پارامترهای موثر در کیفیت جوش با روش زیرپودری(S.A.W)

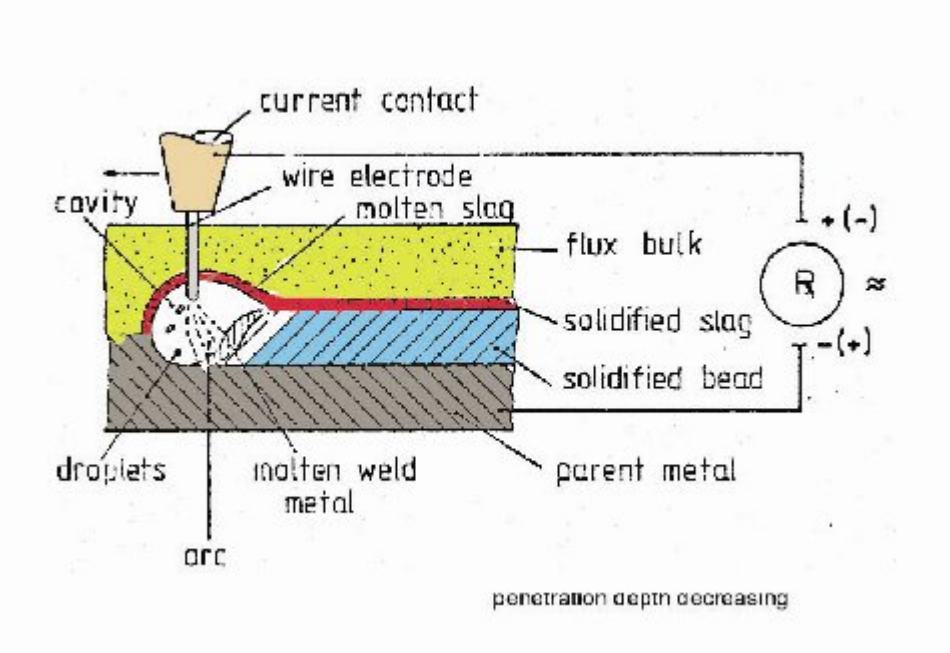
تهیه وتنظیم: علیرضا شمس

مقدمه:

جوشکاری زیرپودری یکی از انواع فرآیندهای جوشکاری قوسی می باشد که از سال ۱۹۲۰ میلادی با به کار گرفتن مفتولهای فلزی در صنایع به کار گرفته شده است.

منبع انرژی یا تولید حرارت در آن به وسیله قوس ایجاد شده از منبع جریان مستقیم و متناوب به وجـود آمـده و حفاظت حوضچه مذاب بوسیله پودر(فلاکس) مخصوص که پیشاپیش جلوی جوشکاری و الکترود بـه درز جـوش ریخته می شود انجام می گردد. از آنجا که در این روش قوس در زیر پودر مخفی می شود آنرا جوشکاری با قـوس مخفی نیز می نامند. قابلیت جوشکاری قطعات ضخیم در یک پاس و همچنـین جوشـکاری فولادهـای HSLA و روکشکاری با این روش باعث کاربرد روزافزون آن در صنایع گردیده است بطوریکه بـا اسـتفاده از دسـتگاههای شدت جریان ثابت و یا ولتاژ ثابت به صورت نیمه اتوماتیک و یا اتوماتیک به طور وسیعی جهت جوشکاری مخـازن تحت فشار – دیگهای بخار – مخازن ذخیره و جوشکاری کشتی و ..... در صنعت مورد استفاده قرار گرفته است.

قبل از انجام جوشکاری زیر پودری بایستی شرایطی برای جوشکاری مهیاشودکه نامناسب بودن هرکدام از متغیرها این شرایط باعث به وجود آمدن جوشی با کیفیت نامطلوب می گردد. این متغیرها هرکدام می توانند دارای تاثیری متفاوت بر روی نفوذ شکل گردیده و ..... باشد و در نتیجه می توان با انتخاب مناسب پارامترهای این متغیرهابـه جوشی با کیفیت مطلوب دست یافت.



مهمترین پارامترهای موثر بر کیفیت جوش S.A.W عبارتند از:

۱- شدت جریان جوشکاری(current)
۲- ولتاژ جوشکاری voltage
۳- سرعت جوشکاری speed
۴- عرض و عمق فلاکسwide and depth

شدت جریان جوشکاری یکی از مهمترین عواملی است که بیشترین تاثیر را در کیفیت جوش حاصـل از قوس زیرپودری دارا می باشد.

پارامتر شدت جریان بر روی نرخ مصرف مفتول(الکترود) جوشکاری ، عمق ذوب و مقدار فلز پایه ذوب شده به طور مستقیم اثر می گذارد. به طوریکه هر آمپر شدت جریان 2mm نفوذ و 1.5 kg/h مقدار رسوب اضافی خواهیم داشت.

برای به دست آوردن نفوذ مطلوب بدون ایجاد سوختگی شدت جریان بایستی برای تولید اندازه جوش مورد انتظار در هر پاس به طور مناسبی انتخاب شود.

در شدت جریانهای بالا قوس می تواند باعث ذوب جوش در سرتاسر پشت بند شده و همچنین عرض H.A.Z را به مقدار زیاد پهن کند. شدت جریان خیلی زیاد همچنین به مفهوم از بین رفتن انرژی و اتلاف مفتول جوشکاری به شکل تقویت بیش از حد فلز جوش است.

در شدت جریانهای پایین نفوذ کافی فلز جوش در قطعه بوجود نیامده و باعث تقویت ناکافی جوش اتصال می شود. از آنجایی که یکی از موارد استفاده مهم روش زیرپودری در روکشکاری است. با افزایش شدت جریان در فرآیند روکشکاری اگرچه سرعت رسوب فلز جوش زیاد می شود ولی به علت آنکه رقت در سرعت داده شده بیشتر میشود باعث می شود که نیاز به جوشکاری لایه های بیشتر می باشد.

با مراجعه به دیاگرامB می توان به بررسی رابطه بین شدت جریان و نرخ رسوب را با توجه به قطر الکترود پرداخت. برای مثال با نرخ شدت جریان حدود ۳۶۰ آمپر با الکترود ۱۳/۳۲ اینچ می توان به مقدار رسوب ۱۰ پوند بر ساعت دست یافت در صورتیکه برای الکترود با قطر ۱۵/۳۲ اینچ و همچنین مقدار رسوب به شدت جریان معادل ۴۶۰ آمپر نیاز داریم و با افزایش شدت جریان به ۶۰۰ آمپر مقدار رسوب با الکترود ۱۳/۳۲ اینچ ۱ پوند بر ساعت و الکترود ۱۵/۳۲ اینچ به ۱۵ پوند بر ساعت افزایش پیدا می کند.

دیاگرام A مقدار رابطه بین شدت جریان و مصرف مفتول (الکترود) مصرف شدنی را بر حسب اینچ بر دقیقه جوش ایجاد شده نشان می دهد. یعنی نرخ مصرف الکترود ۱۳/۳۲ اینچ با شدت جریان ۴۰۰ آمپر ۹۵ اینچ بر دقیقه (2/4m/min) می باشد که با افزایش این شدت جریان به ۶۰۰ آمپر باعث افزایش مصرف به ۱۶۰ اینچ بر دقیقه (4m/min) یعنی تقریباً 1/6 متر بیشتر در دقیقه می شود.

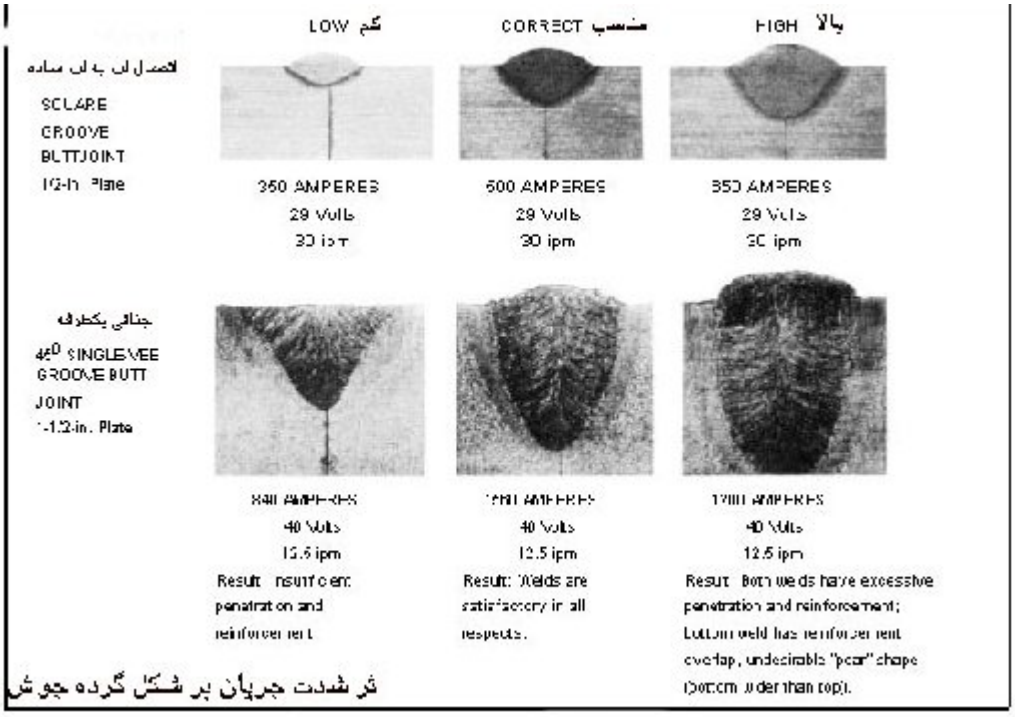
جدول ۱ مقدار شدت جریان مورد نیاز را برای الکترودهای مورد استفاده ارائه می دهد.

جدول ۱(مقدار جریان=قطر الکترود *۱۰۰-۲۰۰)

محدوده شدت جریان	*قطر اینچ(کسری)*
۱۲۰-۷۰۰	۳/۳۲
۲۲۰-۱۱۰۰	۱/۸
۳٤۰-۱۲۰۰	۵/۳۲
٤۰۰۰-۱۳۰۰	۳/۱٦
٦۰۰-۱٦۰۰	۱/٤
۱۰۰۰-۲۵۰۰	۵/۱٦

قطر الکترود (میلیمتر)	*شدت جریان*	*قطر الکترود (میلیمتر)*	*شدت جریان*
۱.۲	۲۵۰-۱۲۰	۳	۵۶۰-۲۸۰
۱.۶	۳۵۰-۱۶۰	۴	۹۰۰-۳۵۰
۲	۴۵۰-۲۰۰	۵	۱۱۰۰-۵۰۰

۲.۵	۵۷۰-۲۴۰	۶	۱۴۰۰-۶۰۰



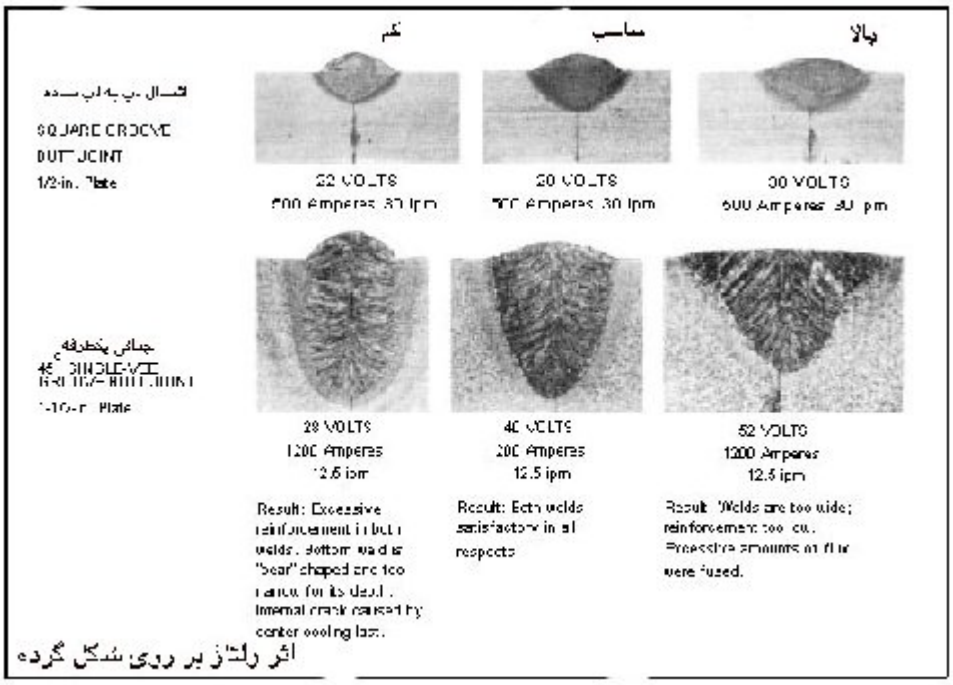
ولتاژ جوشکاری

بعد از شدت جوشکاری متغیری که دارای اهمیت بیشتری است ولتاژ جوشکاری می باشد که عبارتست از اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نوک الکترود و سطح مذاب فلز جوش. ولتاژ جوشکاری دارای تاثیر اندکی در مقدار رسوب مفتول جوشکاری بوده و تنها بر روی شکل ناحیه مذابو تقویت جوش اثر می گذارد. ولتاژ بالای جوشکاری قابلیت جوش پهن تر ، صاف تر و نفوذی با عمق کمتر نسبت به ولتاژ پایین را دارد از ولتاژ قوس فوق العاده زیاد باید پرهیز شودچونکه ممکن استباعث ترک خوردن جوش گردد . این موضوع به دلیل آن است که پودر به مقدار غیرعـادی ذوب می شودو بیشتر اکسیژن گیرهای موجود در پودر به رسوب جوش انتقال می یابند وقابلیت نرمی جوش کـم می گردد.

ولتاژ خیلی کم باعث به وجود آمدن مهره خیلی باریک شده که موجب برجستگی تاج جوش شده و تمییز کـردن سرباره دشوار خواهد شد.

در روکشکاری به وسیله جوشکاری زیر پودری عرض جوش با افزایش ولتاژ افزایش می یابد و نـرخ رسـوب زیـاد متاثر از ولتاژ زیاد نمی باشد اما میزان رقت با افزایش ولتاژ به علت پهن تر شدن جوش کـاهش مـی یابـد. پهـن ترشدن در روش S.A.W را می توان ازاین ناشی دانست که با افزایش ولتاژ طول قوس زیادتر شده و پاشش فلز از فاصله دورتری انجام می گردد که در نتیجه عرض بیشتری را پوشش می دهد.

می توان به طور خلاصه اثر ولتاژ را چنین بیان کرد که با افزایش ولتاژ عرض جوش افزایش یلفته و ارتفـاع گـرده جوش کاهش می یابد بدون آنکه نفوذ جوش تغییر قابل ملاحظه ای داشته می شود. اثر افزایش شـدت جریـان و ولتاژ را بر روی شکل جوش می توان در شکل زیر ملاحظه نمود.



سرعت جوشکاری

با هر ترکیب شدت جریان و ولتاژ جوشکاری اثرات تغییر سرعت دارای یک نمونه کلی است.

اگر سرعت جوشکاری افزایش پیدا کند.

۱- قدرت یا گرمای وروی در واحد طول جوش کاهش پیدا می کند.

۲- سیم (مفتول) جوشکاری کمتری بر واحد طول جوش استفاده می شود.

۳- بواسطه مصرف کمتر در واحد طول جوش تقویت جوش کمتری به وجود می آید.

۴- با سرعت بالاتر جوشکاری ، احتمال پیچیدگی وتاب برداشتن قطعه به حداقل می رسد.

اگر سرعت جوشکاری کم شود:

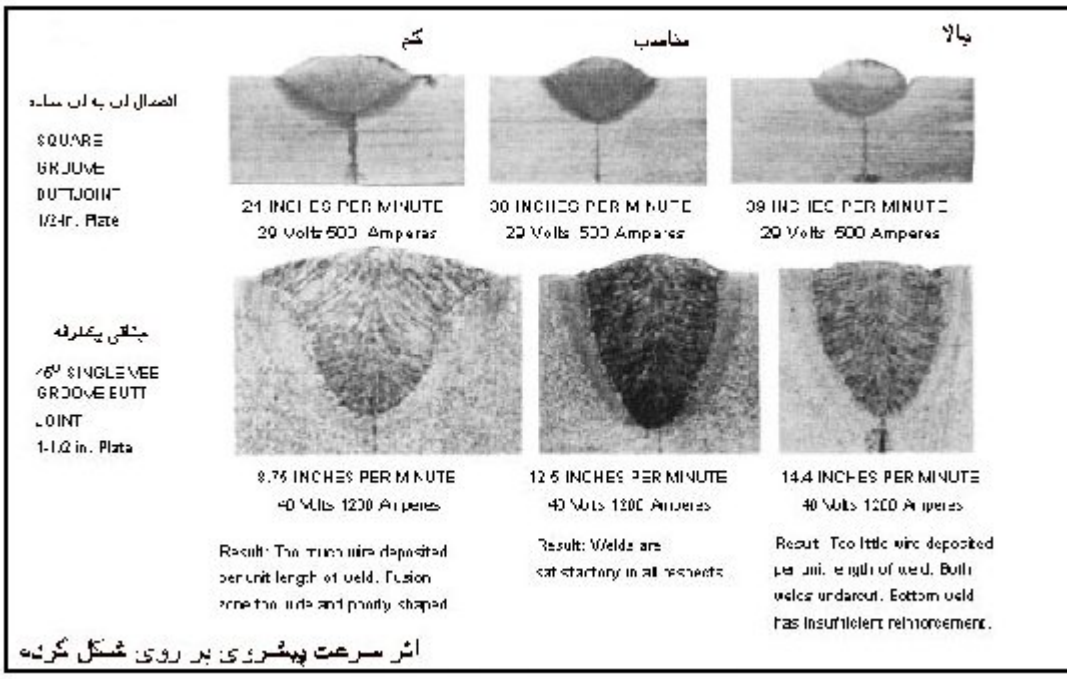
۱- قدرت یا گرمای ورودی در واحد طول جوش افزایش پیدا می کند.

۲- سیم (مفتول) جوشکاری بیشتری برایواحد طول جوش استفاده می شود.

۳- بواسطه مصرف بیشتر در واحد طول تقویت جوش بیشتری به وجود می آید.

معمولاً تنها شدت جریان جوشکاری بر روی نفوذ جوش در قطعه کار اثرمی گذارد ولی اگر سرعت جوشکاری ازیک حدمعین کمتر شود نفوذ پایین می آید. این بدان دلیل است که قسمت قابل ملاحظه ای از حوضچه مذاب جوش مانند سدی در برابر فشار مفتول جوشکاری و نیروی نفوذ کننده قوس عملکرده واز نفوذ جوش جلوگیری میکند. بالعکس اگر سرعت افزایش یابد (تا حدود ۴۰سلنتیمتر بر دقیقه) نفوذ جوش در اتصال افزایش می یابد. با بالا رفتن از این مقدار شاهد کاهش تدریجی نفوذ در جوش خواهیم بود.

پس میتوان گفت نفوذ بالا تا زمانی ادامه پیدا می کند که مفتول جوشکاری در جلوی حوضچه جوش حرکت کند.



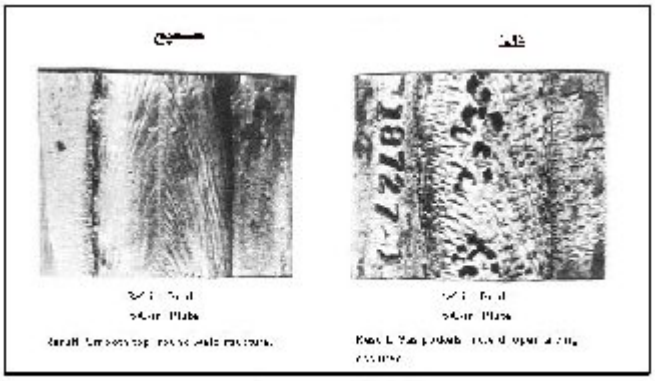
اثر سرعت پیشروی بر روی شکل گرده

پهنا و عمق فلاکس:

پهناو عمق فلاکس در ظاهر و بی عیب بودن جوش به اندازه خود عمل جوشکاری موثر است. اگر لایه فلاکس مورد استفاده در قوس زیر پودری عمیق باشد یک جوش ناهموار و دارای کیفیت نامطلوب حاصل می شود زیرا گازهای تولید شده در طی جوشکاری به آسانی نمی توانند از حجم زیاد سرباره فرار کرده و سطح فلز مذاب ، نامنظم ، بدشکل و پر از تخلخل خواهد شد. اگر لایه فلاکس خیلی کم عمق باشد ناحیه جوشکاری به طور کامل پوشیده نشده ، قوس زدگی و جرقه اتفاق می افتدو جوش دارای ظاهری بد شده و ممکن است متخلخل یا اکسید شود. استفاده از لایه فلاکس باریک غیر ممکن است. طرز عمل این است که لایه ای فلاکس سه برابر پهنای قسمت ذوب به کار می برند. درجوش قطعات بزرگ یک پذیرش بزرگتر برای پهنای H.A.Z وجود دارد. یک لایه فلاکس که خیلی باریک است جریان عادی انتقال جوش را بر هم می زند و در نتیجه تقویت جوش نازک می شود.

برای پیدا کردن عمق مناسب فلاکس می توان به تدریج لایه فلاکس را اضافه کرد تا فعالیت جوشکاری در زیر پودر انجام شده و ایجاد قوس به صورت پیوسته اتفاق بیفتد.

پس از آن گازها از اطراف سیم جوش به صورت دود و بخار آزاد می شوند ، که برخی مواقع این گازها را که در هوا می سوزند را می توان مشاهده کرد.



اثر ارتفاع پودر بر جوش

فلاکس ذوب شده در یک فاصله کوتاه بعد از ناحیه جوشکاری می تواند جدا شود. جایی کـه سـرباره ذوب جامـد شده است. یک نمونه مهم در مورد فلاکس این است که هیچ ماده خارجی در آن داخل نشود فلاکـس جوشـکاری زیرپودری که ذوب نشده یا با جارو و یا به وسیله مکنده هایی که درسر جوشکاری وجود دارد. برای استفاده مجدد برداشته می شود.

برای جلوگیری از وارد شدن مواد خارجی به درون این فلاکسها فضایی با پهنای ۱ فوت را تمییز کرده فلاکس را به آن انتقال داده ، سپس آنرا از توریهایی که قطر سوراخ آنها بیشتر از **1.8mm** یا **3.2mm** نیست ، گذرانده تا قبل از استفاده مجدد فلاکس ذوب شده از آنها جدا شود.

فلاکس زیر پودری باید کاملاً خشک و عاری از رطوبت باشد. در صورت خیس یا مرطوب بـودن بایسـتی در یـک خشک کننده الکترود در ۴۰۰ درجه فارنهایت یا بیشتر برای ساعات متمادی نگهداشته تا خشک شـود. کمتـرین مقدار رطوبت در فلاکس می تواند موجب مک یا تر دی هیدروژن در جوش شما شود.

هنگامی که عمل جوشکاری انجام می شود بایستی بررسی شود که آیا پشت بند در طرف دیگر به صورت کامـل و بدون منفذ قرار گرفته است یاخیر؟ در غیر اینصورت فلز زیادی در پشت قطعه و در جلوی بند جریان پیدا کرده و درنتیجه تقویت جوش کاهش پیدا کرده سوختگی کنارو خرابی جوش به وجود می آید.

پودر جوشکاری زیرپودری بایستی دارای اندازه مناسب باشد . خیلی ریز بودن ذرات پودر می تواند موجب حفـره ای شدن سطح شود چون ممکن است به گازهای تولید شده اجازه فرار ندهد.

جدول زیراندازه ذرات پودر را در دو رسته ریزترین دانه بندی و بزرگترین دانه بندی به ما می دهد.

اندازه ذرات (mm)	*EN*	
۰.۸-۰.۱>	D-8	20*D(=DUST)
0.3-2.5	3-25	8*48

ادوات تنظیم مکانیکی

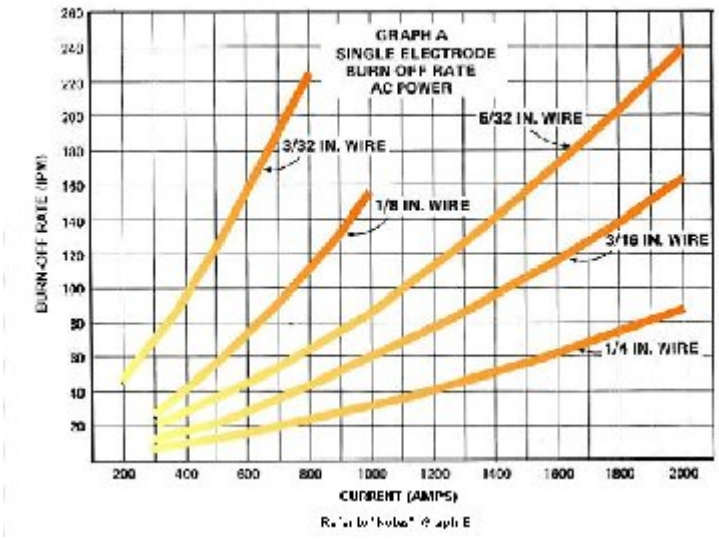
جدول شماره ۱ مقدار شدت جریان مورد قبول برای سیم جوشهای زیر پودری با قطر اصلی مورد استفاده **S.A.W** را به شما می دهد نازل تماس در مسیر جوشکاری که شدت جریان را به سیم انتقال می دهد بایستی کاملاً تمییـز شود.

انتقال ضعیف شدت جریان(نازل تماس) به مفتول باعث می شود که مفتول بالای ناحیه جوشکاری گرم شود و این وضعیت با تمییزکاری و یا تعویض نازل تماس بهبودمی یابد.

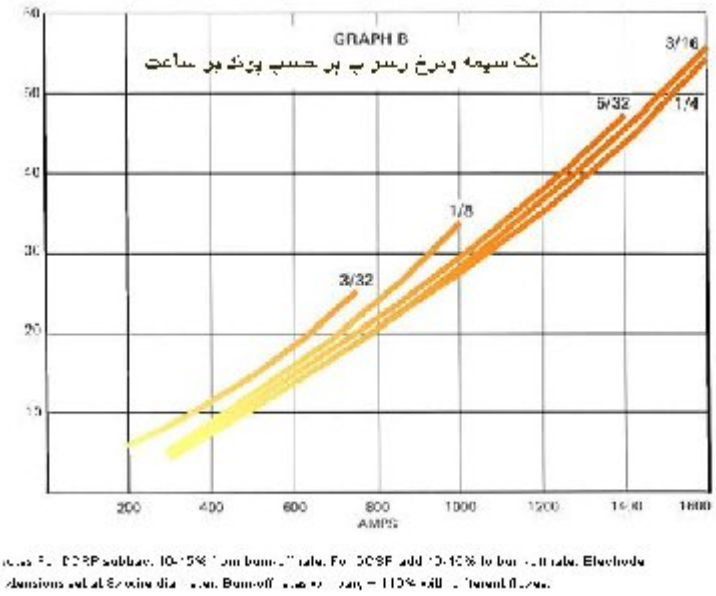
در دیاگرام **A** یک رابطه بین نرخ مصرف مفتول در برابر شدت جریان **AC** برای قطرهای مختلـف مفتـول وجـود دارد.

هنگام استفاده از **DCRP** جریان مستقیم قطب معکوس نرخ مصرف سیم باید ۱۰ تا ۱۵ درصد کم شود.

هنگام استفاده از **DCSP** جریان مستقیم قطب مستقیم نرخ مصرف سیم باید ۱۰ تا ۱۵ درصد اضافه شـود . نـرخ مصرف برای فلاکسهای مختلف **5-+** درصد تغییر می کند.



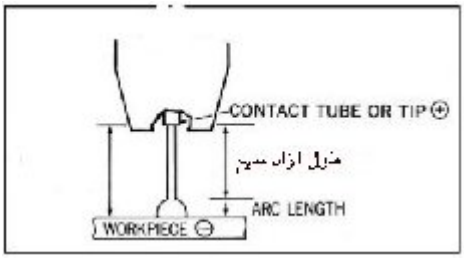
در دیاگرام B ما یک منحنی نرخ رسوب فلز در مقابل آمپراژ AC برای سایزهای مختلـف داریـم . بـرای DCRP بایستی ۱۰ تا ۱۵ درصد بیشتر شود.



شدت جریان جوشکاری و قطر الکترود(اینچی)

اندازه آزاد سیم یعنی فاصله بین نوک الکترود دو نقطه اتصال همانند GMAW برابر با ۸ برابر مفتول سیم جوش انتخاب می شود . برای مثال 1/8 اینچ فاصله ۱ اینچ افزایش قسمت آزاد سیم خارج ازنوک تماس مقاومت حرارتی 12R سیم جوش را از نقطه اتصال به پلیت افزایش می دهد. همچنین باعث افزایش مقدار نرخ رسوب فلز جـوش در آمپر می شود ، اگرچه طول آزاد بیش از حد باعث وضعیت بد سیم ، عدم ثبات قوس ، نـاهموار بـودن گـرده و

ناهمواری و ناهمواری نفوذجوش و کیفیت پایین جوش می شود. ولی در صورتیکه طول بیرون آمد ، سیم بـه حـد معمولی افزایش پیداکتد سیم جوش پیش گرمشده و باعث افزایش رسوب می شود.



نتیجه:

۱- شدت جریان تاثیر مستقیم در نفوذ و مقدار رسوب فلز جوش دارد. با بیشتر شدن آن مقـدار زیـادی از الکترودبـه صورت تقویت اضافی تلف شده و با کم بودن نفوذ کم می شود.

۲- ولتاژ جوشکاری بر روی شکل ناحیه مذاب تاثیر می گذارد.

۳- سرعت جوشکاری بر روی تقویت جوش و نفوذ اثر می گذارد.

۴- کم بودن ارتفاع فلاکس باعث قوس زدگی و جرقه شده و با کم یا زیاد بودن آن جوش متخلخل می شود.

۵- در صورت آلوده بودن فلاکس مک یا تری دی هیدروژن در جوش به وجود می آید.

۶- درادوات تنظیم مکانیکی بایستی دقت نمود که شدت جریان به طور کامل به مفتول انتقال پیدا کند.

۷- اندازه آزاد سیم بایستی ۸ برابر قطر آن انتخاب شود.