

جوشکاری قوس الکتریکی

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 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 آندو 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 .

۱. ایجاد حوزه مغناطیسی و عدم کنترل قوس الکتریکی
۲. ازدیاد فاصله الکترود نسبت به سطح کار
۳. آمپر بیش از حد یا آمپر بالای غیر ضروری
۴. عدم انتخاب قطب صحیح برای جوشکاری

اطلاعات پاکت الکترود

مطابق استاندارد پاکت ها و کارتهای الکتروود 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 الکتروود علاوه بر نام کارخانه سازنده , نوع جنس نیز درج می شود که برای مصرف صحیح حائز اهمیت است .

هر پاکت الکتروود بایستی علاوه بر اسم تجارتي الکتروود, طبقه بندی آن الکتروود را حداقل طبق یکی از استانداردهای مهم بیان نماید. برای آگاهی از طول زمان ماندگی الکتروود در کارخانه, بازار یا انبار و غیره . شماره ساخت یا تاریخ تولید روی پاکت نوشته یا مهر زده می شود .

قطر سیم مغزی الکتروود 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 شیمیایی , 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

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 60 10

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 6 و 0 یعنی مشخصه فشار کشش گرده جوش بر حسب پاوند بر اینچ مربع بوده بایستی آن را در ۱۰۰۰ ضرب نمود یعنی فشار کشش گرده جوش این نوع الکتروود ۶۰۰۰ 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 .

۱. چنانچه علامت چهارم یا آخر صفر باشد موارد استعمال این الکترودها 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 .
۲. چنانچه علامت چهارم یک باشد موارد استعمال این الکترود با AC , DC می باشد. شکل ظاهری جوش این الکترود صاف و در شکافها و درزها کمی مقعر و درجه سختی جوش کمی زیادتر از گرده اول است .
 $AC =$ جریان متناوب و $DC =$ جریان مستقیم می باشد () .
۳. اگر علامت چهارم ۲ باشد موارد استعمال الکترود با DC , AC می باشد. نفوذ جوش متوسط و درجه سختی جوش کمی کمتر از دو گروه قبل می باشد نمای ظاهری آن محدب است .
۴. اگر علامت چهارم ۳ باشد این الکترود را می توان با جریان AC متناوب یا جریان مستقیم به کار برد. درجه سختی گرده جوش این الکترود 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 .
۵. اگر علامت چهارم ۴ باشد این الکترود را می توان با جریان AC , DC به کار برد .

موارد استعمال این الکترود برای شکافهای عمیق یا در جایی که چندین گرده جوش به روی هم لازم است می باشد .

۱. 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 الکترود کم و دارای قوس الکتریکی آرامی است و پوشش شیمیایی آن از گروه پوشش الکترودهای بازی است .
۲. 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 .

الکترودهای پر مصرف

انواع الکترود برای جوشکاری در تمام حالات مخصوصاً سربالا

استاندارد آما 1/421 م ج
رنگ شناسائی : انتها - سورمه ای سیر
الکترود روتیلی رویوش متوسط برای فولادهای ساده در تمام حالات مخصوصاً جوش سربالا و بالاسر و حالات
اجباری، دارای اکسید **آهن** .
دارای گواهی از لویدز ژرمن
جوش دادن با این الکترود بسیار آسان است و سرباره آن بخوبی پاک می شود - قوس آرام دارد - گرده جوش تمیز
است و حالات مختلف را با شدت جریان ثابت بخوبی جوش می دهد .

انواع الکترود برای جوشکاری در تمام حالات مخصوصاً سربالا

استاندارد آما 1/421 م ج
استاندارد آمریکائی AWS.E 6013 :
رنگ شناسائی : انتها - زرد
الکترود با رویوش متوسط روتیلی برای جوشکاری فولادهای معمولی در ساختمان اسکلت های فلزی - خرابها -
پل سازی - در و پنجره سازی - ورق کاری و سایر کارهای آهنی - این الکترود را می توان برای جوشکاری
در همه حالات (عمودی - افقی - و بالاسر) استفاده نمود. محل جوش نرم است و بخوبی قابل براده برداری یا
چکش کاری می باشد .

دارای گواهی از لویدز ژرمن و دانشکده پلی تکنیک تهران و هنرستان صنعتی تهران .

انواع الکتروود مخصوص جوشکاری مخازن - ماشین سازی - پل سازی و کشتی سازی

استاندارد آما ۱/۴ + ۵۰ ک ج
استاندارد آمریکایی AWS.E 7018/8018 :
رنگ شناسائی : انتها - نقره ای
الکتروود قلیائی برای کارهایی که به جنس جوش فشار زیاد وارد می شود مانند مخازن دیگها - مصارف ماشین سازی - کشتی سازی - پل سازی و بناهای فولادی - قابل کار روی فولادهای ساختمانی ، St ۳۳ ، St ۳۴ ، 42 St ، 50 St ، 52 St ، 60 St ، 70 St و فولادهای دانه ریز با مقاومتهای ۵۰ تا ۶۲ کیلوگرم مثل فولادهای ۵۰ ، Fb ۵۰ ، 36 Bh ، 36 Union ، 50 Hoag ، 6 Fk ، F 38 Sb ، 50 Aldur ، 154 Dillinal ، 39 Bh ، 5 Mn 17 ، 4 Mn 19 ، Hsb و ورقهای دیگ سازی HIII ، HII ، HI ، ورقهای لوله سازی ، St ۵۵/۴ ، 55 St ، 8/45 St ، 5/45 St ، 45 St ، 8/35 St ، 35 St ، 4/35 St ، 35 St و فولادهای کشتی سازی A . B . C . D . E و فولادهای مقاوم در سرما N 35 TT St ، N 45 TT St ، N 45 TT St ، V 41 TT St ، N 41 TT St ، V 35 TT St و فولادهای مقاوم در کهنگی و سرما .
دارای گواهی از خط آهن دولتی آلمان فدرال و لویزرزمن برای فولادهای ، St ۵۰ ، 60 St ، 70 St آزمایش شده از طرف اتحادیه مراقبتهای فنی آلمان تا منهای ۸۰ درجه سانتیگراد .
این الکتروود با پاشیدن متوسط در همه حالات به آسانی جوش می خورد. فقط الکتروودهای خشک مصرف شود. با قوس کوتاه جوشکاری شده و حتی المقدور کمتر نوسان دهند. سربار آن به آسانی پاک می شود. مخصوصاً ثبات فرم آن حتی در حرارتهای کم و تنشهای نامناسب جالب توجه است .

الکتروودهای مخصوص رنده های ماشین تراش و صفحه تراش یا فولادهای تنه بر

عملیات حرارتی

الف- تاباندن ۵ ساعت در ۸۲۰ درجه سانتیگراد

ب- آب دادن : حرارت سردکردن ۱۲۸۰ تا ۱۳۲۰ درجه سانتیگراد

وسیله سردکردن : روغن - حمام گرم - هوای خشک فشرده
حرارت حمام کردن : ۵۰۰ تا ۵۵۰ درجه سانتیگراد
حرارت رنگ گیری : ۵۶۰ تا ۵۸۰ درجه سانتیگراد

نمونه مصرف

رنده صفحه تراش طبق دین ۴۵۵۲

ساختمان یک رنده صفحه تراش نوبا :
این فولاد بهتر از همه است زیرا دارای تمام خواص جوشکاری و آبدهی می باشد .
حتی المقدور از مصرف فولادهائی که بیش از ۰/۴۵ % و کمتر از ۰/۳۵ % کربن دارند اجتناب شود .

طرز کار

الف- گرم کردن سریع ۶۰۰ تا ۷۰۰ درجه سانتیگراد

ب- جوش دادن

د- سائیدن مقدماتی (در صورت تاباندن جهت نرم شدن عملیات براده برداری هم ممکن است)

هـ - آب دادن در حرارت ۱۲۸۰ درجه سانتیگراد (در روغن)

و- رنگ گیری نیم ساعت در ۵۶۰ درجه سانتیگراد

ز- به اندازه سائیدن

برای محدود کردن جوش روکنشی قطعاتی از مس یا فلزات سبک و همچنین قطعات گرافیت پهلوی آن قرار می دهند. این قطعات کار جوش را آسان کرده و سرعت کار را زیاد می نماید .
قطعات فوق باید طوری باشند که جلوی جریان جوش را نگیرند. برای این منظور یا باید یخ خورده باشند (۴۵ درجه) و یا بین قطعات و قطعه کار ۲ تا ۳ میلیمتر فاصله باشد .
انتخاب قطر الکتروود بسته به سطحی است که باید روکش شود .

آما ۱۱۰۵

رنگ شناسائی : انتها - زرد با خال نقره ای

استاندارد: آمریکائی FE.5B E

مخصوص تهیه و اصلاح لبه های افزارها مثل رنده های ماشین تراش و صفحه تراش .

آما ۱۱۰۵ می تواند در تهیه کارهای نو روی فولادهای ساده و در کارهای اصلاحی روی تمام افزارهای فولاد تدبیر روکنشی شود .

این الکتروود دارای قوس آرام است و آسان هدایت می شود جنس جوش متراکم و بدون خلل و فرج بوده سخت و پر مقاومت می باشد و عملیات حرارتی لازم ندارد ولی به هر صورت با آن عملیات سخت تر خواهد شد .



جنس جوش در هر حال قابل براده برداری نیست و فقط ممکن است با سنگ سمباده سائیده شود. در جوش روکشی به روی فولاد کربن دار وقتی بهترین نتیجه حاصل می شود که به فلز مینا حداقل حرارت لازم جهت چسبیدن جوش برسد. برای این منظور باید حتی المقدور با جریان کم جوشکاری کرد و الکتروود را نوسان نداد. فلز مینا باید قبلاً در حدود ۶۰۰ الی ۷۰۰ درجه سانتیگراد گرم شده باشد و هنگام جوش این حرارت حفظ شود از نظر ترکیبات خاصی که در روپوش وجود دارد با الکتروود آسیب دیده نباید جوش داد.

الکترودهای روکش سخت و مقاوم در برابر فرسودگی

رنگ شناسائی : انتها - سبز با خال سفید

الکتروود روپوش کلفت اوستنیتی همراه با کرم - **نیکل** - و مانگنز برای جوشکاری اتصالات عالی و ترک نخور- فولادهای بد جوش یا فولاد ریختگی. جوش روکشی ریل های تراموای سوزن خط آهن - زنجیرهای حرکت تراکتورهای زنجیری و امثال آن - قشر لائی پر مقاومت در روکشهای سخت مخصوصاً قسمت های فرسوده شونده در فولاد سخت کرم دار مخصوص فولادهای ساده و آلیاژدار با استحکام زیاد- فولادهای احیا شده فولادهای زنگ زن کرم دار فولادهای مقاوم در پوسته شدن - فولادهای سخت منگنز و فولادهای معمولی . دارای گواهی از خط آهن آلمان فدرال برای روکشی و جوش دادن فولاد سخت منگنز اما ۱۰۹۰ با قوس آرام ذوب می شود در حال عادی پس از **جوشکاری** جنس جوش نرم و پر مقاومت است و می تواند با عملیات سخت کننده سرد تا ۴۰۰ برینل سخت گردد. جنس جوش به مقدار زیادی زنگ زن و مقاوم در الکتروشیمی است. تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد سخت است و پوسته نمی کند .

الکترودهای مقاوم در برابر حرارت برای ساختمان تاسیسات نفتی و شیمیائی آماچی 1248 ن

رنگ شناسائی : انتها - سفید با خال آبی

الکتروودی است با روپوش قلیائی و با ۵/۰٪ کرم و ۵/۰٪ مولیبدن مناسب برای کار به روی فولادهای مقاوم در برابر حرارت های زیاد و عملیات پر فشار مانند ساختمانهای مراکز جدید تاسیسات نفتی و شیمیائی . دارای گواهی از کارخانه شل هندی. این الکتروود جریان آرام و روان دارد سرباره آن آسان پاک می شود و در تمام وضعیت به آسانی کار می کند. درز آن تمیز و خوش منظره است. برای رسیدن به یک جوش بی نقص نباید الکتروود را نوسان داد و همچنین باید حتی المقدور طول قوس را کوتاه نگه داشت. فقط باید الکترودهای خشک مصرف کرد. در صورت مرطوب شدن الکتروودها باید آنها را دو ساعت در حرارت ۱۵۰ درجه سانتیگراد خشک کرد و سپس به مصرف رساند . پیش گرم کردن قطعه کار از ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد و گرم کردن آن برای رفع تنش از ۷۲۰ تا ۷۵۰ درجه سانتیگراد توصیه می شود .

رنگ شناسائی : انتها - سفید با خال سفید

استاندارد : آلمانی KB[^]IS

الکتروود قلیائی با روپوش کلفت برای جوشکاری فولادهائی که حداکثر تا ۵۵۰ درجه سانتیگراد را به طور قائم تحمل می نمایند مانند دیگها- مخزن و لوله ها و فولادهای ریخته گری مخصوص جوشکاری روی فولادهای ۱۷ Mn4,19Mn5,15Mo3,HIV و فولاد ریخته گری Gs22Mo4 و فولادهای دانه ریز با مقاومت ۵۰ تا ۶۰ کیلوگرم بر میلی متر مربع آزمایش شده از طرف اتحادیه مراقبتهای فنی آلمان- دفتر آمریکائی و لویدزمن . این الکتروود دارای قوس آرام و ثابت است. پاشیدن آن بسیار کم می باشد. سرباره در قطعات متوسط به آسانی پاک می شود. منظره گرده جوش تمیز است. اندازه های تا ۳/۲۵ میلیمتری آن مخصوص لایه ریز در حالات اجباری درست شده است. این الکتروود به طریقه مخصوصی با دو روپوش تهیه گردیده و در تمام حالات به استثنای از بالا به پایین قابل جوشکاری است . فقط الکترودهای خشک را مصرف نمایند .)

الکترودهای مخصوص جوشکاری سربالا

استاندارد آما 1/322 ن ج

رنگ شناسائی : ندارد

الکتروودی است برای جوشکاری در تمام حالات مخصوصاً عمودی سربالا، دارای قابلیت پل زنی خوب، با این الکتروود می توان ورقهای نازک را هم بخوبی ورقهای ضخیم جوش داد. درز جوش ریز فلس بوده و بسیار تمیز است. گرده جوش کمی برجسته و بدون اثر سوختگی است. برای جوشکاری تعمیراتی و جوشکاری نوسازی در اطاق کامیون - قطعات اتومبیل - مخازن و ساختمانهای فولادی و ورقهای نازک مناسب است . برای جوشکاری همیشه طول قوس کوتاه انتخاب کنید. در جوشکاری بالا سر قطر کوچکتري انتخاب نمائيد .

استاندارد آما 1/421 م ج

رنگ شناسائی انتها : زرد با خال قرمز

استاندارد : آمریکائی E 6013



الکترودها با روپوش متوسط تیتانی برای جوش اتصالی در ساختمانهای فولادی ماشین سازی- واگن سازی- دیگ و مخزن سازی - کشتی سازی - درزهای لب به لب و گلوئی روی فولادهای ساده st33 , st34 , st33 , st37 , st43 , st52 و فولادهای لوله سازی ۲۵ , st و فولادهای طبق دین ۱۶۲۳ و فولاد رخته گری . A, B, C و فولادهای طبق دین ۱۶۲۳ و فولاد دیگ سازی HIII, HII, HI و فولاد کشتی سازی دارای گواهی از خط آهن آلمان فدرال تا - 52 st لویزر ژرمن - آزمایش ده از طرف اتحادیه مراقبتهای فنی آلمان . این الکترودها به آسانی روشن می شود، پاشیدن کم دارد- در همه حالات جوش می دهد و سرباره آن به آسانی جدا می گردد .

الکترودها در جوش قوس الکتریکی

انواع قوس ها در جوشکاری با قوس الکتریک :

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 دپده می شود که جوشکاری با جریان مستقیم راحت تر و بهتر انجام می گیرد .

جنس الکترودها در جوشکاری با قوس الکتریک :

چنانچه الکترودها از نوع غیر مصرفی باشد الکترودها از کربن - گرافیت یا تنگستن اختیار می گردد. الکترودهای کربنی یا گرافیتی مورد استعمالشان فقط در جوشکاری یا 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. الکترودها چدن
۵. فلزات غیر آهنی

در مورد فلزات غیر آهنی از الکترودها و آلیاژهای مانند مس - آلومینیوم - آب نقره برنج و یریز 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 تیتانیم - Ti سلولز روتایل - اجسام الیافی مانند آسبست - خاک رس - سیلیسیم Si پور تالک و مایع سیلیکات سدیم یا پتاسیم و غیره می باشد. مقدار وزن پوشش نسبت به الکترودها ۲۵% تا ۵۰% وزن الکترودها و نقطه ذوب مجموعه مواد تشکیل دهنده بایستی کمتر از فلز یا آلیاژ سازنده الکترودها جوشکاری باشد . فاصله الکترودها را نباید از کار زیاد نمود تا الکترودها نتواند با گازهای متصاعده از روپوش خود منطقه ذوب را نگهداری کند و در برابر تاثیر گازهای خارجی محافظت بنماید .

اثرات الکترودها شامل موارد زیر است :

۱. اگر روپوش الکترودها 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 الکترودها 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 الکتروذوب 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 روتابی
۳. الکترودهای بازی

که از اسم آن ها می توان به تر کیبات آن پی برد .

انواع گرده جوش در جوش برق

طریقه ایجاد قوس الکتریکی با دست

برای ایجاد قوس الکتریکی مانند نوک زدن مرغ عمل می نمائیم و الکتروذوب 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 الکتروذوب 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 الکتروذوب می دهند عمل می شود و انواع مختلف حرکت الکتروذوب وجود دارد و برای پر کردن درز جوش مورد استفاده قرار می گیرد .

۱. پر کردن در امتداد محور الکتروذوب
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 ۲۰۱ برای کارهای معمولی و لبه های کار اختیار میشود و ۲ و ۳ به وسیله گرم نگه داشتن لبه های اتصال مانع خشک 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 Verticalwelding

این نوع جوش دادن معمولاً مشکل می باشد زیرا حوضچه مذاب متمایل می باشد که بسمت پائین حرکت کند و بدیت جهت حرکت الکتروذوب 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 weling

در این نوع جوشکاری باید قوس الکتریکی ایجاد شده خیلی کوتاه و الکتروذوب 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 الکتروذوب لبه های صفحات را ذوب نموده و قطرات فلز مذاب را سر الکتروذوب 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 .



جوشکاری فلزات رنگین

جوشکاری فلزات رنگین با گاز استیلن یا کاربیت (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 .

جوشکاری مس با گاز

بهترین طریقه برای جوشکاری **مس** جوشکاری با **اکسیژن** است (جوش اکسیژن = اتوگن = استیلن = کاربید 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 الکترود مثبت) زاویه الکترود 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 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 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 یخ نزنید. زیرا ذرات گرافیت روی ذرات آهن مالیده می شوند و لحیم سخت خوب به چدن نمی چسبید. 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 آسیست 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, Al و Mg, Mn 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 ۲۵۰ 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 وگرده جوش کمتری ایجاد نمود تا فرصت زیادی برای تبخیر روی نباشد. برنج را می توان با الکترودهای گرافیتی و معمولی جوشکاری نمود، درجوشکاری 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 درمحل 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 و متخلخل می سازد و شعله را باید طوری تنظیم کرد که اکسیژن آن از استیلن بیشتر باشد زیرا 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 ۲ میلیمتر را از راست به چپ و ورقهای ضخیم تر از ۲ 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 اکسیده 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 شستشو مواد اضافی تفاله و روانساز و یا گرد جوشکاری اضافی را باید کاملاً تمیز کرد و بر طرف نمود.

جوشکاری فولادهای مولیدونی

وقتی که به فولاد مولیدون اضافه شود مقاومت آن را بالا می برد مخصوصاً در حرارتهای زیاد، بنابراین موارد استعمال این نوع فولاد بیشتر در لوله هائی که تحت فشار و حرارت زیاد باشد بیشتر است. بعضی از فولادهای مولیدونی 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 الکترود 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 (E_7015 (LOWHYDROGE استفاده نمود. در مورد **جوشکاری** ورقهای ۵ میلیمتر و ضخیمتر لازم است بعد از جوشکاری ۱۲۰۰ الی ۱۲۵۰ درجه فارنهایت گرم کرده و برای ضخامت ۱۲/۵ 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 فارنهایت از حرارت آن کاسته شود وقتی که قطعه به ۱۵۰ درجه فارنهایت رسید بعد می توان قطعه را در هوای معمولی سرد کرد.

جوشکاری مونل و اینکونل

فلز مونل آلیاژی است از ۶۷٪ نیکل و ۳۰٪ **مس** و مقدار کمی **آهن** و **آلومینیوم** و **منگنز**. فلز اینکونل آلیاژی است از ۸۰٪ **نیکل**، ۱۵٪ گرم 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 الکترودهای 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.

۱. قشر نازک اکسید تیره رنگ را از نقاطی که باید جوشکاری کرد به وسیله برس یا سمباده پاک نمائید.
۲. به گرم کردن قبلی احتیاجی نیست.
۳. از الکترودهای با پوشش ضخیم استفاده به عمل آید.
۴. درمورد جوشکاری حالت تخت زاویه الکترود نسبت به خط قائم درجه و در مورد حالتها دیگر الکترود عمود بر صفحه باید باشد.
۵. -گرده های باریک ایجاد گردد.

جوشکاری طلا

جوشکاری طلا به طریق DC با جریان مستقیم انجام میگردد. الکترود را به قطب منفی وصل می نمائیم و یا با جریان فرکانس زیاد جریان متناوب کار میکنیم. ضمناً می توان برای جوشکاری طلا از طریق جوشکاری نقطه جوش استفاده کرده که با الکترود 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 شعلهای 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 د 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 میلیمتر احتیاج به یخ زدن ندارند، چنانچه امکان جوشکاری از دو طرف باشد دو نفر جوشکار می توانند ورقهای به ضخامت حتی ۱۵ تا ۲۰ میلیمتر را لب به لب جوش بدهند و برای لوله های ضخیمتر آن را یخ می زنند. قطعات ریخته گری شده **آلومینیوم** را فقط در وضع افقی جناعی 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 فنری 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 کتافات 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 آلیاژهای 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 - بریز - **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 جلائی 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 الکترود 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 الکترودهایی که دارای فسفر برنز، سیلیکان یا 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 الکترود 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 الکترود معمولی جوشکاری نمود. در جوشکاری با الکترود 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 الکترود 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

الکترود برنز مخصوص جوش اتصالی و روکشی برنز - اتصال برنز به فولاد ریختگی به چدن سیاه - روکشی با تاقانهای برنز در ماشین سازی - اتصال آلیاژهای مسی و قطعات مس و تعمیر وسائل برنزی.

این الکترود 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 الکترود 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 اتصال 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 ترکهای 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. نکته ای 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.

جوشکاری آلومینیوم با برق

آلومینیوم فلزی سفید رنگ است، قابلیت هدایت الکتریکی و حرارتی آلومینیوم زیاد بوده و در مجاورت هوا قشری به نام اکسید آلومینیوم روی آن را می پوشاند. که ضخامت آن 0.002 میلیمتر می باشد. و آلومینیوم را در مقابل بسیاری از گازها و مایعات محافظت می کند. درجه ذوب آلومینیوم C 658 سانتیگراد است، درجه ذوب اکسید آلومینیوم در حدود 2000 درجه سانتی گراد می باشد. برای بر طرف کردن این اکسید که مانع عمل جوش کاری می باشد از پوشش هایی که تولید سربارهای مخصوص می نماید استفاده می کنند و گرد آلومینیوم یا گرد **جوشکاری** آلومینیوم بر طرف کننده قشر اکسید شده و کثافات سطحی می باشد.

انتخاب الکتروود برای جوشکاری آلومینیوم با برق

الکتروودهایی که برای جوشکاری آلومینیوم استفاده می شود دارای پوشش ضخیم بوده و جنس آن حدود ۹۵٪ آلومینیوم و ۵٪ سیلیسیوم می باشد. قطر الکتروود را مناسب با ضخامت قطعه کار باید انتخاب کرد. چون پوشش الکتروود رطوبت را جذب می کند باید آن را حتماً درمحل خشک نگهداری کرد. الکتروودهای مرطوب را می توان در درجه حرارت ۲۰۰ درجه سانتی گراد خشک کرد. زاویه الکتروود نسبت به قطعه کار در جوش آلومینیوم حدود ۴۵ درجه می باشد. برای ایجاد قوس الکتروود و کار، نوک الکتروود و کار را باید با برس سیمی یا کاغذ سمباده تمیز کرد.

طریقه جوشکاری آلومینیوم با برق

برای جوشکاری آلومینیوم باید طول قوس را حتی المقدور کوتاه نگه داشت. برای اینکه جوشکاری خوب انجام شود قطعات ضخیمتر از ۵ میلیمتر را حدود ۲۰۰ درجه و برای ضخامت های تا ۲۰ میلیمتر را حدود ۴۰۰ درجه سانتی گراد گرم می کنند. در موقع تعویض الکتروود و ادامه جوشکاری بایستی حدود ۳ سانتیمتر از تقاله هایی را که روی جوش بسته شده پاک کرد.



در جوش آلومینیوم با جریان برق از قطب معکوس استفاده می شود. قطعات آلومینیوم ریخته شده را باید قبل از **جوشکاری** تا حدود ۲۶۰ درجه سانتی گراد گرم کرد. بعد از خاتمه جوشکاری باید تفاله جوش را از روی گرده جوش پاک کرد و آن را با آب نیمه گرم شست.

ورق های آلومینیوم که ضخامت آنها از ۲ میلیمتر کمتر است با جوش **اکسیژن** یا استیلن بهتر می توان جوش داد باید توجه داشت که از گرد مخصوص جوشکاری آلومینیوم باید در جوش گازحتماً استفاده نمود و زیر کار را نیز محکم نموده تا از ریختن جلوگیری شود و نیز سرعت عمل در ایجاد حوزه مذاب سریع مورد نظر می باشد و نیز از شعله قدری احیاء کننده استفاده گردد زیرا به سرد نمودن کار کمک می نماید. بهتر است از آجرهای نسوز یا مواد شبیه آن استفاده گردد.

الکتروده مخصوص آلومینیوم خالص در دستگاهها

در ایران معروف به نام آما 1075

رنگ شناسائی : انتها- قهوه ای باخال نقره ای

الکتروده **آلومینیوم** روپوش شده برای **جوشکاری** آلومینیوم خالص در مخازن و دستگاهها می باشد. این الکتروده دارای جریان نرم است و در تمام حالات به خوبی جوش می خورد و چون نقطه ذوب آن پایین است خیلی زود آب می شود. برای جلوگیری از سوختن و پاشیدن باید طول قوس را حتی المقدور کوتاه نگهداشت.

برای به دست آوردن درز صاف و بدون سوراخ در قطعات کلفت تر از ۸ میلیمتر بهتر است قطعه تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد گرم شود. قطر الکتروده را معادل ضخامت دیواره جوش دادنی انتخاب می کنند. برای به دست آوردن درز جوش مقاوم در الکتروشیمی لازم است که بقایای سرباره جوش را خوب پاک کنند.

جنس روپوش رطوبت جذب می نماید و باید الکترودها را حتماً در محل خشک نگهداری کنند. الکترودهائی که مرطوب شده باشند می توانند در حرارت ۲۰۰ درجه سانتیگراد دوباره خشک شوند.

رنگ شناسائی : انتها – قهوه ای

الکتروده روپوش دار برای آلیاژهای آلومینیوم مثل $AlMn$, $MiMg$, $AlMg_1$, $AlMg_3$, $AlMg_5$ و در وسایل نقلیه – دستگاهها و مخزن سازی – جوشکاری های مقاوم در آب دریا و در کشتی سازی به کار می رود. این الکتروده دارای جریان نرم است و در تمام حالات به خوبی جوش می خورد و چون نقطه ذوب آن پایین است خیلی زود آب می شود.

برای جلوگیری از سوختن و پاشیدن زیاد باید طول قوس را حتی المقدور کوتاه نگه داشت. برای به دست آوردن درز صاف و بدون سوراخ در قطعات کلفت تر از ۸ میلیمتر بهتر است قطعه تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد گرم شود. قطر الکتروده را معادل ضخامت دیواره جوش دادنی انتخاب می کنند. برای به دست آوردن درز جوش مقاوم در الکتروشیمی لازم است که بقایای سرباره جوش را خوب پاک کنند.

جنس روپوش رطوبت جذب می نماید و باید الکترودها را حتماً در محل خشک نگهداری کنند. الکترودهائی که مرطوب شده باشند می توانند در حرارت ۲۰۰ درجه سانتی گراد دوباره خشک شوند.

رواناسازها در جوشکاری آلومینیوم با برق

درجه ذوب اکسید آلومینیوم در حدود ۲۰۰۰ درجه سانتی گراد بود و تقریباً سه برابر درجه ذوب **آلومینیوم** می باشد. خمیرهای جوشکاری آلومینیوم بیشتر دارای کلرید و فلورید و سولفات سدیم و فلزات قلیائی و کلروپتاسیم می باشند که باید کار را به وسیله آن آغشته کرد. گرد جوش اندکی قبل از فلز اصلی ذوب شده و اکسید آلومینیوم را حل می کند و به صورت تفاله در می آید و در سطح فلز گرم شده پخش می شود و از اکسیداسیون بیشتر جلوگیری می نماید.

توجه فرمائید: برای جوشکاری آلومینیوم باید حتماً روانساز مخصوص آن را به کار برد. در جوشکاری آلومینیوم دو نوع گرد جوشکاری به کار می رود که یکی از آنها در آب حل شده و به شکل خمیر در می آید. و نباید مقدار زیادی گرد را در آب حل کرد زیرا بعداً فاسد می شود و گرد خمیر، خشک و فاسد می گردد.

نوعی دیگر روانساز وجود دارد که در آب حل نشده و بیشتر در جوشکاری درزهای گونیائی به کار می رود و پس از آن باقیمانده را می توان به سادگی از روی کار پاک کرد. نباید بیش از اندازه از روانساز استفاده کرد زیرا مضر است و از لحاظ کم بودن سیالیت آلومینیوم در موقع ذوب تغییر رنگ نمی دهد یا خیلی کم سرخ می شود لذا تشخیص زمان ذوب برای مبتدیان جوشکاری سخت است و اتفاق می افتد که حرارت مشعل در یک نقطه متمرکز شده و کار را سوراخ می نماید. آزمودگی جوشکار در آن است که لحظه دقیق جوشکاری را از ذوب شدن روانساز و پراکنده گشتن روانساز در روی فلز یا قطعه کار تشخیص دهد. هر چه اجزاء آلیاژ بیشتر باشد جوشکاری دشوارتر است.

شیشه عینک جوشکاری آلومینیوم بایستی آنقدر روشن باشد که بتوان به وسیله آن مطالعه کرد و جوشکاری از

راست به چپ در مورد فلزات سبک متداول است. در مورد ورقهای ضخیمتر از ۴ میلیمتر جوشکاری از چپ به راست انجام می گیرد. زاویه مشعل با سیم جوش از زاویه جوشکاری آهن بیشتر است و مخصوصاً توجه شود که مخروط داخلی شعله باید روی حوضچه مذاب قرار گیرد. مشعل را نباید نوسان داد بلکه در امتداد خط جوش به طور مستقیم حرکت داد.

جوشکاری انواع فولاد با برق

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 الکترو در گرده جوشکاری باقی می ماند و باعث کم شدن استحکام جوش می شود.

جوشکاری آلیاژهای فولاد با کربن کم و زیاد و متوسط (با برق)

فولادهای با آلیاژ کربن کم و متوسط را می توان بدون اشکال جوش داد ولی جوشکاری فولادهای با کربن زیاد مشکلتر است و برای جلوگیری از ترک هایی ریز گرده جوش باید الکترودهای مخصوص به کار برد.

نکاتی که در موقع جوشکاری آلیاژهای فولاد باید رعایت شود

۱. لبه قطعات کار را قبل از جوشکاری نسبت به ضخامت آنها آماده کنید و فاصله درز جوش کمتر از درز جوش آهن باشد.
۲. قبل از شروع جوشکاری قطعات حدود ۳۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد گرم کنید.
۳. الکتروده را مناسب با جنس کار با پوشش مناسب و مخصوص و متناسب با قطر کار انتخاب کنید.
۴. شدت جریان دستگاه جوش را حتی المقدور کمتر انتخاب کنید.
۵. در پاس اول جوشکاری برای اینکه جوش نفوذ بیشتری داشته باشد و به اندازه کافی گرده جوش پهن باشد با سرعت آهسته تری دست را حرکت دهید.
۶. سعی کنید که گرده جوش به شکل محدب قرار گیرد و از گرده های جوش مقعر که باعث ترک بیشتری میشود خودداری کنید.

جوشکاری روی سطوح گالوانیزه و یا رنگ دار

پایین سطوح را باید به وسیله مشعل یا برش کاری قبل از کار نمودن سوزاند و چون رنگ و مواد گالوانیزه بخارهای مضر سلامتی صادر خواهند کرد باید توجه نمود که از ماسک تنفسی مناسب استفاده نمود و ضمناً سطح سوزانده شده برای عملکرد بعدی با برس تمیز شده و پاک شود.

جوشکاری فولاد منگیزی (با برق)

مقدار منگنز فولاد بین ۲ تا ۱۴ درصد تغییر می کند و بر دو نوع است. فولاد با منگنز کم (حدود ۲ درصد) و فولاد با منگنز زیاد (حدود ۱۲ تا ۱۴ درصد). این آلیاژ بیشتر برای مقاومت در برابر ساییش در وسایلی مانند وسائل سنگ خوردکنی و بیلهای خاک برداری به کار می رود.

نکاتی که در جوشکاری این آلیاژ باید رعایت شود



۱. لبه های کار را پخ بزنیید و سطح جوشکاری کاملاً تمیز کنید .
۲. برای جلوگیری از ترک زیاد حتی المقدور شدت جریان را کمتر انتخاب کنید زیرا فولاد منگیزی در اثر حرارت زیاد ترک خواهد خورد .
۳. الکتروود از نوع فولاد منگنیدار که دارای حدود ۱/۲ درصد کربن و ۱۱ تا ۱۴ درصد منگنز و درصدی کمی از مواد دیگر می باشند والکتروود را از نوع آلیاژ آنها و یا نیکل و منگنز انتخاب کنید .
۴. **جوشکاری** را به طول ۵ سانتیمتر انجام دهید و بعد از اتمام ۵ سانتیمتر جوش فرصت دهید که کاملاً خشک شود و سپس گرده بعدی را شروع کنید. برای خنک کردن از هوای تحت فشار یا از پارچه مرطوب استفاده کنید. حرارت قطعه کار باید طوری باشد که بتوان در محلی که حدود ۱۵ سانتیمتر گرده جوش باشد دست زد .

جوشکاری فولادهای زنگ نزن با برق

فولاد زنگ نزن فولادی است که ۱۸ درصد کروم و ۸ درصد نیکل دارد. ورق های کمتر از ۱/۲ میلیمتر را به سختی می توان با جوش برق **جوشکاری** کرد زیرا احتمال سوراخ شدن آنها زیاد است. در موقع جوشکاری باید از گیره و بستهای مناسب برای جلوگیری از تاب خوردگی کار استفاده کرد . اشکال جوشکاری فولاد زنگ نزن در آن است که احتمال دارد فلز در اثر حرارت تجزیه شده و خاصیت یکنواخت خود را از دست داده و محل جوش بعداً زنگ بزند .

عملیات بعد از جوشکاری فولادهای زنگ نزن و ضد اسید کرم نیکلی

مقاومت در مقابل خوردگی های شیمیایی بر اساس منفی کردن سطح خارجی استوار است. در اثر منفی کردن حالتی به وجود می آید که در مقابل مواد اکسیدکننده ومولد **اکسیژن** یک قشر محافظ تشکیل می شود. وجود کرم در فولادها به تشکیل این قشر منفی کمک می کند .منفی بودن فولادهای مقاوم در برابر خوردگی تا زمانی به قوت خود باقی می ماند که قطعات شفافیت فلزی خود را از دست نداده باشند. به کار بردن سنگ سمیاده ، برس یا حلقه نمدی که قبلاً برای پاک کردن آهن و فولاد معمولی به کار رفته است ، خطر انتقال اکسید و زنگ از خارج پیدا می شود. برای سنگ سمیاده باید فقط انواعی از آن را به کار برد که در کروند آنها اکسید آهن موجود نباشد. همچنین از نظر جلوگیری از ورود زنگ و اکسیدهای خارجی باید فقط برسهای را به کار برد که سیم آنها از فولادها کرم نیکل باشد. ضمناً برای رسیدن به حداکثر مقاومت شیمیایی مهمتر از همه این است که زنگ زدگی آهن و پوسته های ایجاد شده با دقت پاک شوند. برای پاک کردن رنگ حرارتی فولاد (فولادهای کرم نیکل در اثر گرم شدن بطئی رنگهای مختلفی به خود می گیرند که این رنگ پس از سرد شدن باقی می ماند بخصوص اگر گرم کردن و سر شدن موضعی باشد.) و برای پاک کردن پوسته های ناشی از اکسیداسیون محلولهای مختلفی به کار می برند. قبل از اینکه قطعات فولادی کرم - نیکل اسید خور یا جوشکاری شوند باید از زنگ و پوسته پاک شوند. برای زودودن چربی و روغن قطعات را در محلول قلیائی داغ یا حلالهای آلی مثل تترا کربن یا پرکلراتیلن قرار می دهند .

ماده اسیدخوری درز جوش مخروطی است با ترکیبات شیمیایی زیر :
 50قسمت جوهر نمک غلیظ اسید کلریدریک (HCl وزن مخصوص ۱/۱۹) .
 5قسمت جوهر شوره غلیظ اسید لنتریک (HNO₃ وزن مخصوص ۱/۴۰) .
 45قسمت آب مقطر H₂O
 به جای ماده خمیر کننده محلول را با خاک بیتومه (Kieselgur) به هم می زنند .

این خمیر خورنده را با قلم مو نازک روی درز جوش اطراف آن که رنگ حرارتی به خود گرفته است می مالند. پس از مدت تاثیر که در حدود ۴ تا ۶ دقیقه است قشر پوسته مانند را که آزاد شده با شن مالی پاک می نمایند و بلافاصله پس از اسید خور کردن قطعات را با آب می شویند. پوسته ای را که باز هم باقی مانده باشد با برس پاک می کنند . سیم برس باید فولاد کرم - نیکل باشد .

اگر ورقهای فولادی و قطعات جوش داده در حال اسید خوردگی ارسال شوند فقط اسیدخوری با خمیره مذکور و سپس منفی کردن تمام سطح با اسید نیتریک ۱۵% کفایت طرح شده اند مفید می باشد .

مواد اسیدخوری سطحی به قرار زیر است :
 5قسمت اسید کلریدریک غلیظ (HCL وزن مخصوص ۱/۱۹)
 5قسمت اسید نیتریک غلیظ (HNO₃ وزن مخصوص ۱/۴۰)
 11قسمت اسید سولفوریک غلیظ (SO₄H₂ وزن مخصوص ۱۲/۸)
 71قسمت آب مقطر H₂O

درجه حرارت حمام اسید خوری را می توان از ۲۰ الی ۴۰ درجه سانتیگراد انتخاب نمود. مدت زمان اسیدخوری بسته به تکنیک عملیات است. پس از عملیات اسید خوری سطحی باید قطعات خوب با آب شسته شوند .

چون سطح خارجی قطعات و قشر اکسیدی به علت اسیدخوری تحت تاثیر خوردگیهای شیمیائی قرار گرفته است بهتر است که قطعات را پس از عملیات اسید خوری دوباره منفی نمایم. برای منفی کردن سطح خارجی به طوری که قبلاً ذکر شد محلول اکسید کننده و مولد اکسیژن به کار می برند .

عملاً برای منفی کردن تمام سطح از اسید نیتریک ۱۵٪ استفاده می کنند زیرا سطح خارجی قطعات هم اثر هنگام عملیات کم و بیش با مواد خارجی در تماس بوده و این اسید هم اثر منفی کردن سطح را دارد و هم اثر زدودن مواد خارجی را ، البته باید قطعات را پس از منفی کردن ، با آب شست علاوه بر این خشک کردن دقیق قطعات نیز ارزش فراوان دارد .

چنانچه به عللی منفی کردن بلافاصله بعد از اسیدخوری انجام نگیرد، باید قطعات اسیدخوری را با یک محلول قلیائی (مانند محلول سودا) خنثی نمود . و باز هم بعد از خنثی کردن باید قطعات را با آب فراوان شست .

پوسته و زنگ را با شن پاشی نیز می توان زدود. توصیه می شود که پس از شن پاشی نیز سطح خارجی منفی گردد. چنانچه در عمل شن پاشی، شن فولادی به کار رود بایستی عملیات اسیدخوری سطحی انجام گیرد تا مواد خارجی که در سطح فولاد جمع شده است از بین بروند. منفی کردن بلافاصله به وسیله محلول ۱۵٪ اسید نیتریک توصیه می شود. در غیر این صورت باید قطعات را پس از اسیدخوری با یک محلول قلیائی (محلول سودا) خنثی نمود .

الکترودهای جوشکاری فولاد زنگ نزن با برق

در پوشش این الکترودها مقداری روانساز به کار رفته است که در موقع جوشکاری از ورود هوا به محل مذاب جلوگیری می کند و در نتیجه جوش محکم و در مقابل خوردندگی مقاوم می باشد. شلاکه حاصل از ذوب شدن الکتروده روی جوش طوری قرار می گیرد که بلافاصله بعد از جوشکاری می توان آن را پاک کرد. جنس الکتروده باید حتی المقدور با جنس قطعه کار یکسان باشد. الکترودهای مرطوب را برای جوشکاری به کار نبرید بلکه آنها را در درجه حرارت ۱۵۰ درجه سانتیگراد قرار داده و خشک کنید .

شدت جریان جوشکاری فولاد زنگ نزن

برای جوشکاری فولاد زنگ نزن می توان از جریان مستقیم با قطب معکوس و از جریان متناوب استفاده کرد. شدت باید حدود ۲۰٪ کمتر از شدت جریان لازم برای آهن در نظر گرفت .

عناصر مختلف در فولاد چه تاثیری در خواص جوشکاری آن ایجاد میکنند؟

عناصر مختلف که بطور متداول در فلزات یافت میشوند تاثیر مشخصی روی قابلیت جوشکاری آنها دارند. بعضی از این عناصر مهم و اثرات حاصل از آنها بر جوشکاری فولاد عبارتند از:

۱- کربن (Carbon) از آنجایی که میزان **سختی پذیری** (hardenability) در فولاد را معین میکند مهمترین عنصر موجود در فولاد است. هرچه میزان کربن بیشتر باشد فولاد سخت تر میشود. اگر فولاد کربنی (بالای ۰.۳۰ درصد) جوشکاری شود و ناگهان سرد شود یک ناحیه ترد و شکننده (brittle) در کنار جوش ایجاد میگردد. بعلاوه اگر کربن اضافی از مخلوط گازهای جوشکاری بدست آید، جوش بوجود آمده آنقدر سخت میشود که به آسانی ترک میخورد.

بطور کلی بهترین جوش هنگامی ایجاد میشود که میزان کربن موجود در فولاد تا جای ممکن کمترین حد خود باشد.

۲- منگنز (Manganese) در فولاد باعث **افزایش سختی پذیری و استحکام کششی** (tensile strength) میشود. به هر حال اگر مقدار منگنز بالای ۰.۶۰ درصد باشد و بخصوص اگر با درجه بالایی از کربن ترکیب شود، قابلیت جوشکاری قطعا کم خواهد شد. در این شرایط معمولاً ترک افزون ایجاد خواهد شد. اگر میزان منگنز خیلی کم باشد تخلخل داخلی (internal porosity) و ترک ممکن است گسترش یابد.



بهترین نتیجه جوشکاری وقتی بدست می آید که فولاد محتوی ۰.۴۰ تا ۰.۶۰ درصد منگنز باشد.

۳- سیلیکون (Silicon) برای **بهبود کیفیت و استحکام کششی** در فولاد بکار می آید. میزان بالای سیلیکون بخصوص همراه با کربن بالا منتج به ترک می شود.

۴- گوگرد (Sulfur) اغلب برای **بهبود خواص ماشین کاری** (machining) فولاد به آن اضافه میگردد. به هر حال مقدار آن در انواع دیگر فولاد پایین نگه داشته میشود (۰.۰۳۵ درصد و حداکثر ۰.۰۵ درصد) زیرا که درصد بالای گوگرد احتمال ترک را افزایش میدهد. فولادهای ماشینری پر گوگرد بطور معمول با الکتروکد کم هیدروژن بدون هیچ دشواری جوشکاری می شوند.

۵- فسفر (Phosphorus) به عنوان **ناخالصی** در فولاد در نظر گرفته می شود در نتیجه مقدار آن تا حد امکان پایین نگهداشته میشود. میزان فسفر بالای ۰.۰۴ درصد باعث میشود که جوش شکننده (brittle) شود.

۶- عناصر دیگر (نیکل، کروم، وانادیم و غیره) تاثیرهای مختلفی بر قابلیت جوشکاری فلزات دارند. جوشکاری این آلیاژها باید با احتیاط خاصی انجام گیرد و معمولاً برای جلوگیری از ایجاد نواحی سخت و شکننده در جوش پیش گرمی (preheat) و پس گرمی (postheat) مورد نیاز میباشد.

تعریف جوش (Weld definition) جوش دادن عبارت است از ایجاد پیوستگی مولکولی بین دو یا چند قطعه فلزی که حد اقل یکی از آنها به طور موضعی تحت اثر حرارت بحالت خمیری یا مذاب در آمده باشد. این عمل ممکن است بدون فشار و یا تحت فشار انجام پذیرد به عبارت دیگر جوش يك محل اتصال متالورژیکی است که آن محل اتصال را نتوان از سایر قسمتهای به هم جوش داده شده از نظر ۱- پیوندهای اتمی ۲- خواص مکانیکی ۳- ساختار میکروسکوپی تشخیص داد و به طور کلی اتصال دایمی دو قطعه به همدیگر در ناحیه مورد نظر خودمان به واسطه گرما ، با فلز واسطه ویا بدون فلز واسطه ، با پوشش محافظ و یا بدون آنرا جوشکاری گویند .	
تاریخچه جوش (WELDING HISTORY) متصل کردن فلزات بوسیله لحیم کاری ، جوشکاری زرد یا جوشکاری سخت ، و جوشکاری به طور تجربی از زمانهای قدیم پیشرفت کرده است . رومیهای قدیم از لحیم هایی استفاده میکردند که بوسیله پلینی بنام آرژنتاریم و تتراریم معروف شده بود . مهارت صنعتگران قدیمی را می توان از کارشان دریافت کرد . بعنوان مثال : جواهرآلات اتروریانی به وسیله چسباندن ذرات ریز طلا بر روی سطحش با استفاده از مخلوط نمک مس و صمغ آلی زینت داده شده اند جوشکاری هم مانند لحیم کاری و جوشکاری زرد يك هنر قدیمی محسوب میشود . دست بندهای طلائی پیدا شده اند که متعلق به ما قبل تاریخ بوده و سرشان بوسیله چکش کاری بیکدیگر جوش خورده اند نشاندهنده آن است .	
با اینحال ، این روش مرسوم نبود تا اینکه کشفیات نیمه دوم قرن نوزدهم زمینه را برای عملیات جوشکاری جدید آماده کردند که این کشفیات بدینشرحند : ۱. برناندوز روسی در ۱۸۸۶ قوس جوشکاری را مورد استفاده قرار داد ۲. موسیان در ۱۸۸۱ قوس کربنی را برای ذوب فلزات مورد استفاده قرار داد ۳. اسلاویانوف الکترودهای قابل مصرف را در جوشکاری به کار گرفت	

۴. ژول در ۱۸۵۶ به فکر جوشکاری مقاومتی افتاد
۵. لوشاتلیه در ۱۸۹۵ لوله اکسی استیلن را کشف و معرفی کرد
۶. الیهید تامسون آمریکایی از جوشهای مقاومتی در سال ۱۸۷۶-۷ استفاده کرد

چون علم جوشکاری همراه با گنج تخصصی است یعنی هر جوشکارماهر در طی تاریخ درآمد زیادی داشته سبب شد که آنها اسرار خود را از یکدیگر مخفی نمایند و جوشکاری در آن زمان پیشرفت زیادی نکند. در جریان جنگ جهانی اول و دوم جوشکاری پیشرفت زیادی کرد. احتیاجات بشر به اتصالات مدرن -سبك- محکم و مقاوم در سالهای اخیر مخصوصاً بیست سال اخیر سبب توسعه سریع این فن گردید و سرمایه گذاریهای عظیم چه از طرف دولتها و چه صنایع نظامی و تخصصی در این مورد اعمال گردید و مخصوصاً رقابتهای انسانها در علوم هسته ای یکی دیگر از علل پیشرفت فوق سریع این فن در چند دهسال اخیر شد که به علم جوشکاری تبدیل گردید.

کتابهای فارسی جوشکاری (persian welding books)

- ۱- فرهنگ بزرگ جوشکاری تألیف: پرویز فرهنگ-امیر حسین کوکبی-عبد الوهاب ادب آوازه
- ۲- و چدن تألیف: امیر حسین کوکبی راهنمای جوشکاری آلومینیوم
- ۳- تألیف: امیر حسین کوکبی تکنولوژی جوشکاری
- ۴- گاز تألیف: محمد ناصر کتابی اصول جوشکاری و نقشه کشی
- ۵- قدم تألیف: مهندس رحمان هدایت پناه-محمد رضا براری آموزش جوشکاری قدم به
- ۶- و تألیف: فریدون غفاری جوشکاری زیر پودری ترجمه
- ۷- ترجمه و تألیف: مهندس شکری هراتی تکنیک علمی و عملی جوشکاری
- ۸- فریدون غفاری: تألیف جوشکاری مگ ترجمه و
- ۹- الکتریکی تألیف: ک.لیک ون.ج. هنتورن ترجمه: محمد رضا افضل جوشکاری قوس
- ۱۰- برشکاری گازی تألیف: پ. بوربورسون ترجمه: محمد رضا افضل جوشکاری و
- ۱۱- جوشکاری تألیف: جی.اف. لانکاستر ترجمه: محمد رضا افضل مبانی
- ۱۲- جوشی تألیف: جی. هیکس ترجمه: مهندس آرمان امانپور اتصالات
- ۱۳- جوشکاری و ورقکاری تألیف: عالی-شکوهی زاده-آجودانی کارگاه
- ۱۴- کشور دستی با قوس الکتریکی ناشر: سازمان آموزش فنی و حرفه ای جوشکاری
- ۱۵- آیین نامه جوشکاری تألیف: محسن قدم نیا