنال دیگری به شیر باز برمی گردد که جریان را در سیم پیچ برقرار می نماید. در اثر تشکیل میدان مغناطیسی در سیم پیچ، هسته، فریتی (محور متحرک) به جلو رانده می شود و جلوی عبور هوا را می گیرد تا مدار باد، بسته شود.

مدار درونی باد:

پس از عبور از شیر کنترل فشار، باد از طریق شلنگ به بالای روبات که محل نصب صفحه نگهدارنده شیرها است، هدایت می شود و به ورودی مشترک شیرهای فرمان می رسد.

در این موضع در گان های دو مرحله ای به ترتیب (۴) حرکت دهنده مرحله یکم یا حرکت MX شیر (۵) حرکت دهنده، مرحله دوم یا حرکت Gun Action و شیر (۶) تامین کننده فشار لازم برای بازگشت سریع یا Back – Pressure Remove قرار دارند. در گانهای یک مرحله ای فقط دومین شیر (شیر شماره ۵) نصب شده است. برای کاستن از صدای نامطلوب باد به هنگام تخلیه از شیرها نیز دو عدد صدا خفه کن (۷) در محل خروجی های مشترک شیرها به کار گرفته شده اند. لازم به ذکر است که در برخی گان های جوشکاری، از دو شیر فرمان که بر روی خود گان جای داده شده اند، همراه با شیرهای تخلیه سریع (۸) که در مجراهای ورودی و خروجی جک نصب شده اند، استفاده شده است تا حرکت سریع پیستون جک، در رفت و برگشت تامین شود.

چگونگی عملکرد گان جوشکاری:

عملکرد این وسیله، بسته به این که نیروی محرک آن باد باشد یا الکتریسیته، متفاوت است. در نوع بادی، با هدایت جریان هوا به ابتدا و انتهای سیلندر یا جک، حرکت خشن رفت و برگشتی پیستونی جک انجام می پذیرد که می توان با استفاده از شیر تناسبی نیروی اعمالی میان دو سر الکترودها را تنظیم نمود ولی کنترل سرعت حرکت این الکترودها نیازمند به کار بردن دو قطعه، کنترل دبی هوا در مجراهای ورودی و خروجی جک است. البته سرعت حرکت پیستون با این روش در تمام طول مسیر، به صورت یکنواخت باقی می ماند و تنظیم سرعت های مختلف حرکتی در خلال فرایند باز شدن یا بسته شدن جک امکان پذیر نیست. در مواردی که چنین نیازی وجود داشته باشد، از تفنگ جوشکاری با محرک سرو – موتور استفاده می شود. در این دسته از ابزارهای جوشکاری می توان با تغییر جریان الکتریکی، سرعت حرکت الکترودها را تنظیم نموده و در هر نقطه از مسیر رفت و برگشت الکترودها را متوقف نمود. این قابلیت سبب می گردد تا زمان مورد نیاز برای پوشاندن یک چرخه کاری، به کمترین مقدار خود برسد. چرا که پس از اعمال هر نقطه جوش، برای اعمال نقطه جوش بعدی بر روی قطعه کار، الکترودها به اندازه کمترین مقدار لازم از هم باز می شوند و نیازی نیست که تا انتهای کورس خود، از هم دور شوند. بدین ترتیب، زمان اتلافی برای موضع گیری ابزار به هنگام اعمال هر نقطه جوش جدید کاهش می یابد. این صرفه جویی زمانی، در برخی موارد که چرخه کاری زمانی یک روبات برای اعمال کلیه نقطه جوش های آن ایستگاه، فشرده است می تواند بسیار راهگشا واقع گردد. از دیگر مزایای این گونه گان های جوشکاری، کم صدا بودن آنها در مقایسه با گونه بادی است. چون هم از صدای تخلیه هوا خبری نیست و هم الکترودها بدون ضربه به هم برخورد می کنند. چرا که با کاهش شتاب حرکت الکترودها در انتهای مسیرشان، از کوبیده شدن نوک الکترودها برهم جلوگیری می شود و بر خلاف گان های بادی، حرکت در این دستگاه ها نرم و بدون ضربه است. این ویژگی علاوه بر آن که عمر الکترودها را افزایش می دهد، سبب می گردد تا جوش با کیفیتی نیز حاصل شود، چون فرورفتگی در موضع جوش برای یک جوش خوب با توجه به ضخامت ورق ها نباید از میزان مشخصی بیشتر شود. این دستاورد با تنظیم جریان گیرش به هنگام نزدیک شدن

نوک الکترودها به همدیگر و در نتیجه تنظیم نیروی اعمالی، مضاعف می گردد. به دلیل عدم اتلاف هوای فشرده در مقایسه با گان های بادی، بازده انرژی در این دستگاه ها ۷۵٪ بیشتر از مورد مشابه بادی است که رقم بسیار قابل توجهی است.

ویژگی آب:

آب باید از هرگونه ذرات معلق و رسوبات عاری باشد، در صورت وجود رسوب، باعث کاهش سطح مقطع عبوری و ایجاد عایق و سوزاندن ترانس ها می شود.

دمای آب ورودی و خروجی، اختلاف فشار بین ورودی و خروجی، میزان دبی عبوری، سختی آب، ترکیب شیمیایی و آلودگی های فیزیکی از جمله نکاتی هستند که چنانچه مورد دقت قرار نگیرند آسیب جدی به دستگاه ها وارد خواهد شد

الکترودها در جوشکاری مقاومتی نقطه ای:

الکتروده در فرآیندهای مختلف مقاومتی می تواند به اشکال گوناگونی باشد که دارای چندین نقش است از جمله هدایت جریان الکتریکی به موضع اتصال، نگهداری ورق ها بر روی هم و ایجاد فشار لازم در موضع مورد نظر و تمرکز سریع حرارت در موضع اتصال. الکتروده باید دارای قابلیت هدایت الکتریکی و حرارتی بالا و مقاومت اتصالی یا تماسی (contact resistance) کم و استحکام و سختی خوب باشد، علاوه بر آن این خواص را تحت فشار و درجه حرارت نسبتاً بالا ضمن کار نیز حفظ کند. از این جهت الکترودها را از مواد و آلیاژهای مخصوص تهیه می کنند که تحت مشخصه یا کد RWMA به دو گروه A آلیاژهای مس و B فلزات دیرگداز تقسیم بندی می شوند، در جداول صفحه بعد مشخصات این دو گروه درج شده است. مهمترین آلیاژهای الکتروده مس - کروم، مس - کادمیم و یا برلیم - کبالت - مس می باشد. این آلیاژها دارای سختی بالا و نقطه انیل شدن بالایی هستند تا در درجه حرارت بالا پس از مدتی نرم نشوند، چون تغییر فرم آنها سبب تغییر سطح مشترک الکتروده با کار می شود که ایجاد اشکالاتی می کند. قسمت هایی که قرار است به یکدیگر متصل شوند

باید کاملاً بر روی یکدیگر قرار داشته و در تماس با الکتروده باشند تا مقاومت الکتریکی تماسی R_1 , R_2 کاهش یابد. مقاومت الکتریکی بالا بین نوک الکتروده و سطح کار سبب بالا

رفتن درجه حرارت در محل تماس می شود که اولاً مرغوبیت جوش را کاهش می دهد ثانیاً مقداری از انرژی تلف می شود.

روش های مختلفی برای اعمال فشار پیش بینی شده است که دو سیستم آن معمول تر است:

الف) سیستم مکانیکی همراه با پدال، فنر و چند اهرم

ب) سیستم هوای فشرده با درجه های اتوماتیک مخصوص که در زمان های معین هوای فشرده وارد سیستم می شود. این فشار و زمان قابل تنظیم و کنترل است.

در سیستم اول به علت استفاده از نیروی کارگر ممکن است فشار وارده غیر یکنواخت و در بعضی موارد که دقت زیادی لازم است مناسب نباشد ولی در سیستم هوای فشرده دقت و کنترل میزان فشار بیشتر است.

جوش مقاومتی برای اتصال فلزات مختلف بکار گرفته می شود. مسئله مهم این است که چگونگی خواص فیزیکی این فلزات ممکن است بر روی خواص جوش یا موضع اتصال تأثیر بگذارد. همان طور که اشاره شد حرارت برای بالا بردن درجه حرارت موضع اتصال توسط عبور جریان الکتریکی و مقاومت الکتریکی به دست می آید و یا به بیان دیگر مقاومت الکتریکی بزرگتر در زمان و شدت جریان معین تولید حرارت بالاتری می کند و برعکس. مقاومت الکتریکی یک هادی بستگی به طول و نسبت عکس با سطح مقطع دارد. البته جنس هادی هم که میزان ضریب مقاوت الکتریکی است مهم می باشد.

بنابراین خصوصیت جوشکاری مقاومتی با تغییر ضخامت ورق، تغییر مقطع تماس الکتروود با قطعه و جنس قطعه تغییر می کند.

البته چگونگی حالت های تماس الکتروود با قطعات و تماس خود قطعات عوامل دیگر هستند که فشار الکتروودها و ناخالصی ها در بین این سطوح می توانند بر روی این مقاومت ها موثر باشند.

مواد الکتروودها :

مس و آلیاژهای آن موادی هستند که عموماً برای الکتروودهای جوش نقطه ای انتخاب می شوند. انواع مختلف این مواد در جدول زیر آمده است :

انتخاب یک آلیاژ برای الکتروود بطوریکه برای تمام موادی که جوش می شوند قابل استفاده باشند بدلائل مختلف امکانپذیر نیست. برای مثال آلومینیوم که دارای ضریب هدایت بالایی می باشد احتیاج به الکتروودی با ضریب هدایت بالا دارد تا از چسبیدن جلوگیری شود و مس سخت کشیده شده

(Hard drawn) یا مس تلوریوم دار علیرغم سختی پایین آن برای این منظور مورد استفاده قرار میگیرد. مس تلوریوم دار دارای این خاصیت است که براحتی ماشینکاری و پولیش میگردد و سطح تمام شده خوبی را پدید می آورد. مس کرومدار برای جوشکاری همه نوع فولاد مناسب است. زیرا از آلیاژ مس- کادمیوم سخت تر است و دارای یکنواختی دمایی بیشتری است بدون آنکه از هدایت آن زیاد کاسته شده باشد. دلیل اینکه مس- کادمیوم برای جوشکاری ورقهای نازک پیشنهاد میشود این است که ارزان تر از مس- کروم است و قادر است که گرمای کمتری را که در جوشکاری ورقهای نازک بیرون داده میشود را تحمل کند. ورق های ضخیم تر باعث گرم شدن بیشتر نوک الکتروود میشوند. اگر دما به ۲۵۰ درجه سلسیوس برسد دیگر آلیاژ می- کادمیوم مناسب نمیشود. آلیاژ مس- تنگستن معمولاً بصورت بوش مورد استفاده قرار میگیرند که مساحتی بزرگتر از مقدار لازم برای تامین دانسیته جریان صحیح جوشکاری دارد. دانسیته جریان برای ایجاد نقطه جوش با یک الکتروود معمولی در یک طرف اتصال و بوش مس- تنگستن با مساحت بزرگتر در طرف دیگر قرار دارد. نمونه هایی از الکتروودها ی نقطه جوش و انبر دستگاه نقطه جوش (گان) در شکل زیر آمده است

فلزات و آلیاژهایی که در ساخت الکتروودها بکار میروند به گروههای زیر کلاسه میشوند :

کلاس ۱ :

در این مواد عملیات حرارتی انجام نگرفته و بوسیله کار سرد استحکام پیدا کرده اند. اینکار روی هدایت الکتریکی و گرمایی اثری ندارد. مواد این کلاس برای فولادهای کم کربن که با لایه نازک سرب و کروم و یا روی پوشیده شده - فولادهای نورد گرم شده و بعضی از فلزات غیر آهنی مانند آلومینیوم و منیزیم توصیه میشود .

کلاس ۲ :

این مواد دارای خواص مکانیکی بالاتر از کلاس ۱ هستند ولی هدایت حرارتی و الکتریکی آنها کمتر از کلاس ۱ میباشد. خواص فیزیکی و مکانیکی اپتیمم با عملیات حرارتی یا ترکیبی از عملیات حرارتی و کار سرد پدید می آید. مواد کلاس ۲ بهترین ماده برای الکترودهایی برای کارهای عمومی با یک رنج وسیعی از مواد و شرایط مختلف می باشد. این مواد در الکترودهای نقطه جوش فولادهای کم کربن نورد سرد شده و فولادهای ضد زنگ و فولاد با پوشش نیکل و غیره استفاده میشود.

همچنین برای شافتها-بازوها-قالب و بندکها-فکهای تفنگی دستگاه جوش و بقیه اعضا عبور دهنده جریان در تجهیزات جوشکاری مقاومتی مناسب است .

کلاس ۳ :

مواد این کلاس آلیاژهای سختی پذیر با خواص مکانیکی بهتری از مواد کلاسهای ۱ و ۲ میباشد اما دارای هدایت الکتریکی و حرارتی پایین تری میباشد. سختی بالا-مقاومت به سایش خوب و دمای انیل شدن بالای الکترودهای کلاس ۳ همراه با هدایت الکتریکی متوسط آن باعث میشود که این مواد برای الکترودهاییکه در نقطه جوشهایی که در آنها فشار مقاومت قطعات بالا است استفاده میشود. این مواد برای فولادهای کم کربن با سطح مقطع بالا و فولادهای ضد زنگ بکار میرود .

انواع الکترودها و شکل آنها :

نوک الکترودهای نقطه جوش باید پروفیل خود را تا آنجا که ممکن است در شرایط تولید حفظ کند .

پروفیل صحیح باعث عمر طولانی الکترودها میشود. دو شکل استاندارد در موارد عمومی وجود دارد. این دو نوع عبارتند از :

۱ - نوک تخت به شکل یک مخروط وارونه

۲ - نوک گنبدی شکل

واضح است که نوکهای گنبدی لازم نیست که دقیقا با سطح کار همراستا قرار گیرند. بنابراین برای جاهاییکه الکترودها بر روی سطح منحنی در قطعه کار قرار میگیرند مناسبند و معمولا در جوشکاری آلومینیوم بکار میروند. نوع نوک تخت در مواردیکه بتواند با قطعه کار همراستا گردد ترجیح داده میشود. زیرا ماشینکاری و شکل دادن و بازرسی آن در ضمن بکارگیری آسان است. پروفیلهای الکترودها در شکل زیر نشان داده شده است

معمولا الکترودها بصورت یک میله استوانه ای شکل با قطر مورد نظر نمیسازند بلکه آنرا بزرگتر ساخته و نوک آن را با زاویه ۳۰ درجه بصورت مخروطی می تراشند .

افزایش مساحت نوک الکتروود در اثر فشار وارده باعث کاهش فشار الکتروود و دانسیته جریان می گردد که هر دو از اهمیت حیاتی برخوردار هستند. پهن شدن الکتروود را میتوان با استفاده از سختترین ماده مناسب و بکارگیری ضربه کوتاه و یا به بیان دیگر کاهش بارهای ضربه ای و با خنک کردن مؤثر الکتروود در کمترین مقدار خود نگه داشت. پروفیل ساده الکتروود نشان داده شده در شکل ۶-۲ برای بسیاری از کاربردها مناسب است اما همواره قابل انتخاب برای جوشکاری در گوشه ها نمیباشد. انواع دیگر الکتروود برای اینگونه از کاربردها قابل دسترس میباشد و در موارد بخصوص میتوان آنها را ساخت تا احتیاجات استفاده کننده را مرتفع سازد

روش تعویض نوک الکتروودها:

به علت گرما دیدن نوک الکتروودها در هنگام جوشکاری و زیر فشار بودن این ناحیه گرما دیده، پس از زدن چند نقطه جوش، قطعه نامبرده تغییر شکل می دهد. در نتیجه سطح مشترک نوک الکتروودها بزرگتر و ناصافتر می شود. بنابراین پس از حدود ۲۵۰ بار نقطه جوش زدن، لازم است که نوک الکتروودها تراشیده شود تا شکل اولیه شان بازیابی شود. این قطعات در اثر تراشیده شدن، کوتاه تر می شوند. بنابراین لازم است پس از آن که هر قطعه به اندازه مشخصی رسید با قطعه نو تعویض شود. این جایگزینی بسته به شکل قطعه، جنس آن و نیز روش ساخت آن (تراشکاری شده یا آهنگری شده) ممکن است پس از اعمال ۱۲۰۰ یا ۲۵۰۰ نقطه جوش، مورد نیاز باشد.

برای تعویض این قطعه (نوک الکتروود) روش های گوناگون وجود دارد:

یک روش آن است که با نصب تجهیزات تمام خود کار، کل فرآیند تعویض قطعه بدون دخالت انسان انجام پذیرد. روش دیگر استفاده از یک ابزار ساده دستی است که کاربر با اهرم کردن شاخک های آن در زیر قطعه و در محل شیار موجود می تواند آن را از جایش درآورد و پس از جازدن قطعه نو به کمک گردی سطح زیرین ابزار، قطعه را در محل خود محکم کند. روش سوم استفاده از شکل هندسی مخروطی نگهدارنده نوک الکتروود است بدین معنی که سطح تماس قطعه نوک الکتروود با نگهدارنده آن، سطح جانبی یک مخروط ناقص است. این ویژگی هندسی باعث می گردد تا با اعمال چند ضربه آرام در دو سوی قطعه نوک الکتروود، این قطعه به تدریج در موضع خود لقی شود تا این که به راحتی و با دست از جای خود بیرون آید. پس از نصب قطعه نو، با اعمال چند ضربه آرام به سر قطعه، می توان آن را در جای خود محکم کرد.

زمانی که کارگر متوجه شود که گان خوب جوش نمی زند، شاید یکی از علت های آن احتیاج به Tip dress نوک الکتروود باشد. در این روش نوک الکتروود بوسیله Tip dress برای جوشکاری آماده می شود البته نحوه Tip dress خیلی مهم می باشد و نیاز به مهارت و آموزش دارد.

Tip dress در دو نوع بادی و برقی می باشد که در گان ها از نوع برقی آن استفاده می شود و این نوع، محدودیت فشاری دارد (با هر فشار و نیرویی نمی توان استفاده کرد) البته در این نوع Tip dress یک لوله برای باد هم وجود دارد. یکی دیگر از کارهایی که برای بهتر شدن کیفیت جوش بر روی الکتروود انجام می شود سمباده زدن آن می باشد.

تکنیک های جوشکاری نقطه ای:

نکاتی را در عملیات جوشکاری نقطه ای باید در نظر داشت که اهم آنها عبارتند از:

الف) تمیزی سطوح تماس:

سطح کار و سطح الکترودها باید همواره تمیز نگهداشته شوند. گرد و غبار روی فلز در اثر ایجاد حوزه مغناطیسی، ضمن کار، به اطراف محل جوش متمرکز شده و ممکن است در سطح مشترک دو ورق یا سطح تماس الکترودها و کار قرار گیرند، گرد و غبار و ناخالصی های دیگر اولاً باعث بالا بردن مقدار مقاومت تماسی و اتلاف انرژی می شوند و ثانیاً در فصل مشترک دو ورق وارد مذاب شده و خواص دگمه جوش را کاهش می دهند. تمیز کردن نوک الکترودها باید با کاغذ سمباده ظریف یا پارچه و با دقت شود تا از تلفات نوک الکتروود بصورت براده جلوگیری شود.

اگر الکترودها به وسیله سیستم سرد کننده آبگرد خنک می شوند باید توجه شود که آب از الکتروود به خارج نفوذ نکند. در مورد فلزاتی که ایجاد لایه اکسیدی دیر گداز می کنند (نظیر آلومینیوم، تیتانیوم) لازم است علاوه بر تمیز کردن سطح کار، اکسیدهای سطحی نیز توسط محلول های اسیدی مخصوص حذف شده و بدیهی است که آثار محلول یا اسید نیز باید از روی کار کاملاً تمیز شود تا از تشدید عمل خوردگی در این سطوح جلوگیری شود.

ب) تنظیم کردن ماشین و محل جوش بر روی کار:

میزان کردن محل جوش بر روی کار توسط جوشکاری

III. جوشکاری فلزات رنگین جوشکاری فلزات رنگین با گاز استیلن یا کربیت (یا فلزات غیر آهنی (فلزات غیر آهنی یا فلزات رنگی به فلزاتی گفته می شود که فاقد آهن و یا آلیاژهای آن باشند مانند مس - برنج - برنز - آلومینیوم - منگنز - روی و سرب تمام فلزات رنگین را با کمی دقت و مهارت و آشنائی با اصول جوشکاری می توان جوش داد و برای جوشکاری این نوع فلزات بایستی خواص فلز را در نظر گرفت. شکاری مس با گاز بهترین طریقه برای جوشکاری مس جوشکاری با اکسیژن است) جوش اکسیژن = اتوگن = استیلن = کاربرد اصطلاحات مختلف متداول می باشند) ضمناً می توان جوشکاری مس را با قوس الکتریک یا جوش برق نیز انجام داد .

ورقه های مس را مانند ورقه های آهنی برای جوشکاری آماده می کنند یعنی سطح بالائی را تمیز نموده و از کثافات و روغن پاک نموده و در صورت لزوم سوهان می زنند. ولی چون خاصیت هدایت حرارت مس زیادتر است باید مقدار آمپر را قدری بیشتر گرفت. بهتر است همیشه با قطب مستقیم جوشکاری را انجام داد (با جریان مستقیم و الکتروود مثبت (زاویه الکتروود نسبت به کار مانند جوشکاری فولاد است. طول قوس حداقل باید ۱۰ تا ۱۵ میلی متر باشد، برای جوشکاری مس می توان از الکترودهای ذغالی استفاده کرد. الکترودهای جوشکاری مس بیشتر از آلیاژ مس و قلع و فسفر ساخته شده اند و گاهی نیز از الکترودهای که دارای فسفر - برنز - سیلکان یا آلومینیوم هستند استفاده می کنند چون انبساط مس در اثر گرم شدن زیاد است فاصله درز جوش را در هر ۳۰ سانتیمتر در حدود ۲ تا ۳ سانتیمتر زیادتر در نظر می گیرند. خمیر روانساز مس معمولاً در حرارت ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه ذوب می شود و به صورت تفاله (گل جوش) سبکی روی کار قرار می گیرد و از تنه کار به علت کف کردن در روی کار نباید استفاده شود. بدون روانساز هم می توان مس را جوش داد و معمولاً از براکس استفاده می گردد. مس را به وسیله شعله خنثی جوش دهیم تا تولید اکسید مس نکند چون ضریب هدایت حرارت مس زیاد است باید پستانک جوشکاری مشعل ۱ تا ۲ نمره بیشتر از فولاد انتخاب شود. بهتر است مس را قبل از جوشکاری گرم نمائیم و با سیم جوشکاری مخصوص جوش داد برای

جوشکاری صفحه ۵ میلیمتری سیم جوش ۴ میلیمتری کافی است و از وسط ورق شروع به جوشکاری می نمائیم و وقتی فلز هنوز گرم است روی آن چکش کاری می شود تا استحکام درز جوش زیاد شود. جوشکاری سرب در این نوع جوشکاری بیشتر از گاز هیدروژن و اکسیژن استفاده می گردد. در جوشکاری سرب احتیاج به گرد مخصوص نیست ولی باید قطعات کار را قبل از جوشکاری کاملاً صیقلی نموده سیم جوش باید کاملاً خالص باشد چون سرب مذاب بسیار سیال می باشد. لذا جوشکاری درزهای قطعات سربی که به وضع قائم قرار دارند بسیار دشوار و مستلزم مهارت و تجربه زیاد است .

جوشکاری چدن با برنج یا لحیم سخت برنج چدن را می توان با برنج جوش داد. قطعات چدنی را باید همان طوری که برای جوشکاری با سیم جوش چدنی آماده می شوند برای برنج جوش آماده ساخت. لبه های درز جوش را باید به وسیله سوهان یا ماشین تراشید و هیچگاه لبه های درز قطعات چدنی را با سنگ سمباده پخ نزنید. زیرا ذرات گرافیت روی ذرات آهن مالیده می شوند و لحیم سخت خوب به چدن نمی چسبد. قطعات چدنی را قبل از شروع به جوش دادن حدود ۲۱۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی گراد گرم کنید و گرد جوشکاری مخصوص چدن به کار برید تا بهتر به هم جوش بخورد .

نقطه ذوب سیمهای برنجی باید در حدود ۹۳۰ درجه سانتی گراد باشد. سیمهای برنجی که برای جوش دادن قطعات چدنی به کار می روند دارای مقدار زیادی مس است و کمی نیکل نیز دارند . نیکل اتصال لحیم را به چدن آسان می کند و نقطه ذوب زیاد آن موجب سوختن گرافیت درز جوش می شود . در جوشکاری چدن با برنج از شعله ملایم پستانک بزرگ با فشار کم استفاده کنید. اگر فشار شعله زیاد باشد گرد جوشکاری از درز خارج می شود و در نتیجه قطعات چدنی خوب به هم جوش نمی خورند. قطعات چدنی را باید پس از جوشکاری در محفظه یا جعبه ای پر شن یا گرد آسپست قرار داد تا بتدریج خنک شود و سبب شکنندگی و ترک و سخت شدن چدن نگردد .

جوشکاری منگنز از منگنز به صورت خالص استفاده نمی شود در جهت عکس از آلیاژهای ماگنزیوم استفاده می شود که برای ریختگی فشاری از آن استفاده می گردد . به جای آلیاژهای Mg. Mn و Mg. Al و Mg AlZn امروزه از آلیاژهای مخصوصاً محکم Zr و Th استفاده می شود . برای جوشکاری ماگنزیوم و آلیاژهای آن از همان شرایط جوشکاری آلومینیوم استفاده می گردد . قابلیت هدایت حرارت زیاد و انبساط سبب پیچش زیاد کار می شود. ماگنزیوم در درجه حرارت محیط به سختی قابل کار کردن است و در 250 درجه می توان به خوبی کار کرد . جوشکاری برنج با گاز برنج مهمترین آلیاژ مس است و از مس و روی و گاهی قلع و مقداری سرب تشکیل می شود، این فلز در مقابل زنگ زدگی و پوسیدگی مقاوم است. چون روی در حرارت نزدیک ذوب برنج تبخیر می گردد بنابراین جوشکاری با این فلز مشکل می باشد. برنج از ۶۰ درصد مس و ۴۰٪ روی و گاهی مقداری سرب تشکیل شده است. درموقع جوشکاری روی به علت بخار شدن و اکسید روی محل جوش را تیره کرده و عمل جوشکاری را مشکلتر می نماید. ضمناً گازهای حاصله خطرناک بوده و باید از محل کار تخلیه گردند. درموقع جوشکاری روی حرکت دست بسیار مهم است و باید حتی الامکان سرعت دست را زیاد کرده و گرده جوش کمتری ایجاد نمود تا فرصت زیادی برای تبخیر روی نباشد. برنج را می توان با الکترودهای گرافیتی و معمولی جوشکاری نمود، در جوشکاری برنج از قطب معکوس استفاده می شود .

فاصله قوس الکتریکی باید حداقل ۵ تا ۶ میلیمتر باشد. برنج ساده تر از فولاد و چدن و مس جوش داده می شود و استحکام و قابلیت انبساط آن در محل درز جوش بسیار خوب است. توجه شود چون انقباض و انبساط برنج زیاد است نمیتوان به وسیله چند نقطه جوش به هم وصل کرد بلکه بایستی به کمک بست هائی که در حین جوشکاری می توان آنها را به هم متصل نمود از پیچیدگی جلوگیری شود . توجه شود که در جوشکاری از سیمهای مخصوص جوشکاری برنج که مقدار مس آن ۴۲ تا ۸۲ درصد است استفاده نمائید و برای جلوگیری از اکسیداسیون از گرد جوشکاری استفاده می شود و از استعمال تنه کار در جوشکاری برنج باید خودداری شود زیرا درز جوش را خورده سوراخ سوراخ و متخلخل می سازد و شعله را باید طوری تنظیم کرد که اکسیژن آن از

استیلن بیشتر باشد زیرا روی در حرارت ۴۱۹ درجه ذوب و در ۹۱۰ درجه تبخیر می شود و رسوبی از روی و اکسید روی در کنار درز جوش به وجود می آید. مقدار اکسیژن شعله بستگی به نوع آلیاژ دارد و می توان قبلاً قطعه ای از آن را به طور آزمایشی جوش داد و اگر درز جوش سوراخ و خورده نشد خوب است. و اکسیژن زیاد هم باعث کثیف شدن جوش می شود. ورقهای نازکتر از ۴ میلیمتر را از راست به چپ و ورقهای ضخیم تر از ۴ میلیمتر را از چپ به راست جوش می دهند. به چکش کاری و خروج دود خطرناک و استفاده از ماسک مخصوص و باز نمودن پنجره و هواکش باید توجه نمود. جوشکاری فولاد زنگ نزن با گاز قابلیت هدایت حرارت فولاد زنگ نزن کمتر از فولاد معمولی می باشد و می توان سر مشعل را کوچکتر انتخاب کرد. شعله جوشکاری باید برای جوش فولاد زنگ نزن خنثی باشد زیرا اکسیژن یا استیلن اضافی با عناصر تشکیل دهنده فولاد زنگ نزن ترکیب شده و درز جوش خورده پس از مدتی زنگ می زند. روانساز جوشکاری فولاد زنگ نزن را به صورت خمیر در آورده روی درز جوش می مالیم. سیم جوش باید حتی المقدور از نوع خود فولاد زنگ نزن انتخاب شود و بهتر است تسمه باریکی از جنس همان فولادی که باید جوش داده شود را بریده و به جای سیم جوشکاری استفاده کرد. در روش جوشکاری این فولاد مشعل را باید طوری نگهداشت که زاویه آن نسبت به کار بین ۸۰ تا ۹۰ درجه باشد. زاویه سیم جوش در حدود ۲۰ تا ۴۰ درجه است و سیم جوشکاری را جلوی مشعل نگذارید تا همزمان با لبه کار ذوب شود و نوک مخروطی باید با ناحیه مذاب تماس داشته باشد تا از اکسید شدن فلز جلوگیری کند. و شعله را نباید یک دفعه از کار دور نمود زیرا درجه انبساط فولاد زنگ نزن بیشتر از فولاد معمولی است و بایست های مخصوص از پیچیدن و کج شدن آن در موقع جوشکاری باید جلوگیری کرد فاصله لبه کار را باید برای هر ۳۰ سانتیمتر ۳ الی ۴ میلیمتر بیشتر در نظر گرفت. پس از تمام شدن کار جوشکاری به وسیله برس و شتشو مواد اضافی تفاله و روانساز و یا گرد جوشکاری اضافی را باید کاملاً تمیز کرد و بر طرف نمود.

جوشکاری فولادهای مولیبدوننی وقتی که به فولاد مولیبدون اضافه شود مقاومت آن را بالا می برد مخصوصاً در حرارتهای زیاد، بنابراین موارد استعمال این نوع فولاد بیشتر در لوله هایی که تحت فشار و حرارت زیاد باشد بیشتر است. بعضی از فولادهای مولیبدوننی دارای مقداری کرم نیز هستند این آلیاژ را که مولی کرم می نامند بیشتر در ساختن قطعات مقاوم هواپیما به کار برده می شوند. جوشکاری این فولاد مانند جوشکاری آهن می باشد با این تفاوت که برای مقاوم بودن جوش باید از الکتروود نوع E_7010 و E_7012 و E_7020 استفاده شود و برای قطعات ضخیم که گرده های پهن مورد احتیاج است می توان از فولادهای قلیائی (E_7016)، LOWHYDROGE E_7015 استفاده نمود. در مورد جوشکاری ورقهای ۵ میلیمتر و ضخیمتر لازم است بعد از جوشکاری ۱۲۰۰ الی ۱۲۵۰ درجه فانهایت گرم کرده و برای ضخامت 5/12 میلیمتر به مدت یک ساعت گرم نگهداشت و بعد از آن باید قطعه به آهستگی سرد نمود به طوری که در هر ساعت ۲۰۰ الی ۲۵۰ درجه فانهایت از حرارت آن کاسته شود وقتی که قطعه به ۱۵۰ درجه فانهایت رسید بعد می توان قطعه را در هوای معمولی سرد کرد. جوشکاری مونل و اینکونل فلز مونل آلیاژی است از ۶۷٪ نیکل، ۳۰٪ مس و مقدار کمی آهن و آلومینیوم و منگنز. فلز اینکونل آلیاژی است از ۸۰٪ نیکل، ۱۵٪ کرم و ۵٪ آهن.

این دو فلز به علت مقاومت زیادی که در مقابل زنگ زدگی دارند برای ساختن تانکر و ظروف حامل مایعات به کار می روند مونل و اینکونل را می توان با الکتروودهای پوشش دار به آسانی آهن جوشکاری کرد. بنابراین جوشکاری این فلزات در تمام حالتها امکان پذیر است ولی بهتر است که در حالت تخت عمل انجام گیرد. قطعاتی که ضخامت آنها کمتر از ۱/۵ میلیمتر است نباید با قوس الکتریکی جوشکاری نمود. برای جوشکاری مونل و اینکونل باید عملیات زیر را انجام داد.

1- قشر نازک اکسید تیره رنگ را از نقاطی که باید جوشکاری کرد به وسیله برس یا سمباده پاک نمائید.

2- به گرم کردن قبلی احتیاجی نیست.

3. از الکترودهای با پوشش ضخیم استفاده به عمل آید .

4. درمورد جوشکاری حالت تخت زاویه الکتروود نسبت به خط قائم درجه و در مورد حالت‌های دیگر الکتروود عمود بر صفحه باید باشد .

5. گرده های باریک ایجاد گردد .

جوشکاری طلا جوشکاری طلا به طریقه DC با جریان مستقیم انجام میگردد. الکتروود را به قطب منفی وصل می نمائیم و یا با جریان فرکانس زیاد جریان متناوب کار میکنیم . ضمناً می توان برای جوشکاری طلا از طریقه جوشکاری نقطه جوش استفاده کرده که با الکتروود و لفرامی عمل می نماید و پس از جوشکاری به وسیله صیقل نمودن با الکل کار را براق می نمائیم . ضمناً به وسیله جوشکاری کند پرسی نیز می توان طلا را جوش داد. جوش دادن متداول با شعله های ریز و دقیق شبیه جوشکاری نقطه جوش می باشد. جوشکاری آلومینیوم با گاز تنظیم شعله مشعل استیلن یا کاربید و هوا درموقع جوشکاری آلومینیوم در وهله اول برای شروع کار جوشکاری آلومینیوم باید مقدار استیلن کمی از اکسیژن بیشتر باشد زیرا روانساز هنوز کاملاً گرم نشده و نمی تواند اکسیژن را جذب نماید .

پس از شروع جوشکاری از شعله خنثی استفاده می گردد و سیم جوش در حال جوشکاری ممکن است از آلیاژ آلومینیوم یا آلومینیوم خالص باشد که پنج درصد سیلیسیم دارد و توجه شود که قطر سیم جوش باید کمی بیشتر از قطعاتی باشد که می خواهیم جوش بدهیم و آن را در موقع جوشکاری گرم نموده و روانساز وارد می کنیم . نکات مهم دیگر جوشکاری آلومینیوم با گاز استیلن پس از تمیز نمودن سطح بالائی فلز آلومینیوم با رنده، سوهان و برس ورقهای آلومینیوم کمتر از ۰/۵ میلیمتر را می توان از طریق خم کردن لبه آنها بدون سیم جوش جوشکاری نمود و ورقهای کمتر از ۳ میلیتر احتیاج به پخ زدن ندارند ، چنانچه امکان جوشکاری از دو طرف باشد دو نفر جوشکار می توانند ورقهای به ضخامت حتی 15 تا ۲۰ میلیمتر را لب به لب جوش بدهند و برای لوله های ضخیمتر آن را پخ می زنند . قطعات ریخته گری شده آلومینیوم را فقط در وضع افقی جناغی نموده، جوش می دهیم و پنبه نسوز یا آجر نسوز زیر کار نباید فراموش شود. و قطعات طولانی را باید به وسیله بست هائی به یکدیگر متصل نمود و قرار دادن پنبه نسوز برای جلوگیری از ریختن آلومینیوم است .

نکات دیگری که پس از جوشکاری آلومینیوم باید رعایت شود چکش کاری درز جوش در حالت گرم برای ازدیاد استحکام با ضربات سریع و ملایم انجام می گیرد و زیر کاری تکیه گاه نباید حالت فنریت داشته باشد. به وسیله محلول اسید نیتریک ، روانساز باقیانده در روی سطح فلز را به وسیله برس زدن در آب گرم یا محلول اسید از روی آن بر می داریم. و با آب گرم می شوئیم و بهتر است پس از خاتمه جوشکاری آنها را کمی گرم کنید و در هوای آزاد نگذارید تا به تدریج برای آماده سازی قبلی به طوری که گفته شد قطعات آلوده به روغن و گریس را به وسیله بنزین و سپس با محلول سود ۱۰٪ باید شست یا گرم کرد که چربی ها بسوزد و با برس تمیز گردد. قطعات بزرگ را مانند قطعات چدن قبلاً گرم می نمائیم و هیچگونه تغییر ظاهری در آلومینیوم مشاهده نمی گردد . جوشکاری آلیاژهای آلومینیوم در مورد آلیاژهای آلومینیوم روش جوشکاری خالص آلومینیوم می باشد و روانساز می تواند در مورد قطعات شکسته آلومینیوم کثافات را از درز شکسته شده بیرون آورد . هر چند منیزیم آلیاژ بیشتر باشد عمل جوشکاری دشوارتر شده و لایه اکسیدی از سیلان فلز مذاب جلوگیری می نماید. بدین جهت جوشکاری آلیاژهایی که بیش از ۲/۵٪ منیزیم دارند احتیاج به مهارت زیاد جوشکاری دارد و بهتر است این آلیاژها را با قوس الکتریکی و گاز محافظ جوش داد . چون درموقع جوشکاری منیزیم آلیاژ می سوزد و سیم جوش با دارا بودن منیزیم باید کمبود منیزیم ناحیه ذوب را تأمین نماید. در مورد عملیات بعد از جوشکاری چون درز جوش خاصیت فلز ریخته شده را پیدا می نماید سخت تر شده و بایستی آن را با چکش کاری درمحل

جوشکاری شده تا اندازه ای تصحیح کرد. جوشکاری فلزات رنگین با برق: فلزات رنگین به فلزاتی گفته می شود که فاقد آهن و آلیاژهای آن باشد مانند مس - برنج - برنز - آلومینیوم - منگنز - روی - سرب تمام فلزات رنگین را با کمی دقت و مهارت و آشنایی اصول جوشکاری می توان با قوس الکتریکی جوش داد و باید خواص فلزات را در نظر گرفت .

مس::

فلزی است قرمز رنگ با جلای فلزی - قابلیت جوشکاری و هدایت الکتریسته و حرارت مس خوب است. نقطه ذوب ۱۰۸۳ درجه سانتی گراد است و آن را از سنگ معدن استخراج می کنند مس با اکسیژن ترکیب شده و اکسید مس می دهد .

جوشکاری مس با برق :

بهترین راه جوشکاری مس با جوش گاز اکسیژن و کاربید است. ولی می توان جوشکاری را با قوس الکتریکی نیز انجام داد. ورقه های مس را مانند ورقه های آهنی برای جوشکاری آماده می کنند ولی چون قابلیت هدایت حرارت مس زیاد است باید مقدار آمپر را قدری بیشتر در نظر گرفت و بهتر است همیشه با قطب مستقیم جوشکاری را انجام داد . زاویه الکتروود نسبت به قطعه کار مانند جوشکاری فولاد است. طول قوس باید ۱۰ تا ۱۵ میلیمتر باشد . برای جوشکاری مس می توان از الکترودهای ذغال استفاده کرد. الکترودهای جوشکاری مس بیشتر از آلیاژ، مس و قلع و فسفر ساخته شده است. گاهی از الکترودهائی که دارای فسفر برنز، سیلیکان با آلومینیوم هستند استفاده می شود .

جوشکاری برنج با برق:

برنج بهترین آلیاژ مس است و از مس و روی و گاهی قلع و مقداری سرب تشکیل میشود. این فلز در مقابل زنگ زدن و پوسیدن مقاوم است. چون روی در حرارت نزدیک ذوب برنج تبخیر می شود بنابراین جوشکاری این فلز با الکتروود فلزی مشکل است . در موقع جوشکاری ، روی بخار شده و اکسید آن محل جوش را تیره کرده و عمل جوشکاری را مشکلتر می نماید. ضمناً گازهای حاصله خطرناک بوده و باید محل کار تهویه گردد . حرکت دست در موقع جوشکاری بسیار مهم است و باید حتی الامکان سرعت دست را زیاد کرده و گرده جوش کمتری ایجاد شود تا فرصت زیاد برای تبخیر روی نباشد. برنج را می توان با الکترودهای گرافیتی و الکتروود معمولی جوشکاری نمود. در جوشکاری با الکتروود گرافیتی از آلیاژ برنز یا از آلیاژی مشابه آلیاژ فلزی که باید جوش داده شود استفاده می شود. و نیز در جوشکاری برنج از قطب معکوس استفاده می گردد. فاصله الکتروود تا کار باید حدود ۵ تا ۶ میلیمتر باشد .

جوشکاری روی با برق:

قبلاً قطعات روی را به وسیله لحیم قلع به هم متصل می کردند ولی امروز جز در مواردی که قطعات روی را به وسیله لحیم کاری بتوان اتصال داد این فلز را جوش می دهد. در جوشکاری روی، روانساز لازم است که بتواند از اکسیداسیون کاملاً جلوگیری کند. با شعله ملایم پستانک کوچکی که زاویه که تمایل آن نسبت به قطعه کار در حدود ۳۰ درجه باشد می توان با سرعت زیاد قطعات روی را جوش داد و درز جوش خورده تمیزی به دست آورد . درز جوش خورده روی را میتوان در درجه ۱۵۰ درجه سانتی گراد چکش کاری کرد تا ذرات آن در هم فشرده شده و مستحکمتر و ظریفتر شوند. سیم جوشکاری روی باید کاملاً خالص باشد . آلیاژهای روی که از اختلاط مس و آلومینیوم به دست می آیند نیز به خوبی جوش داده می شوند به شرط آنکه از سیم و گرد

جوشکاری مخصوص آنها استفاده شود. چنانچه مقدار آلومینیوم در آلیاژ روی افزایش یابد قابلیت جوشکاری آن کاهش خواهد یافت. الکترودهای فلزات غیر آهنی

۱. آلومینیوم

۲. آلومینیوم و آلیاژهای آن

برنز - برنج - مس رنگ شناسائی : انتها - نقره ای

الکتروده برنز مخصوص جوش اتصالی و روکشی برنز - اتصال برنز به فولاد ریختگی به چدن سیاه - روکشی یا تاقانهای برنز در ماشین سازی - اتصال آلیاژهای مسی و قطعات مس و تعمیر وسائل برنزی. این الکتروده دارای جریان آرام است و به آسانی جوش می خورد در وضعیت اجباری هم همان جریانهای وضعیت افقی کافی است، در جوش روکشی باید توجه داشت که سطح جوش دادنی از هر گونه ناپاکیها و اثرات شیمیایی پاک گردد. در جوشکاری قطعات آهن لای اول را حتی المقدور با جریان کم جوش می دهند تا از ناخالصی جنس جوش که در اثر ذوب شدن فلز مینا صورت می گیرد حتی المقدور جلوگیری شده باشد. برای لایه های بعدی می توان شدت جریان را زیادتر کرد. برای آنکه حوضچه مذاب آرام تر سرد شود الکتروده را به طور دایره می گردانند یعنی شعله مکرراً از روی حوضچه ذوب عبور کند بسته به موقعیت قطعه کار پیش گرم کردن آن ممکن است مفید باشد. برای جوش اتصالی با حداکثر شدت جریان کار می کنند. از نظر نقل حرارت در مس و آلیاژهای آن باید منطقه جوش قبلاً در حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد گرم شود. برای جلوگیری از بالا آمدن زیاد درزهای لب به لب به فاصله بین دو قطعه کار توجه کافی کرد.