

h-daneshmand.ir

تاریخچه جوشکاری :

چون احتیاجات بشر ، اتصال و جوش در همه موارد را خواستار بوده است، لذا مثلاً از رومی‌های قدیم ، فردی به نام پلینی از لحیم به نام آرژانتاریم و ترناریم استفاده می‌کرد که دارای مقداری مساوی قلع و سرب بود و ترناریم دارای دو قسمت سرب و یک قسمت قلع بود که هنوز هم با پرکنندگی مورد استفاده قرار می‌گیرند .
دقت و ترکیبات شیمیایی و دستگاههای متداول طلاسازی از قدیم‌الایام در جواهرات با چسباندن ذرات ریز طلا بر روی سطح آن با استفاده از مخلوط نمک و مس و صمغ آلی که با حرارت ، صمغ را کربونیزه نموده ، نمک مس را به مس احیاء می‌کنند و با درست کردن آلیاژ طلا ، ذرات ریز طلا را جوش می‌دهند و تاریخچه ای به شرح زیر دارند :

- برناندوز روسی در ۱۸۸۶ ، قوس جوشکاری را مورد استفاده قرار داد .
- موسیان در ۱۸۸۱ قوس کربنی را برای ذوب فلزات مورد استفاده قرار داد .
- اسلاو بانوف الکترودهای قابل مصرف را در جوشکاری بکار گرفت .
- ژول در ۱۸۵۶ به فکر جوشکاری مقاومتی افتاد .
- لوشاتلیه در ۱۸۹۵ لوله اکسی‌استیلن را کشف و معرفی کرد .
- الیهو تامسون آمریکائی از جوشکاری مقاومتی در سال ۷-۱۸۷۶ استفاده کرد.

چون علم جوشکاری همراه با گنج تخصصی بود، یعنی هر جوشکار ماهر در طی تاریخ درآمد زیادی داشت، سبب شد که اسرار خود را از یکدیگر مخفی نمایند. مثلاً هنوز هم در مورد لحیم آلومینیوم و آلیاژ ، آن را از یکدیگر مخفی نگه می‌دارند. در جریان جنگهای جهانی اول و دوم جوشکاری پیشرفت زیادی کرد. احتیاجات بشر به اتصالات مدرن، سبک، محکم و مقاوم در سالهای اخیر و مخصوصاً بیست سال اخیر ، سبب توسعه سریع این فن گردید و سرمایه‌گذاری‌های عظیم چه از طرف دولتها و چه صنایع نظامی و تخصصی در این مورد اعمال گردید و مخصوصاً رقابت‌های انسانها در علوم هسته‌ای (که فقط برای صلح باید باشد) ، یکی دیگر از علل پیشرفت فوق سریع این فن در چند ده سال اخیر شد که به علم جوشکاری تبدیل گردید .

گروههای مختلف جوشکاری

- (۱) لحیم کاری
- (۲) جوشکاری فشاری و پرس
- (۳) جوشکاری ذوبی
- (۴) جوشکاری زرد

چون مواد و فلزات تشکیل‌دهنده و جوش‌دهنده و گیرنده از لحاظ متالورژیکی بایستی دارای خصوصیات مناسب باشند، بنابراین جوشکاری از لحاظ متالورژیکی بایستی مورد توجه قرار گیرد که آیا قابلیت متالورژی و

فیزیکی جوشکاری دو قطعه مشخص است؟ پس از قابلیت متالوژی ، آیا قطعه ای را که ایجاد می‌کنیم، از لحاظ مکانیکی قابل کاربرد و سالم است؟

آیا می‌توانیم امکانات و وسائل برای نیازها و شرایط مخصوص این جوشکاری ، مثلاً گاز و دستگاه را ایجاد نمائیم و بر فرض ، ایجاد نیرو در درجه حرارت بالا یا ضربه زدن در درجه حرارت پایین ممکن باشد؟ زیرا استانداردهای مکانیکی و مهندسی و صنعتی جوشکاری باید در تمام این موارد رعایت شود تا جوش بدون شکستگی و تخلخل و یا نفوذ سرباره و غیره انجام گیرد.

تکرار می‌شود در جوشکاری تخصصی و اصولاً تمام انواع جوش ، قابلیت جوش خوردن فلزات را باید دقیقاً دانست. در مورد مواد واسطه و الکتروود و پودر جوش ، باید دقت کافی نمود. محیط لازم قبل و در حین جوشکاری و پس از جوشکاری را مثلاً در مورد چدن ، باید بوجود آورد.

گازهای دستگاههای مناسب و انتخاب فلزات مناسب از لحاظ ذوب در کوره ذوب آهن و بعد در حین جوشکاری از لحاظ جلوگیری از صدمه گاز - آتش و مشعل و برق و هوای محیط و وضعیت جسمانی و زندگی جوشکار ، خود نکات اساسی دیگر هستند که مشکلات جوشکاری می‌باشند.

مشکلات و گرفتاریهای صنعت جوشکاری :

جوشکاری در حقیقت ایجاد کارخانه ذوب آهن و فلزات در مساحتی حداکثر ۲×۲ متر و نقطه حساس جوشکاری چند سانتیمتر است، زیرا همان درجه حرارت کارخانه ذوب آهن در محل جوشکاری در یک نقطه ایجاد می‌گردد. مسلم است که چنین کار عظیمی احتیاج به ابتکار و تخصص و مواد و متخصص و وسائل مدرن دارد تا بتوان از این ذوب آهن چند سانتیمتری استفاده صحیح نمود.

شاید اضافه گوئی نباشد که در هیچیک از رشته‌های فنی تا این اندازه احتیاج به سرمایه‌گذاری و رعایت جوانب فنی و غیر فنی ضروری و لازم نباشد.

عوارض و سوانح ناشی از عوامل فیزیکی مربوط به جوشکاری :

در موقع جوشکاری ، از عوامل فیزیکی مورد تاثیر یا حاصل از عمل جوشکاری ممکن است خطراتی متوجه جوشکار شود که در:

➤ دسته اول : برق گرفتگی

➤ دسته دوم : سوختگی

➤ دسته سوم : ورود اجسام خارجی به داخل چشم را می‌توان نام برد.

برق گرفتگی و عوارض حاصل از تاثیرات جریان برق :

مسلم است اگر نقصی در سیم‌کشی وسائل برقی که برای جوشکاری با برق بکار می‌روند، وجود داشته باشد یا جوشکار نکات ایمنی لازم مربوط به برق را مراعات ننماید، خطر برق گرفتگی برای او وجود خواهد داشت

و چنانچه جوشکار در ارتفاع مشغول جوشکاری باشد، مخاطرات حاصله از سقوط و در نتیجه شوک - ضربه الکتریکی نیز بر ضایعات حاصل از برق گرفتگی افزوده خواهد شد.

نشانه‌های حاد و فوری برق گرفتگی از مور مور شدن و یا شوک خفیف تا شوک شدید و قطع تنفس و متزلزل شدن ضربان قلب و عاقبت به مرگ منجر می‌شود. هنگامی که برق گرفتگی، ایجاد شوک نماید و شخص در ارتفاع مشغول کار است، خطر سقوط و افتادن از ارتفاع روی زمین و روی وسایل و ماشین و غیره، باعث پیدا شدن جراحات شدید شده، وضع مصدوم را وخیم خواهد ساخت. بنابراین پیشنهاد می‌شود حتی‌المقدور جوشکاری را در سطح پایین انجام داد.

شدت ضایعات و مخاطرات حاصل از برق گرفتگی، بستگی به عوامل زیر دارند:

➤ **نوع جریان برق:** اصولاً در هر ولتاژی، جریان برق متناوب AC، خطرناکتر از جریان برق DC مستقیم می‌باشد و یا به عبارت دیگر، خطر شوک الکتریکی در جریان متناوب بیشتر است. در حالیکه خطر سوختگی در جریان مستقیم نیز بیشتر است.

➤ **تاثیر ولتاژ:** شدت شوک الکتریکی حاصل از برق گرفتگی، بستگی به میزان ولتاژ برق مربوط به آن دارد و هرچه ولتاژ بیشتر باشد، شدت شوک حاصله بیشتر خواهد بود. در هر صورت ولتاژ بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ ولت که ولتاژ معمولی برق شهر است، خطرناک بوده، اغلب ضایعات شدید بوجود آورده، ممکن است سبب مرگ شود.

➤ **شدت جریان:** شدت جریان ۱۵ تا ۲۰ میلی‌آمپر با فرکانس ۵۰ HZ ولتاژ بالا ممکن است باعث چسبیدن دست مصدوم به سیم برق شده، مانع رهایی وی گردد. این امر ممکن است تا موقع رسیدن نجات‌دهنده ادامه یابد. در این جریان ممکن است ضایعات کشنده ای ایجاد شود.

➤ **فرکانس:** در تواتر بین ۵۰ HZ تا ۸۰ HZ هرگز شوک یا ضربه الکتریکی ممکن است بوجود آید. ولی در فرکانس‌های بالا بین ۳۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ هرتز، خطر کمتری وجود دارد، زیرا بوسیله پرتاب، شخص را از منبع خطر دور می‌کند.

➤ **مقاومت بدن انسان:** مقاومت بدن انسان بین ۵۰۰ تا ۵۰ متغیر است (اهم) هر چه مقاومت در سر راه تماس منبع الکتریک با بدن (پوست خشک - ضخامت کف پا) بیشتر باشد، خطر شوک وارده کمتر است و یا بالعکس.

➤ **مدت تماس:** تماس برق با بدن در مدت زمان بین ۱ تا ۳ ثانیه ممکن است توقف قلب و فوت مصدوم را همراه داشته باشد. در هر صورت چنانچه شخصی دچار برق گرفتگی شود، از ضایعات و عوارض ذکر شده در بالا جان سالم بدر برد. معمولاً بهبود کامل می‌یابد و عوارض، نادر می‌باشد.

مسائل مهم جوشکاری :

تربیت متخصص و کاردان و کارشناس :

جوشکاری ، یکی از رشته‌های پرهزینه در صنعت و آموزش ابتدائی و عالی است. انتخاب افراد و جوانان در هر سن و مدارج تحصیلی و کارخانه‌ای ، با داشتن قدرت تحمل کار با آتش ، قدرت تحمل خطرات و آموزش تخصصی به این جوانان بسیار مشکل است. زیرا سرمایه‌های عظیم آموزشی احتیاج دارد تا یک متخصص به تمام معنی یا یک مهندس جوشکار واقعی تربیت شود .

تهیه ماشین‌آلات مخصوص :

تهیه ماشین‌آلات مدرن و مفصل جوشکاری احتیاج به بودجه‌های عظیم دارد تا بتوان از انواع ماشین‌آلات مدرن بهره‌گیری نمود، مخصوصاً در آموزش که باید همه جانبه باشد. بعضی اوقات تمام وسایل کارخانجات شهر و مراکز آموزشی ، کافی برای ارائه کل تخصص نمی‌باشند. و اشکال تراشی و نبودن بودجه و خرید و کمک به ساخت نیز گرفتاری دیگری است.

رعایت نکات ایمنی :

رعایت نکات ایمنی و تخصصی ایمنی ، خود یکی دیگر از مشکلات عظیم جوشکاری است، بطوری که فرضاً انفجار یک کیسول مانند یک بمب می‌تواند جان صدها نفر را به خطر اندازد، در حالیکه مثلاً در کارگاه تراش و ریخته‌گری ، خطرها تا این حد بالا نیستند و کوچکترین بوی گاز ناشی از عدم اتصالات صحیح و اصولی ، ممکن است جان عده ای را به خطر اندازد. همان طوریکه تربیت متخصص ، احتیاج به بودجه‌های عظیم آموزشی برای خرید وسائل و کتب بطور همزمان دارد، هزینه‌های دیگر جوشکاری جهت جلوگیری از هر نوع انفجار و احتراق در کارگاهها و صدمه به بدن و چشم جوشکار و افراد حاضر در کارگاه می‌باشد. بدین جهت جوشکاری را رشته ای پر خرج نام نهاده‌اند. مسلم است که این مخارج عظیم در استفاده از اتصالات جوش حذف خواهند شد. یعنی اینکه اتصالات پر خرج و مفصل پیچ و پرچ وقتی با جوشکاری جایگزین شوند، مخارج عظیم تشکیلات را در مدت کوتاهی تامین خواهند کرد.

هدف جوشکاری و برشکاری :

بریدن قطعات ماشینی به ضخامت‌های زیاد ، یکی از وظایف مهم برشکاری است. بطور کلی ، اتصال قطعات مختلف از یک نوع فلز یا انواع فلزات و آلیاژها و بالا بردن استحکام و سرعت عملیات و کاهش هزینه‌ها از مهمترین اهداف جوشکاری است .

خطرات جوشکاری :

در موقع جوشکاری از عوامل فیزیکی مورد تاثیر یا حاصله از عمل جوشکاری ممکن است خطراتی متوجه جوشکار شود که در :

(۱) برق گرفتگی

(۲) سوختگی

(۳) ورود اجسام خارجی به داخل چشم را می توان نام برد.

برق گرفتگی و عوارض حاصل از تاثیرات جریان برق :

مسلم است اگر نقصی در سیم کشی وسائل برقی که برای جوشکاری با برق به کار می روند وجود داشته باشد یا جوشکار نکات ایمنی لازم مربوط به برق را مراعات ننماید خطر برق گرفتگی برای او وجود خواهد داشت و چنانچه جوشکار در ارتفاع مشغول جوشکاری باشد، مخاطرات حاصله از سقوط و در نتیجه شوک (ضربه الکتریکی) نیز بر ضایعات حاصل از برق گرفتگی افزوده خواهد شد. نشانه های حاد و فوری برق گرفتگی از مور مور شدن و یا شوک خفیف تا شوک شدید و قطع تنفس و متزلزل شدن ضربان قلب و عاقبت به مرگ منجر می شود.

هنگامی که برق گرفتگی ایجاد شوک نماید و شخص در ارتفاع مشغول کار است خطر سقوط و افتادن از ارتفاع روی زمین و روی وسایل و ماشین و غیره باعث پیدا شدن جراحات شدید شده و وضع مصدوم را وخیم خواهد ساخت. بنابراین پیشنهاد می شود حتی المقدور جوشکاری را در سطح پایین انجام داد. شدت ضایعات و مخاطرات حاصل از برق گرفتگی بستگی به عوامل زیر دارند :

(الف) نوع جریان برق : اصولاً در هر ولتاژی در جریان برق متناوب AC خطرناکتر از جریان برق DC مستقیم می باشد و یا به عبارت دیگر خطر شوک الکتریکی در جریان متناوب بیشتر است . در حالی که خطر سوختگی در جریان مستقیم نیز بیشتر است .

(ب) تاثیر ولتاژ : شدت شوک الکتریکی حاصل از برق گرفتگی بستگی به میزان ولتاژ برق مربوطه دارد و هرچه ولتاژ بیشتر باشد شدت شوک حاصله بیشتر خواهد بود. در هر صورت ولتاژ بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ ولت که ولتاژ معمولی برق شهر است خطرناک بوده اغلب ضایعات شدید به وجود آورده و ممکن است سبب مرگ شود .

(ج) شدت جریان : شدت جریان ۱۵ تا ۲۰ میلی آمپر با فرکانس ۵۰ HZ ولتاژ بالا ممکن است باعث چسبیدن دست مصدوم به سیم برق شده و مانع رهائی وی گردد. و این امر تا موقع رسیدن نجات دهنده ادامه یابد در این جریان ممکن است ضایعات کشنده ای ایجاد شود .

(د) فرکانس : در تواتر بین ۵۰ HZ تا ۸۰ HZ هرتز شوک یا ضربه الکتریکی ممکن است به وجود آید . ولی در فرکانسهای بالا بین ۳۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ هرتز خطر کمتری وجود دارد زیرا به وسیله پرتاب، شخص را از منبع خطر دور می کند .

ه) **مقاومت بدن انسان**: مقاومت بدن انسان بین ۵۰ تا ۵۰۰ متغیر است (= اهم) هر چه مقاومت در سر راه تماس منبع الکتریک با بدن (پوست خشک، ضخامت کف پا، بیشتر باشد خطر شوک وارده کمتر است و یا بالعکس.

د) **مدت تماس**: تماس برق با بدن در مدت زمان بین ۱ تا ۳ ثانیه ممکن است توقف قلب و فوت مصدوم را همراه داشته باشد، در هر صورت چنانچه شخصی دچار برق گرفتگی شد از ضایعات و عوارض ذکر شده در بالا جان سالم بدر برد. معمولاً بهبود کامل می یابد و عوارض دیررس نادر می باشد.

تاریخچه ای مختصر از جوشکاری دستی قوس برقی (S.M.A.W)

در آغاز قرن بیستم جوشکاری دستی با قوس برقی مورد قبول صنعت واقع شد. علیرغم ایرادهای فراوان (استفاده از مفتول لخت و بدون روکش) مورد استفاده قرار گرفت.

قوس برقی در سال ۱۸۰۷ توسط سرهمفری دیوی کشف شد ولی استفاده از آن در فلزات به یکدیگر هشتاد سال بعد از این کشف یعنی در سال ۱۸۸۱ اتفاق افتاد. فردی به نام آگوست دیمری تنز در این سال توانست با استفاده از قوس برقی و الکتروود ذغالی صفحات نگهدارنده انباره باطری را به هم متصل نماید. بعد از آن یک روسی به نام نیکولاس دی بارنادوس با یک میله کربنی که دسته ای عایق داشت توانست قطعاتی را به هم جوش دهد. وی در سال ۱۸۸۷ اختراع خود را در انگلستان به ثبت رساند. این قدیمی ترین اختراع به ثبت رسیده در عرصه جوشکاری دستی قوسی برقی می باشد. فرایند جوشکاری با الکتروود کربنی در سالهای ۱۸۸۰ و ۱۸۹۰ در اروپا و آمریکا رواج داشت ولی استفاده از ولت زیاد (۱۰۰ تا ۳۰۰ ولت) و آمپر زیاد (۶۰۰ تا ۱۰۰۰ آمپر) در این فرایند و فلز جوش حاصله که به علت ناخالصیهای کربنی شکننده بود همه باعث می شد این فرایند با اقبال صنعت مواجه نشود.

جهش از این مرحله به مرحله فرایند جوشکاری با الکتروود فلزی در سال ۱۸۸۹ صورت گرفت. در این سال یک محقق روس به نام اسلاویانوف و یک آمریکایی به نام چارلز کافین (بنیانگذار شرکت جنرال الکتریک) هر کدام جداگانه توانستند روش استفاده از الکتروود فلزی در جوشکاری با قوس برقی را ابداع نمایند.

در آغاز قرن بیستم جوشکاری دستی با قوس برقی مورد قبول صنعت واقع شد. علیرغم ایرادهای فراوان (استفاده از مفتول لخت و بدون روکش) مورد استفاده قرار گرفت. در آمریکا از مفتول لخت که دارای روکش نازکی از اکسید آهن که ماحصل زنگ خوردگی طبیعی و یا بخاطر پاشیدن عمدی آب بر روی کلافهای مفتول قبل از کشیده شدن نهایی بود استفاده می شد و گاهی این مفتول لخت با آب آهک آغشته می شد تا در هر دو وضعیت بتواند ثبات قوس برقی را بهتر فراهم آورد. آقای اسکار کجل برگ سوئدی را باید پدر الکتروودهای روکش دار مدرن شناخت وی نخستین شخصی بود که مخلوطی از مواد معدنی و آلی را به منظور کنترل قوس برقی و خصوصیات مورد نظر از فلز جوش حاصله با موفقیت

به کار برد. وی اختراع خود را در سال ۱۹۰۷ به ثبت رساند. ماشینهای جوشکاری با فعالیت های فوق الذکر به روند تکاملی خود ادامه می دادند. در سالهای ۱۸۸۰ مجموعه ای از باطری پر شده به عنوان منبع نیرو در ماشین های جوشکاری به کار گرفته شد. تا اینکه در سال ۱۹۰۷ نخستین دستگاه Generator جوشکاری به بازار آمریکا عرضه شد.

جوش 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 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 و 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.

الکترودها در جوش قوس الکتریکی :

انواع قوس ها در جوشکاری با قوس الکتریکی :

تهیه قوس الکتریک به دو صورت با الکترودهای مصرفی و یا با الکترودهای غیر مصرفی مثلاً الکترودهای ذغالی و تنگستنی انجام می گیرد.

قوس الکتریک را می توان هم با جریان مستقیم و هم با جریان متناوب ایجاد کرد. ولی عملاً دیده می شود که جوشکاری با جریان مستقیم راحت تر و بهتر انجام می گیرد.

جنس الکترودها در جوشکاری با قوس الکتریک :

چنانچه الکتروده از نوع غیر مصرفی باشد الکتروده از کربن - گرافیت یا تنگستن اختیار می گردد. الکترودهای کربنی یا گرافیتی مورد استعمالشان فقط در جوشکاری با جریان مستقیم می باشد در حالیکه الکترودهای غیر مصرفی از فلز تنگستن یا ولفرام را می توان برای هر دو نوع جریان بکار برد. جنس الکترودها بر حسب موارد کاربردشان از مواد گوناگونی ساخته شد و معمولاً شامل تقسیم بندی زیر می باشد :

- (۱) فولاد نرم
- (۲) فولاد پر کربن
- (۳) فولاد آلیاژی مخصوص
- (۴) الکتروده چدن
- (۵) فلزات غیر آهنی

در مورد فلزات غیر آهنی از الکترودها و آلیاژهای مانند مس، آلومینیوم، آب نقره برنج و برنز می توان نام برد.

ترکیب شیمیایی روپوش الکترودها :

روپوش الکترودهای فلزی از مواردی مانند آهک یا اکسید کلسیم CaO فلوئور کلسیم F_2Ca ، اکسید سدیم Na_2O ، تیتان یا تیتانیوم Ti ، سلولز روتایل ، اجسام الیافی مانند آسبست، خاکرس، سیلیسیم Si و تالک و مایع سیلیکات سدیم یا پتاسیم و غیره می باشد. مقدار وزن پوشش نسبت به الکتروده بیت ۲۵٪ تا ۵٪ وزن الکتروده و نقطه ذوب مجموعه مواد تشکیل دهنده بایستی کمتر از فلز یا آلیاژ سازنده الکتروده جوشکاری باشد. فاصله الکتروده را نباید از کار زیاد نمود تا الکتروده نتواند با گازهای متصاعده از روپوش خود منطقه ذوب را نگهداری کند و در برابر تاثیر گازهای خارجی محافظت بنماید.

اثرات الکتروده شامل موارد زیر است :

(۱) اگر روپوش الکتروده فاسد یا مرطوب شود قوس الکتریکی پیوسته انجام نمی شود و بایستی الکترودها را که دارای مواد آهکی هستند در درجه حرارت بین ۸۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد در خشک کننده الکتروده قرار داد تا از فساد پوشش آنها جلوگیری شود.

(۲) حفظ ناحیه جوش از اکسیده شدن و تاثیر ازت و ایجاد اکسید فلزی.

(۳) خارج راندن مواد مضر از ناحیه جوش زیرا پوشش الکتروده ذوب شده و در روی ناحیه مذاب بصورت محافظی قرار می گیرد و چنانچه مواد زیان بخش در داخل مذاب باشد آن ها را بطرف بالا می کشد.

تقسیم بندی الکترودها از نظر پوشش شیمیائی :

دانستن دقیق پوشش الکترودها اغلب جزء اسرار کارخانجات سازنده می باشد و بر حسب مقدار درصد مواد و نوع ترکیبات شیمیائی کاملاً متفاوت هستند . بطوریکه بعضی از الکترودها برای کار خاصی ساخته شده اند چنانچه اگر برای جوش دادن کارهای دیگر مصرف شوند مقاومت دلخواه جوشکاری به دست نخواهد آمد.

الکترودها از نقطه نظر پوشش به سه گروه اصلی زیر تقسیم می شوند :

(۱) الکترودهای اسیدی

(۲) الکترودهای روتایلی

(۳) الکترودهای بازی که از اسم آن ها می توان به تر کیبات آن پی برد.

ماشینهای جوشکاری جریان متناوب :

ماشینهای جوشکاری با جریان متناوب که در آنها قوس الکتریکی با جریان متناوب ایجاد می شود شامل انواع زیر می باشد :

(۱) ترانسفورماتور یا مبدل جوشکاری جریان یک فاز

(۲) ترانسفورماتورهای بخصوص با سه کوپل یا سه سیم پیچ (و کوپل تنظیم ولتاژ

(۳) جوشکاری جریان متناوب با استفاده از ترانسفورماتور جریان سه فاز

ترانسفورماتور یا مبدل جوشکاری جریان یک فاز :

ترانسفورماتور جوشکاری و قطعه کار می باشد و ولتاژهای مختلفی ایجاد می نمایند که از ۱۱۰-۱۳۰-۲۲۰ و ۳۸۰ و ۵۰۰ ولت می باشند و ولتاژ ضروری برای جوشکاری را ارسال می نماید و ولتاژ مدار ثانویه بین ۵۵ تا ۶۰ ولت می باشد .

ترانسفورماتورهای مخصوص با سه کوپل (همراه کوپل تنظیم ولتاژ) :

این نوع ترانسفورماتورها می توانند شدت جریان بالاتری را نسبت به انواع دیگر بالا بدست بدهند و قسمتهای آن عبارتند از مدار اولیه - مدار ثانویه و کوپل مربوط به مدار ، کوپل یا سیم پیچ تنظیم ولتاژ- کوپلهای ۱ و ۲ یعنی سیم پیچهای اولیه و ثانویه فلوی مغناطیسی اصلی را ایجاد می نمایند و کوپل ۳ دارای فلوی در جهت مخالف بوده و بوسیله آن می توان ولتاژهای مختلف را تنظیم نمود و در سه مدل با شدت جریانهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ آمپری ساخته می شوند و علاوه بر جوشکاری دستی چون آمپراژ بالا است در جوشکاری اتوماتیک نیز بکار برده می شود. در مواقعی که از یک ترانسفورماتور جریان لازم برای جوشکاری اتوماتیک نیز بکار برده می شود. در مواقعی که از یک ترانسفورماتور جریان لازم برای جوشکاری چند محل را تامین می نمائیم ترانسفورماتور سه فازه انتخاب می نمایند و مدار آنرا مثلث بسته و ولتاژ لازم در حدود ۶۵ تا ۷۰ ولت تنظیم می شود .

معرفی جوش آرگون در چند جمله :

در جوش آرگون یا تیگ (TIG) بری یجاد قوس جوشکاری از الکتروود تنگستن استفاده می شود که بین الکتروود برخلاف دیگر فریندهی جوشکاری حین عملیات جوشکاری مصرف نمی شود.

حین جوشکاری گاز خنثی هوا را از ناحیه جوشکاری بیرون رانده و از اکسیده شدن الکتروود جلوگیری می کند. در جوشکاری تیگ الکتروود فقط بری یجاد قوس بکار برده می شود و خود الکتروود در جوش مصرف نمی شود در حالیکه در جوش قوس فلزی الکتروود در جوش مصرف می شود. در بین نوع جوشکاری از سیم جوش (Filler metal) بعنوان فلز پرکننده استفاده می شود. و سیم جوش شبیه جوشکاری با اشعه اکسی استیلن (MIG/MAG) در جوش تغذیه می شود. در بین صنعتکاران ایرانی این جوش با نام جوش آلومینیوم شناخته می شود. نامهی تجارتي هلی آرک یا هلی ولد نیز به دلیل معروفیت نام این سازندگان در خصوص ماشینهی جوش تیگ باعث شده بعضا این نوع جوشکاری با نام سازندگان هم شناخته شود. نام جدید این فریند G.T.A.W و نام آلمانی آن WIG می باشد.

همانطور که از نام این فریند پیداست گاز محافظ آرگون میباشد که ترکیب این گاز با هلیوم بیشتر کاربرد دارد. علت استفاده از هلیوم این است که هلیوم باعث افزایش توان قوس می شود و به همین دلیل سرعت جوشکاری را میتوان بالا برد و همینطور باعث خروج بهتر گازها از محدوده جوش میشود.

کاربرد این جوش عموماً در جوشکاری موارد زیر است :

۱) فلزات رنگین از قبیل آلومینیوم...نیکل...مس و برنج(مس و روی) است.

۲) جوشکاری پاس ریشه در لوله ها و مخازن

۳) ورقهیی نازک(زیر ۱mm)

مزیت TIG :

۱) بعلت اینکه تزریق فلز پرکننده از خارج قوس صورت میگیرد.اغتشاش در جریان قوس پدید نمی ید.در نتیجه کیفیت فلز جوش بالاتر است.

۲) بدلیل عدم وجود سرباره و دود و جرقه ,منطقه قوس و حوضچه مذاب بوضوح قابل رویت است.

۳) امکان جوشکاری فلزات رنگین و ورقهیی نازک با دقت بسیار زیاد.

انواع الکتروودها در TIG :

۱) الکتروود تنگستن خالص (سبز رنگ)بری جوش آلومینیوم استفاده می شود و حین جوشکاری پت پت می کند.

۲) الکتروود تنگستن توریم دار که دو نوع دارد الف-۱٪ توریم دار که قرمز رنگ است. ب-۲٪ توریم دار که زرد رنگ می باشد.

۳) الکتروود تنگستن زیرکونیم دار که علامت مشخصه آن رنگ سفید است.

۴) الکتروود تنگستن لانتان دار که مشکی رنگ است.

۵) الکتروود تنگستن سزیم دار که طلایی رنگ است.

➤ این دو نوع اخیر جدیداً در بازار آمده اند.

چند نکته در مورد مزیت تنگستن :

- (۱) افزایش عمر الکتروود
- (۲) سهولت در خروج الکترونها در جریان DC
- (۳) ثبات و پایداری قوس را بیشتر می کند
- (۴) شروع قوس راحت تر است.

نوع قطبیت مناسب در جوشکاری TIG :

- (۱) جریان DCEN برای جوشکاری چدن-مس-برنج-تیتانیوم-انواع فولادها
- (۲) جریان AC برای جوشکاری آلومینیوم و منیزیم و ترکیبات آن

مختصری از بازرسی جوش :

سازه های جوش داده شده نظیر سیر قطعات مهندسی به بازرسی در مراحل مختلف حین ساخت و همچنین در خاتمه ساخت نیاز دارند. بری حصول از مرغوبیت جوش و مطابقت آن با نیازمندیهای طرح بید کلیه عوامل موثر در جوشکاری در مراحل مختلف اجرا مورد بازرسی قرار گیرد. بری آشنایی بیشتر با مقوله بازرسی جوش بید ابتدا "مراحل بازرسی جوش" را بشناسیم.

- (۱) وظیف بازرس جوش
- (۲) دسته بندی بازرسان جوش
- (۳) توانیهای بازرس جوش
 - (a) آشنایی با نقشه ها و مشخصات فنی
 - (b) آشنایی با زبان جوشکاری
 - (c) آشنایی با فریندهی جوشکاری
 - (d) شناخت روشهای آزمایش
 - (e) توانایی گزارش نویسی و حفظ سوابق
 - (f) داشتن وضعیت خوب جسمانی
 - (g) داشتن دید خوب
 - (h) حفظ متانت حرفه ی
 - (i) تحصیل و آموزش آکادمیک
 - (j) تجربه بازرسی
 - (k) تجربه جوش

جوشکاری با جریان سه فاز :

در این طریقه که هنوز هم متداول است هر یک از دو فاز اصلی مولد بطور جداگانه به دو الکتروود روپوش دار که از نظر مدارات الکتریکی باهم موازی هستند متصل می گردد و فاز سوم به قطعه کار وصل می شود و پس از برقراری جریان برق سه قوس الکتریکی ایجاد خواهند شد و دو قوس بین هر کدام از الکتروودها و سطح کار و قوس الکتریکی سوم هم بین نوکهای الکتروودها به وجود می آید.

ماشینهای جوشکاری جریان مستقیم :

ماشینهای جوشکاری با جریان مستقیم که در آنها قوس الکتریکی با جریان مستقیم ایجاد می شود شامل انواع زیر می باشد .

۱) یک الکتروموتور جریان سه فاز توان لازم را از جریان سه فاز گرفته و دینامو یا محور مولد جریان مستقیم را به حرکت درآورده و در نتیجه جریان و ولتاژ یک طرف و با آمپر ضروری تولید می گردد که بسته به آمپراژ یک انبری یا چند انبری است. این دستگاهها قدرتی بین ۹ تا ۷ کیلو وات ایجاد می کنند و ولتاژ آن از ۳۰ ولت به بالا و شدت جریانی تا ۲۸۰ آمپر را ایجاد می سازند. و چنانچه چند انبره باشد ولتاژی برابر با ۶۰ ولت دارد و شدت جریان بالا را تولید می نماید.

۲) ماشینهای جوشکاری جریان مستقیم که بوسیله موتور احتراقی بحرکت در می آیند یا دستگاه جوش سیار در این نوع دستگاهها موتور احتراق داخلی که سوخت آن بنزین یا سوخت دیزل می باشد بمحور موتور ژنراتور یا مولد جریان مستقیم کوپل گردیده است و قدرت آنها حدود ۸ کیلووات و ولتاژ ۳۰ ولت و آمپراژ تا ۲۵۰ آمپر را تولید می نماید و در محلهائی که فاقد انرژی الکتریکی بوده و یا دسترسی به آن دشوار باشد بکار برده می شود و استعمال این نوع دستگاهها در ساختمانها و جوشکاری تیر آهن های ساختمانی متداول است .

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 سرب باید کاملاً خالص باشد چون سرب مذاب بسیار سیال می باشد. لذا جوشکاری درزهای قطعات سربی که به وضع قائم قراردارند بسیار دشوار و مستلزم مهارت و تجربه زیاد است .

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 مشکل تر 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

(۳) 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 مبنا 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 .

جوشکاری آلیاژهای فولاد با برق :

برای مصارف در صنعت فولاد را با مواردی از قبیل منگنز - نیکل - تنگستن و کرم ترکیب می کنند. این آلیاژهای فولاد را با قوس الکتریکی می توان به هم جوش داد ولی جوش کاری آنها به مراتب سخت تر از آهن است. زیرا در بعضی موارد و اوقات آلیاژ اصلی فولاد در نتیجه حرارت زیاد تجزیه می شود یا باعث سخت شدن قسمت گرم شده گشته و در سطح جوشکاری شده ترکهایی ایجاد می شود . ضمناً شلاکه

(گل جوش) و گاز حاصل از سوختن پوسته الکتروود در گرده جوشکاری باقی می ماند و باعث کم شدن استحکام جوش می شود.

جوشکاری برنز با برق :

برنز آلیاژی است که از ترکیب مس و قلع و روی و آلومینیوم به دست می آید. استحکام برنز نسبت به برنج بیشتر است و برای کارهای تولیدی که به مقاومت زیاد احتیاج داشته باشند و در برابر زنگ زدگی و پوسیدگی مقاوم باشند به کار می رود.

در جوش برنز از الکتروود پوششی نظیر آنچه که برای جوش برنج و مس به کار می رود، می توان استفاده کرد. نکاتی که در جوشکاری برنز باید رعایت کرد عبارت است از :

۱) ناحیه جوش باید کاملاً از روغن و غیره تمیز شود. به طوری که رنگ طلائی برنز ظاهر شود.

۲) از الکتروودهای با پوشش ضخیم و فسفر و برنز استفاده کنید.

۳) مقدار آمپر را معمولاً ۵ تا ۱۰ آمپر بیش از فولاد در نظر می گیرند.

۴) حتی المقدور باید سعی کرد که از گرده پهن در جوشکاری برنز خودداری کرد.

۵) جوشکاری با گاز محافظ.

۶) اساس روش GMAW بر برقراری قوس الکتریکی میان الکتروود (سیم جوش) مصرف شدنی و قطعه کار می باشد و قوس و حوضچه جوش توسط گاز بی اثر محافظت می گردد. این روش به دو صورت اتوماتیک و نیمه اتوماتیک قابل انجام می باشد. تمام فلزات و آلیاژهای مهم صنعتی مانند فولادهای کربنی، فولادهای کم آلیاژ، فولادهای زنگ نزن، آلیاژهای آلومینیم، مس، نیکل، در تمام وضعیتها با از این روش قابل جوشکاری می باشند

۷) منبع نیرو POWER SOURCE جریان متناوب به ندرت در روش GMAW بکار می رود. بیشترین استفاده از جریان مستقیم با وضعیت REVERSE-POLARITY می باشد. البته گاهی اوقات که که ضرورت ایجاب کند که نفوذ کم باشد از وضعیت STRAIGHT-POLARITY استفاده می گردد. انتخاب بین ژنراتور و ترانس رکتیفایر بستگی به قابلیت دسترسی به برق دارد. اگر در زمینه دسترسی به خطوط نیرو مشکلی وجود نداشته باشد. ترانس رکتیفایر ترجیح داده می شود زیرا هم ارزانتر است هم تعمیر نگهداری آن آسانتر می باشد. در GMAW هم از منابع قدرت ولتاژ ثابت استفاده می گردد هم از جریان ثابت.

۸) مشعل جوشکاری welding gun مشعل جوشکاری جریان برق را به سیم جوش انتقال می دهد، امکان هدایت سیم جوش بر روی قطعه کار را فراهم می کند و گاز محافظ را به سطح جوش انتقال می دهد. مشعلهای گوناگونی با توجه به کاربردهای مختلف برای این روش ساخته شده است. برای خنک کردن مشعل از هوا یا آب استفاده می گردد. اینکه از کدام یک از دو سیستم استفاده گردد،

بستگی به مقدار جریان مورد کاربرد، گاز محافظ، طراحی اتصال هم چنین DUTY CYCLE دستگاه دارد. به صورت عمومی برای جریان های بالای ۳۰۰A استفاده از مشعلهای خنک شونده با آب توصیه می گردد. برای جوشکاری با جریان ضربه ای حتماً باید از مشعلهای خنک شونده با آب استفاده کرد. لوله اتصال CONTACT TUBE در مشعلها عموماً از مس و آلیاژهایش ساخته می شود. لوله اتصال بطور مستقیم توسط کابل به منبع نیرو POWER SOURCE متصل است.

سطح درونی لوله اتصال بسیار مهم می باشد زیرا علاوه بر اینکه می بایست جریان برق را به سیم جوش منتقل کند حرکت سیم جوش درون آن می بایست راحت باشد. قطر لوله اتصال عموماً ۰/۱۳ تا ۰/۲۵ میلی متر بیشتر از قطر سیم جوش می باشد. البته برای مواردی مثل استفاده از سیم جوشهای - آلومینیمی این اندازه می بایست بیشتر باشد. سیستم تغذیه کننده WIRE-FEED SYSTEM این سیستم تشکیل گردیده است از یک موتور الکتریکی، غلتکهای متغییر، و تجهیزات نگهدارنده و هدایت کننده سیم جوش. انواع مختلفی از سیستمهای تغذیه کننده سیم وجود دارد، که با توجه به ضخامت الکرو و جنس آن و هم چنین شرایط کار قابل استفاده هستند. این سیستم می تواند به صورت جدا از واحد کنترل کننده سرعت باشد یا می تواند با آن یکپارچه باشد. برای بعضی از کاربردهای خاص می توان سیستم تغذیه کننده را بر روی مشعل نیز تعبیه نمود. در هنگامی که از سیم جوش با آلیاژ نرم استفاده می شود، مناسب است از تغذیه کننده ای با حالت PUSH-PULL استفاده گردد. در تغذیه کننده ها با توجه به سختی سیم جوش از غلتکهایی با اشکال مختلف مانند V,U یا مسطح استفاده می گردد.

واحد کنترل کننده جوشکاری :

این واحد در اصل یک برد الکترونیکی می باشد و معمولاً همراه با سیستم تغذیه کننده سیم جوش در یک محفظه قرار دارد. وظیفه اصلی واحد کنترل، تنظیم سرعت موتور تغذیه کننده سیم جوش می باشد. هم چنین قطع و وصل شدن حرکت سیم نیز توسط این واحد و با توجه به سیگنالهایی که از تورچ جوشکاری می رسد، انجام می شود. توسط این واحد زمان قطع وصل شدن گاز محافظ و عملکرد سیستم آب گرد تورچ نیز کنترل می گردد.

مزایا :

- سرعت جوشکاری در این روش بالاست.
- نرخ رسوب بالاتر از روش زیر پودری SMAW است.
- استفاده از سیم جوش امکان جوشکاری امکان جوشکاری طویل و بدون توقف را فراهم می سازد.
- امکان نفوذ بیشتر از روش زیرپودری فراهم است که در این صورت امکان ایجاد گرده کوچکتر با استحکام مشابه فراهم است.
- احتیاج به توانایی های شخصی کمتری برای جوشکاری دارد.

➤ به دلیل عدم وجود سرباره احتیاج به تمیزکاری کمی دارد.

محدودیت ها :

➤ تجهیزات این روش به نسبت گران و حمل و نقل آن مشکل تر از SMAW است.
➤ استفاده از این روش باری مقطعی که دسترسی به آنها مشکل است با محدودیت در زمینه محافظت گاز مواجه است.

➤ استفاده از این روش در فضای باز به دلیل امکان وزش باد و اختلال در محافظت گاز با محدودیت مواجه است.

➤ به دلیل عدم وجود گل جوش و به تبع آن عدم کاهش نرخ انجماد در فولادهای سختی پذیر امکان ترک خوردن در فلز جوش وجود دارد.

انواع گرده جوش در جوش برق :

طریقه ایجاد قوس الکتریکی با دست :

برای ایجاد قوس الکتریکی مانند نوک زدن مرغ عمل می نمائیم و الکتروود را به کار نزدیک کرده و پس از برقراری شعله آن را در فاصله ای بین ۲ تا ۳ میلیمتر نسبت به کار نگه می داریم و صدای یکنواخت معرف تنظیم بودن جریان جوش می باشد. در جوشکاری تخت الکتروود با زاویه تمایل بین ۱۵ تا ۲۰ درجه نسبت به خط قائم قرار دارد و با تغییراتی در این زاویه می توان تغییراتی در گروه و نوع جوش بوجود آورد. برای پر کردن با حرکات مختلفی که به الکتروود می دهند عمل می شود و انواع مختلف حرکت الکتروود وجود دارد و برای پر کردن درز جوش مورد استفاده قرار می گیرد.

(۱) پر کردن در امتداد محور الکتروود

(۲) پر کردن درز جوش بصورت شکسته و بسته

(۳) پر کردن درز جوش بطور زیگزاگ

(۴) پر کردن درز جوش با نوسان دایره ای

که برای کارهای معمولی و لبه های کار اختیار میشود، و ۳ و ۴ به وسیله گرم نگه داشتن لبه های اتصال مانع خنک شدن حوضچه مذاب گردیده و در نتیجه موجب افزایش نفوذ گرده جوش می گردد. در جوشکاری چند پاس بایستی هر پاس که جوشکاری می شود به وسیله چکش و برس تمیز گردد و سپس پاس بعدی جوش داده شود.

جوشکاری قائم یا (Vertical Welding) :

این نوع جوش دادن معمولاً مشکل می باشد زیرا حوضچه مذاب متمایل می باشد که بسمت پائین حرکت کند و بدین جهت حرکت الکتروود از پائین بطرف بالا در نظر گرفته می شود و برای ورقهای نازکتر از ۱/۵ میلیمتر نمی توان استفاده کرد.

جوش بالای سر (Overhead Welding) :

در این نوع جوشکاری باید قوس الکتریکی ایجاد شده خیلی کوتاه و الکتروود دارای روپوش دیرگذاری باشد تا بتواند پوششی مناسب بر روی حوضچه مذاب بوجود آورد و از چکیدن قطرات فلز ذوب شده جلوگیری کند . در جوشکاری قوس الکتریک گرمای ایجاد شده مابین انتهای الکتروود لبه های صفحات را ذوب نموده و قطرات فلز مذاب را سر الکتروود با سرعتی در حدود ۴۰ متر بر ثانیه جدا می شوند که حد میانگین آنها بین ۱۰ تا ۲۰ قطره در هر ثانیه می باشد.

آزمایش صحت آب بندی جوش آزمایشات متداول به شرح زیر می باشند :

- ۱) آزمایش نظری درز جوش
- ۲) آزمایش مغناطیسی جوش
- ۳) آزمایش به وسیله نفوذ مایعات در درز جوش
- ۴) آزمایش قیاسی جوش
- ۵) آزمایش جوشکاری مخازن تحت فشار
- ۶) آزمایش به وسیله خمش
- ۷) آزمایش جوشکاری به روش ماوراء صوت
- ۸) آزمایش جوشکاری به روش اشعه

آزمایش جوشکاری به روش اشعه :

قطعه جوش داده را مقابل اشعه ایکس X قرار داده و پشت محل جوش داده شده را کاغذ عکاسی قرار می دهند (مانند عکسبرداری های طبی) در موقع عبور اشعه از محل جوش چنانچه ترک یا درز وجود داشته باشد روی کاغذ حساس عکاسی کاملاً مشخص می شود زیرا اشعه X از غالب اشیاء عبور می نماید. برای این منظور دستگاهی مفصل پیش بینی شده است که یک نمونه آن در کارگاه جوشکاری دانشگاه فنی و مهندسی تهران پارس مشغول کار بود و مخارج زیاد و عملکرد صحیح دارد و معمولاً مراکز آزمایش به وسیله اشعه ایکس در هر شهر وجود دارد و قطعات را برای آزمایش به آن مرکز رادیولوژی فلزات می فرستند. در موقع کار با دستگاه اشعه X خطرات محافظتی در برابر تشعشعات اشعه وجود دارد که بایستی با مراجعه به دستور العمل های دقیق محافظت در برابر تشعشع عمل نمود. آزمایش به وسیله اشعه X بسیار دقیق بوده ولی چنانچه مراکزی وجود نداشته باشد دسترسی به آن مشکل است .

آزمایش جوشکاری مخازن تحت فشار :

برای آزمایش درزهای جوش داده شده مخازن تحت فشار مقداری گچ روی درزهای جوشکاری شده می مالند و پس از آنکه خشک شد آن را به وسیله هوا یا گاز اکسید کربن که غیر قابل احتراقند تحت فشار قرار می دهند هر جا که گچ پوسته از روی درز کنده شد، ترک وجود دارد. این آزمایش را می توان با کف صابون

هم انجام داد. کف صابون محل ترکها یا شکافهای نازک را به صورت حبابهایی نشان می دهد. گاهی مخازن را از مایعاتی نظیر آب پر می کنند و تا حدی که مخزن باید فشار را تحمل کند به وسیله پمپ آن را تحت فشار قرار می دهند و ایجاد رطوبت در اطراف گرده جوش نشان دهنده محل ترک یا خلل و فرج می باشد .

آزمایش قیاسی جوش :

قبل از شروع به عمل جوشکاری می توان نمونه ای را با مقدار آمپر و سرعت جوشکاری مشخص و الکتروود مناسب جوشکاری نمود و آن را به طور دقیق آزمایش کرده و با جوشکاری قطعه اصلی مقایسه می نمائیم. در موقع مقایسه باید نفوذ ریشه جوش، ارتفاع قوس الکتریکی و صاف و زنجیره ای بودن جوش را در نظر گرفت. اگر جوشکاری در شرایط صحیح انجام نشود گرده جوش دارای مقاومت کافی نبوده و شکننده می شود. با خم نمودن گرده جوش مقدار نرمی و مقاومت قطعه جوش را به طور تقریب تعیین می نمائیم. در صورتی که نتوان قطعه جوش داده شده را جدا نمود می توان آزمایش را با قطعه ای با همان مشخصات انجام داد . قطعه کار را به گیره بسته و با اهرم آن را خم می کنیم تا اولین ترک در جوش به وجود آید چنانچه مقاومت جوش با مقاومت قطعه کار یکسان باشد قطعه روی خود خم می شود . در این حال جوشکاری خوب انجام شده است . گاهی نمونه جوش را در دستگاه کشش قرار داده و به وسیله نیرویی که به آن وارد می شود مقاومت دقیق کشش جوش را تعیین می کنند.

آزمایش جوشکاری به روش ماوراء صوت :

در این آزمایش امواج ماوراء صوتی را که به وسیله دستگاه مخصوص ایجاد می شود از محل جوش عبور می دهند و چنانچه در مسیر امواج ترک یا مک یا سرباره های جوش وجود داشته باشد دستگاه محل آن را نشان می دهد و درحالی که در نقاطی که جوش سالم است امواج گذشته و منعکس نمی شود.

آزمایش مغناطیسی جوش :

براده یا پودر آهن را با پارافین مخلوط کرده روی گرده جوش می مالند. قطعه کار را در یک حوزه مغناطیسی قوی قرار می دهند. چنانچه سطح جوش ترک خوردگی داشته باشد ذرات ریز براده های آهن در لبه های ترک جمع شده و مانند تار موئی سیاه به چشم می خورند.

گاهی از پودرهای مخصوص برای آزمایش مغناطیسی استفاده می کنند. باید دقت کرد که سطح جوش کاملاً صاف و تمیز باشد تا از آزمایش نتیجه خوب به دست آید.

روش دیگر آزمایش مغناطیسی این است که موم را توسط کاغذ مومی روی کار مالیده و براده های آهن را روی کار می پاشند. مغناطیس را به آن نزدیک کرده تمرکز براده های آهن محل ترک یا تفاله محبوس شده را نشان می دهد. مزیت این روش نسبت به روشهای قبل این است که سطح کار احتیاج به صاف کردن گرده جوش ندارد. آزمایش مغناطیسی فقط ترکهای سطحی را نشان می دهد و برای فلزاتی که خاصیت مغناطیسی دارند استفاده می شود .

آزمایش به وسیله نفوذ مایعات در درز جوش :

این روش برای ترکهای زیر سطحی که به چشم نمی آیند مورد استفاده قرار می گیرد. روی درز جوش را با قلم مو آغشته به مایع رنگینی که خاصیت نفوذ زیادی داشته باشد، می نمایند. این مایع حتی در ترکهای خیلی ریز و سطوح متخلخل نیز نفوذ می کند.

مدتی قطعه مورد آزمایش را به حال خود می گذارند تا مایع در تمام سوراخها و ترکهای گرده جوش خوب نفوذ کند. بعداً اضافه مایع را پاک می کنند، چنانچه گرد یا گچ را روی سطح بپاشیم ترکها و سوراخها بهتر دیده می شوند. ضمناً چون مایع قابلیت نفوذ خوبی دارد از ترکها و سوراخها نفوذ کرده و نقاطی را در طرف دیگر جوش نشان می دهد. این آزمایش را می توان برای تمام فلزات انجام داد .

توضیحاتی پیرامون WPS & PQR :

در نظر بگیرید در کارخانه ی بزرگ که تعداد زیادی پروژه در دست انجام است مسوول کنترل کیفی و یا ناظر هستیم. و با انواع و اقسام حالات جوشکاری برخورد میکنیم ...انواع الکترودها، ورقها با ضخامتهای متفاوت، ماشینهی مختلف که تحت شرایط خاصی تنظیم شده است ،جوشکاران که اغلب به روش سنتی(بدون رعایت اصول علمی)جوشکاری میکنند را در نظر بگیرید. بهترین کار چک کردن کار با کتابچه ی است که به عنوان (Welding Procedure specification) WPS معروف است. هر چند کاربرد اصلی ین دفترچه بری پرسنل تولید است اما در واقع زبان مشترک تولید کننده و بازرس و ناظر میباشد که در بعضی مواقع کارفرمایی بزرگ خودشان WPS مورد قبول خود را به سازنده اریه میکنند و بنی بازرسی ها را بر اساس آن قرار میدهند. فکر میکنم تا حدودی مفهوم را ساده کرده باشم.

استاندارد مرجع AWS حدود ۱۷۰ نوع اتصال را با پوزیشنهی متفاوت معرفی کرده و انواع پارامترهی جوشکاری را بری تمامی انواع فریندها(SMAW-MIG/MAG-TIG-SAW...) معرفی کرده ین متغیرها شامل محدوده ضخامت مجاز بری نوع اتصال دامنه تغییرات مجاز بری آمپر ولتاژ قطر الکتروود نوع پودر زاویه کونیک کردن روش پیشگرم و پسگرم و ... میباشد. که بخشی از وظیفه QC_MAN کنترل میزان تطابق روش جاری جوشکاری با روش مشخص شده در WPS است. در بعضی از موارد خاص که استاندارد روش خاصی اریه نداده اغلب یک طراح جوش بنا به تجربیات خود پروسیجری اریه میدهد. در بعضی شرکتهی بزرگ بری هر پروژه ی یک دفترچه WPS موجود است اما از آنجا که روشها و امکانات موجود هر کارخانه اغلب ثابت است لذا بنظر میرسد که نیازی به WPS های متفاوت نباشد. و تجربه نشان داده که بری کارهی مشخص و ثابت بهتر است یک WPS تهیه شود و از تعدد ایجاد مدارک و مستندات دست و پا گیر جلوگیری شود. یک WPS معمولی میتوانید در حدود ۲۰۰-۲۵۰ صفحه باشد.یعنی به همین تعداد اتصالات مختلف را نشان داده و روش جوشکاری مربوطه را توضیح داده است.

: PQR (Procedure Qualification Record)

ابتدا توضیح کوتاهی در مورد خود PQR لازم است که بید گفت PQR نتیجه آزمایشات مخرب و غیر مخرب در مورد یک نوع مشخص جوش است. که از طرف آزمایشگاهی معتبر بید اریه شود.

حال به این سوال میرسیم که از کجا اعتبار یک WPS را بفهمیم؟ و مدیران خط تولید یا تضمین کیفیت و یا ناظران و کنترل کیفیت چطور از اعتبار WPS اطمینان حاصل میکنند؟

قطعا آن قسمت از WPS که از متن استاندارد استخراج شده نیاز به ینکار ندارد چراکه تمامی موارد پیشنهادی استاندارد هم حاصل تجربیات گروه زیادی از متخصصان بوده است و فلسفه استفاده از استاندارد کوتاه کردن مسیر تجربه است تا زودتر به نتیجه دلخواه برسیم. ولی جدا از نحوه برداشت ما از استاندارد در استاندارد AWS مشخصا به این موضوع اشاره شده که بری موارد پیشنهادی استاندارد نیازی به PQR نیست. اما بری آن مواردی که از استاندارد استخراج نشده و پیشنهاد واحد طراحی و یا مشاور طرح بوده بید حتما PQR تهیه شود.

روش تهیه PQR:

فرض کنیم نیاز داریم بری ۷۰ نوع از انواع اتصالات PQR تهیه کنیم. یا بید ۷۰ نمونه تهیه کنیم؟ و یا ین کار عاقلانه است؟ مسلما خیر.

بنابر جداول مربوط به تهیه نمونه بری PQR میتوان تعداد بسیار کمتری بری تیپیده روش جوشکاری (PQR) تهیه کرد به ین ترتیب که در جداول مربوطه بنا بر تغییرات ضخامت قطعات در اتصالات شبیه به هم تعداد نمونه و نوع و تعداد آزمایشات بری آن نمونه معرفی شده. که پس از فرستادن قطعات به آزمایشگاهی ذیصلاح و گرفتن جواب مثبت میتوان به آن WPS اعتماد کرد و جوشکاری را آغاز کرد.
مثال:

فرض کنید دفترچه WPS را برای تهیه PQR در اختیار دارید. مراحل زیر بری تهیه PQR پیشنهاد میشود.

(۱) اتصالاتی که در استاندارد وجود دارد را تنها با متن استاندارد مطابقت دهید تا چیزی از قلم

نیفتاده باشد و تفرانسها دقیقا استخراج شده باشد و نظیر ین...

(۲) در مورد اتصالات شبیه به هم با مراجع به استاندارد یکی از پرکاربردترین ضخامتها را انتخاب

کنید. بری کارهی سازه ی و اتصال نوع Groove فرض کنید که ۴۵ نوع ضخامت مختلف به شما

معرفی شده. بهترین کار ین است که با مراجعه به جداول استاندارد بهترین نمونه بری تهیه PQR

انتخاب کنیم که ین بهترین انتخاب اغلب پرکاربردترین یا حساسترین اتصال است. مثلا Groove با

ضخامت ۳۰-۳۰ که بنابر جدول استاندارد میبینیم که ین نوع اتصال محدوده ضخامتی ۳mm

تا ۶۰mm را با اعتبار میبخشد یعنی بری ضخامت ۲ تا ۶۰ دیگر نیازی به تهیه PQR نداریم و ین

از مزیی استفاده از استاندارد است.

۱) حال که نمونه مورد نظر را انتخاب کردیم باید در ابعاد مشخص (طول و عرض) که باز هم در استاندارد آمده است آنرا تهیه کنیم و توسط یک جوشکار که داری کارت صلاحیت جوشکاری در حالت مربوطه (۱-۲G-۱G-F۲F و غیره) است جوشکاری انجام شود.

۲) قطعه مور نظر را به آزمایشگاهی معتبر ارسال میکنیم تا تحت تستهی مختلف قرار گیرد. این تستها اغلب خمش کناره-راديوگرافي-ماکرواچ-شکست و ... است.

۳) پس از اعلام نتیجه مثبت آزمایشگاه میتوان جوشکاری را آغاز نمود.



نکاتی در مورد جوشکاری فولادهای ضدزنگ و ضد خوردگی :

خصلت اصلی فولادهای استنلس (ضد زنگ) مقاومت در برابر زنگ خوردگی است (داشتن کرم بیش از ۱۲٪. مویید همین مطلب است). نیکل موجود در این فولادها حتی به مقدار زیاد هم نمیتواند به تنهیی مقاومت در برابر خوردگی را زیاد کند. ولی با حضور کرم میتواند تا حد زیادی این وظیفه را بخوبی انجام دهد. مزیت اصلی نیکل تسهیل یجاد فاز آستنیت و بهبود خاصیت مقاوم به ضربه فولادهای کرم نیکل دار است. مولیبدن شرایط خنثی سازی این فولاد را تثبیت می کند و عموماً عامل افزایش مقاومت به خوردگی موضعی (Pitting) است.

به منظور اطمینان از تشکیل کاربیدهی پیدار که باعث افزایش مقاومت به خوردگی بین دانه ی میشود افزودن Ti و Nb به انواع معینی از فولادهای کرم-نیکل دار ضروری است.

۱- فولادهای ضد زنگ :

کرم و کربن عناصر اصلی ینگونه از فولادها را تشکیل میدهد. هر چند که مقدار کربن کمتر از ۰/۰۴ درصد است تاثیر کرم بر استحکام کششی حتی در مقادیر ۱۳ و ۱۷ و ۲۰ درصد بسیار ناچیز است. در حالیکه در مقادیر زیادتر کربن با عملیات حرارتی مناسب امکان دستیابی به استحکام کششی مناسب و عملیات مکانیکی مورد نظر فراهم میشود.

- با توجه به ریزساختار فولادهای کرم دار را به شرح زیر میتوان دسته بندی کرد:
- الف- فولادهای کرم دار- فریتی (۱۲ تا ۱۸ درصد کرم - ۰/۱ درصد کربن)
- ب- فولادهای کرم دار- نیمه فریتی (۱۲ تا ۱۴ درصد کرم - ۰/۰۸ تا ۰/۱۲ درصد کربن)
- ج- فولادهای کرم دار- مارتنزیتی (۱۲ تا ۱۸ درصد کرم و بیش از ۰/۳ درصد کربن)
- د- فولادهای کرم دار- قابل عملیات حرارتی (۱۲ تا ۱۸ درصد کرم - ۰/۱۵ تا ۰/۲۰ درصد کربن)
- این دسته بندی را در مورد جوش پذیری نیز میتوان تکرار کرد.

تحت شرایط حرارتی نامناسب فولادهای فریتی (گروه الف) تمایل به تشکیل دانه های درشت نشان میدهند. انرژی حرارتی ناشی از جوشکاری منجر به رشد دانه بندی میشود که نمیتوان آنرا با پس گرمی برطرف نمود. در نتیجه کاربرد رسوب میکند و در مرز دانه های فریت باعث شکنندگی و کاهش شدید مقاومت به ضربه فلز جوش میشود. بری غلبه بر این حالت بید از الکتروآستنیتهی تثبیت شده با ۱۹ درصد کرم و ۹ درصد نیکل استفاده نمود. فلز جوشی که بدین ترتیب حاصل میشود دارای خاصیت آستنیتهی و مقاومت به ضربه بالا است. فلز جوشی که بدین طریق حاصل میشود از نظر مقاومت به خوردگی مطابق فولادهای ضدزنگ فریتی میباشد اما از نظر ظاهر با فلز مبنا تفاوت رنگ دارد. در صورتیکه اجبار در یکرنگی باشد بید از فیلر متال مشابه (مثلا ۱۸ درصد کرم به همراه کمی Ti) استفاده شود. Ti در مقادیر جزئی نقش موثر در ریز دانه کردن فلز جوش دارد.

بعلت رابطه گریز ناپذیر بین رشد دانه ها با از دست رفتن استحکام ضربه ی چاره ی جز کاستن از تنش های حرارتی ناشی از عملیات جوشکاری وجود ندارد و بری نیل به این منظور تمهیداتی نظیر الکتروود با قطر کم و سرعت جوشکاری بیشتر و پیش گرمی ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد بید به کار رود.

پس گرمی در حدود ۷۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد خاصیت استحکام به ضربه فلز جوش را بهبود میدهد. همچنین آنیلینگ (Annealing) به مدت کم نیز باعث تجمع کاربرد شده و تا حدی شکنندگی فلز جوش را جبران میکند و همینطور به تنش گیری نیز کمک میکند. ولی هرگز باعث رفع کامل درشت دانگی HAZ نمیشود.

اقدامات مشابهی حین جوشکاری فولادهای نیمه فریتی و کوئنچ ترم شده با ۱۲ تا ۱۴ درصد کربن (دسته ب) نیز ضروری است. میدانیم که سرد کردن سریع باعث تشکیل فاز شکننده مارتنزیتی میشود لذا ضرورت دارد که درجه حرارت قطعه حین انجام جوش بالا نگهداشته شود. قطعه کار ابتدا ۳۰۰ تا ۳۵۰ درجه پیش گرم میشود. درجه حرارت بین پاسی (Inter pass) ۳۰۰ درجه مناسب است و از این کمتر نبیید شود. ضمنا قطعه کار بید بلافاصله در دمی ۷۰۰ تا ۷۶۰ درجه پس گرم شود. این سیکل حرارتی در مجموع باعث یجاد فلز جوشی با ساختار یکنواخت و چقرمه در کل طول درز جوش میشود و خطر شکنندگی و رشد دانه ها را تا حدود زیادی مرتفع میکند.

فولادهای کرم دار مارتنزیتی (دسته ج) معمولاً قابل جوش نیستند و صرفاً به منظور تعمیر و اصلاح عیوب جوشکاری بر روی آنها انجام میپذیرد. بری جوشکاری فولادهای کرم دار با ۱۲ تا ۱۴ درصد کرم مقدار کربن در فیلر متال نبید از ۰/۲۵ درصد تجاوز کند. این نوع فولاد در هوا سخت میشود. از اینرو هیچ اقدام پیشگیرانه موثری به منظور غلبه بر سخت شده HAZ وجود ندارد. اما با اعمال پیش گرم زیاد که با پس گرم بلافاصله قطعه همراه باشد میتوان تا حدودی مشکل را برطرف کرد و سختی نامطلوب را در حد پینی نگاه داشت. دمی پس گرم ۷۵۰ تا ۸۰۰ توصیه میشود و کمتر از این دما ممکن است باعث تاثیر منفی در مقاومت به خوردگی شود.

آنیلینگ در حرارتی بین ۶۵۰ تا ۶۵۰ درجه ممکن است باعث رسوب کاربید و بروز خوردگی بین دانه ی شود.

۲- فولادهای مقاوم به خوردگی

فولادهای آستنیتی مقاوم به خوردگی کرم-نیکل دار عموماً داری خواص جوشکاری مطلوبی هستند (جوش پذیرند). اما خصوصیات چند از این فلزات بید مدنظر قرار گیرد.

الف- ضریب هدیت حرارتی کم.

ب- ضریب انبساط حرارتی زیاد.

ج- سرشت انجماد اولیه این نوع فولادها که تاثیر مهم و تعیین کننده ی بر مکانیزم وقوع ترک گرم در آنها دارد. وجود مقدار مشخصی از فریت در فلز جوش بیانگر مقاومت آن به ترک گرم است.

به کمک نمودار شفلر-دولانگ امکان تعیین ریز ساختار بر اساس ترکیبات فلز جوش ممکن است.

نمودار شفلر-دولانگ کمکی عملی در تعیین مقدار تقریبی فریت (فریت دلتا) و سرشت ریز ساختار تشکیل شده حین جوشکاری فولادهای آلیازی غیر همجنس ارواه میدهد. علاوه بر این برآوردی کلی از تاثیرات مقادیر کم فریت بر مقاومت به ترک گرم فلز جوش آستنیتی را مقدور میسازد. تجربه ثابت کرده که روشهی متفاوت تعیین درصد فریت عملاً مساله ساز است و طبق توافق جهانی به جی درصد فریت تعداد فریت را مینا و ماخذ محاسبات قرار میدهند .

بعضی از دوستان احتمالاً از مطالب مربوط به نمودار شفلر آنچنان برداشت منسجم و دقیقی نداشتند کاملاً حق دارند و پیشنهاد میکنم به کتب و منابع معتبر بری فهم بهتر مطلب مراجعه کنند.

الف- فولادهای فریتی یا فولادهای فریتی-پرلیتی از نوع (Cr یا Cr-Si و Cr-Si-Al) و فولدهای فریتی-آستنیتی

ب- فولادهای مقاوم به حرارت از نوع آستنیتی از نوع Cr-Ni-Si

در حالیکه در جوشکاری قطعات فولادی از نوع آستنیتی با الکترودهای همجنس آن پیشگرم قطعه ضرورتی

ندارد فولادهای مقاوم به حرارت از نوع فریتی کرم دار را معمولاً ۱۰۰ تا ۳۰۰ درجه پیش گرم و در ۷۵۰

درجه هم پس گرم و آنیل میکنند. علت ینکار هم غلبه بر درشت دانگی و تمیل به ترد شدن HAZ است.

قطعات ریختگی از جنش فریت_آستنیت را بید در حالت گرم ۷۰۰ تا ۸۰۰ درجه جوش داد و اجازه داد که به تدریج سرد گردد.

جوشکاری فولادهای فریتی و فریتی-پرلیتی با الکترودهی هم جنس قطعه کار کاهش در استحکام ضربه‌ی فلز جوش را نشان میدهد لذا پیشنهاد میشود بین نوع فولادها را با الکترودهی آستنیتی مقاوم به حرارت جوش داد. در این حالت نیز بید توجه داشت که مقاومت به حرارت فلز جوش آستنیتی در محیط احتراق با گازی اکسید کننده با هوا تقویت میشود و طبیعتاً بین مقاومت به حرارت در محیط گازی احیا کننده به مقدار زیادی کاهش می‌یابد بری غلبه بر محیط احتراق با مقدار زیاد گاز گوگرد استفاده از الکترودهی با کرم زیاد توصیه میگردد .

h-Daneshmand.ir