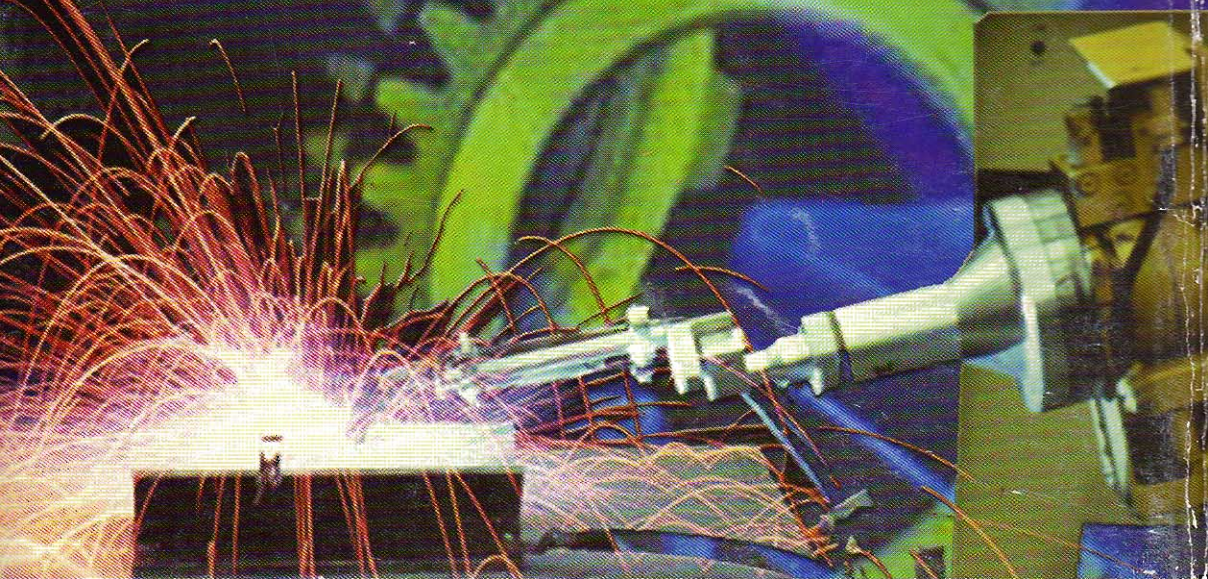
جمهوری اسلامی ایران
وزارت کار و امور اجتماعی

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

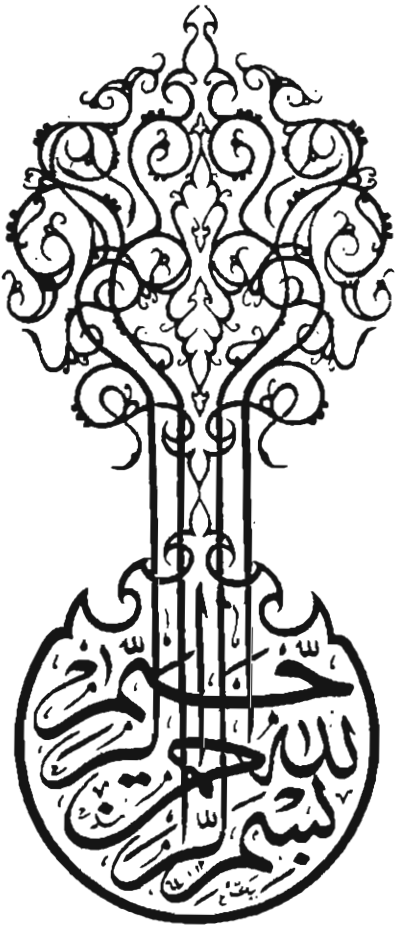
کتاب درسی

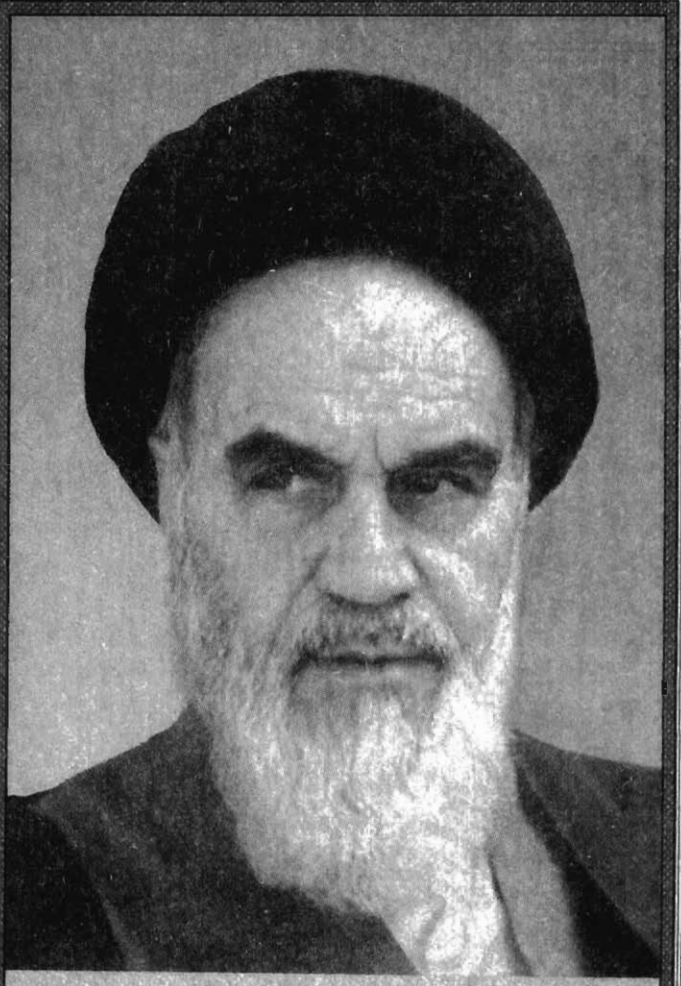
جوشکاری به روش TIG-MIG-MAG

بر اساس استاندارد ملی مهارت



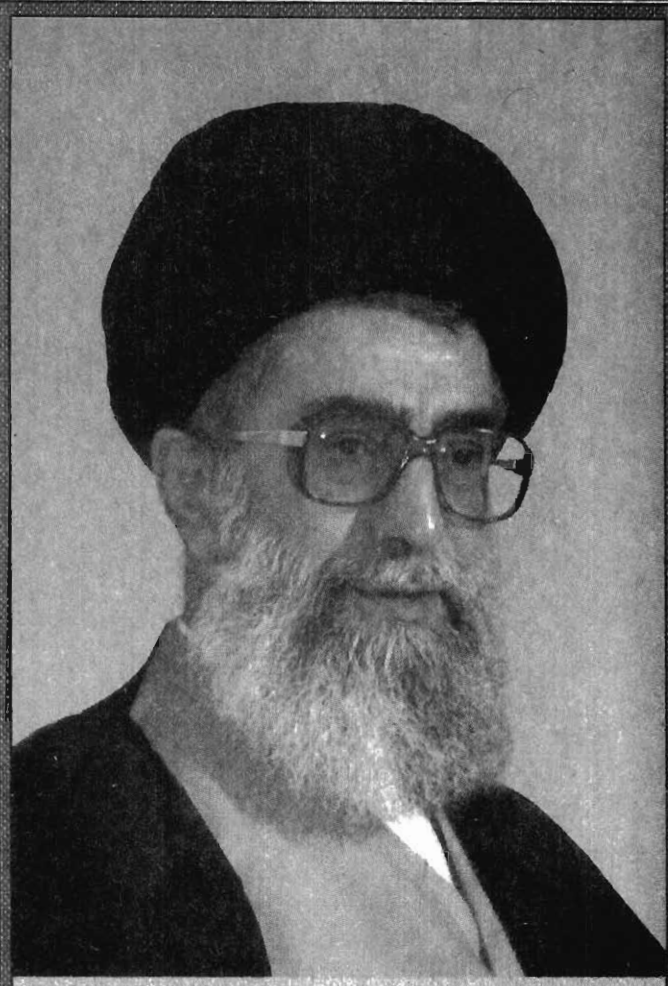
نام کتاب: کتاب درسی جوشکاری به روش TIG-MIG-MAG
براساس استاندارد ملی مهارت
گردآورنده : علی اجتهادی
حروفچین و صفحه آرا: زهره محمدحسینی
طرح روی جلد : فریبا خدابخشی
ناشر : سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور ـ مدیریت پژوهش
تیراژ: ۵۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول
سال انتشار: مرداد ۱۳۸۰


بسم الله الرحمن الرحيم



دانش‌های مورد نیاز یک کشور اسلامی را فرابگیرید.

امام خمینی (قدس‌سره الشریف)



علم برای عمل، مصداق اتم و اکملش همین کاری است که امروزه فنی و حرفه ایها می کنند و باید به این پرداخته بشود.

مقام معظم رهبری حضرت آیت الله خامنه ای

بسمه تعالی

مقدمه

کلید موفقیت در رشد اقتصادی هر کشور در گرو آموزشهای فنی و حرفه ای است، امروزه انسانها به مدد فن آوری و ساخت انواع دستگاههای مدرن و ابزار صنعتی و وسایل و کالاهای نو، آسایش زندگی را فراهم ساخته و با ایجاد زیر ساختهای اقتصادی نظیر سدها، راهها، ارتباطات، امور کشاورزی، دامپروری، خدمات و . . . زندگانی مطلوب و دلپذیر توام با کار را فراهم نموده اند.

بدیهی است در این ساختار، آنچه از همه مهمتر است نیروی انسانی ماهر و متخصص است، اما مشکل اصلی در اکثر جوامع و بخصوص کشورهای در حال توسعه، مساله ازدیاد نیروی انسانی غیرماهر است. در نظام فعلی آموزشی کشور در سطوح عمومی و عالی بیشتر افراد بر مبنای آموزشهای غیرفنی تربیت می شوند، و توان کیفی آموزشهای عمومی برای ورود فارغ التحصیلان به بازار کار کافی نیست.

بدین جهت وزارت کار و امور اجتماعی طی ده سال گذشته، سعی خود را برای گسترش و بسط هر چه بیشتر آموزشهای فنی وحرفه ای از طریق سازمان آموزش فنی وحرفه ای کشور به کار گرفت، بطوریکه آمار نشان می دهد این رشد در زمینه های مختلف بیش از ۹۷۰/۶ درصد بوده است. امروزه در اکثر شهرها و حتی نقاط دور افتاده، مراکز سازمان به امر آموزشهای فنی وحرفه ای اشتغال دارند و همچنین با اعزام تیم های سیار آموزشی به اقصی نقاطی از میهن اسلامی که نیاز به آموزشهای فنی وحرفه ای دارند در کاهش این نقیصه همت گمارده اند.

در این راستا و برای آنکه علاقمندان به حرفه آموزی منابعی برای مطالعه در هر

درس پیش روی داشته باشند و همچنین برای آشنایی علاقمندان به چگونگی برگزاری آزمونهای مربوطه، کتابهای درسی و آموزشی متعددی توسط سازمان آموزش فنی وجرفه ای کشور منتشر گردیده، که یکی از عمده ترین اهداف آنها و کتاب حاضر این است که مطالب بگونه ای ساده و روشن برای کارآموز و کارگر بیان گردد.

کتاب حاضر بر مبنای اطلاعات و تجربیات مربیان و کارشناسان با تجربه سازمان تهیه گردیده که امید است در تعالی و افزایش مهارتهای حرفه ای به علاقمندان نقش موثری داشته باشد.

حسین کمالی

وزیر کار و امور اجتماعی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ۱ ـ توانایی راه اندازی و ایجاد قوس الکتریکی با روش TIG	۱
فصل ۲ ـ توانایی گرده سازی ومرکب با روش TIG برروی فولاد معمولی	۲۹
فصل ۳ ـ توانایی جوشکاری انواع اتصالات فولاد معمولی با جوشکاری TIG درحالات مختلف بدون تهیه پخ	۳۸
فصل ۴ ـ توانایی جوشکاری انواع اتصالات فولاد معمولی با جوشکاری TIG درحالات مختلف با تهیه پخ	۵۱
فصل ۵ ـ توانایی جوشکاری انواع اتصالات لوله فولاد معمولی باجوشکاری TIG درحالات مختلف	۵۶
فصل ۶ ـ توانایی جوشکاری فولادهای زنگ نزن با روش TIG	۶۶
فصل ۷ ـ توانایی جوشکاری آلومینیوم و آلیاژهای آن با روش TIG	۷۸
فصل ۸ ـ توانایی راه اندازی وایجاد قوس الکتریکی با جوشکاری MIG و MAC	۹۸
فصل ۹ ـ توانایی گرده سازی ساده و مرکب با جوشکاری MIG و MAG روی فولاد معمولی	۱۲۰
فصل ۱۰ ـ توانایی جوشکاری انواع اتصالات فولاد معمولی با جوشکاری MIG و MAG در حالات مختلف بدون تهیه پخ	۱۳۷
فصل ۱۱ ـ توانایی جوشکاری انواع اتصالات فولاد معمولی با جوشکاری MIG و MAG درحالات مختلف با تهیه پخ	۱۴۶
فصل ۱۲ ـ توانایی جوشکاری انواع اتصالات لوله فولاد معمولی با جوشکاری MIG و MAG درحالات مختلف	۱۵۳
فصل ۱۳ ـ توانایی جوشکاری فولادهای زنگ نزن با روش MIG	۱۶۲
فصل ۱۴ ـ توانایی جوشکاری آلومینیوم و آلیاژهای آن به روش MIG	۱۷۰

فصل ۱

توانایی راه اندازی و ایجاد قوس الکتریکی با روش TIG

۱ ـ ۱ ـ آشنایی با وسایل کلی جوشکاری TIG:

۱ ـ ۱ ـ ۱ ـ مولدهای جوشکاری :

الف ـ ترانسفورماتورهای رکتیفایر دار جهت ایجاد جریان مستقیم

ب ـ ترانسفورماتورها برای ایجاد جریان متناوب

ج ـ موتور ژنراتورها(موتورهای الکتریکی برای ایجادجریان مستقیم وموتورهای بنزینی) .

ترانسفورماتورهاو ترانسفورماتورهای رکتیفا یردار مزایایی برموتور ژنراتورها دارند که عبارتند از : هزینه اولیه کم ، نداشتن افت جریان هنگام حرارت اضافی ، بی سروصدا بودن دستگاه ، هزینه نگهداری کم ، نداشتن قطعات متحرک و برق ورودی کم هنگام بی باری .

مزیت موتور ژنراتورهای دیزلی این است که می توانند در جاهایی که برق موجود نیست ، مورد استفاده قرار گیرند .

۱ ـ ۱ ـ ۲ ـ دستگاه کنترل :

کنترل گاز و جریان را به عهده دارد .

۱ ـ ۱ ـ ۳ ـ کپسولهای گاز :

کپسولهای گاز استاندارد دارای اهمیت مخصوص می باشند ، زیرا علاوه بر رعایت دقیق رنگ کپسولها با گاز محتوی ، بهیچ وجه نبایستی به این کپسولها ضربه وارد شود و در موقع حمل ونقل نهایت دقت بعمل آید ، درب آنها بایستی با در پوش مخصوص بسته شود چون گازهای مختلف با فشار در آنها ذخیره شده اند ، بایستی کاملاً در اتاقک مخصوص خارج از کارگاه قرار داده شوند و در تولیدات سری و زیاد از سیستم لوله کشی استفاده گردد .

۴ ـ ۱ ـ ۱ ـ تنظیم کننده های گاز :

چون فشار گاز در کپسولها زیاد می‌باشد و جوشکاری با این فشار امکان پذیر نمی باشد، بدین جهت بایستی فشارکپسول را کاهش دادتابه فشار کارتبدیل گردد. عمل کاهش وتنظیم فشار گاز کپسولها به‌وسیله تنظیم‌کننده گاز(رگلاتور)انجام می گیرد.

۵ ـ ۱ ـ ۱ ـ انبر مخصوص :

یک مشعل جوشکاری دستی(انبر مخصوص)بایدساده، سبک و کاملاً عایق‌بندی شده باشد. مشعل دارای دسته ای برای نگهداری در دست ، وسایلی برای انتقال گاز محافظ به سطح قوس ، یک طوقچه (کولت)، سه نظام با وسایل دیگر برای نگهداری الکترود تنگستنی و هدایت جریان جوشکاری می باشد . برای مونتاژ مشعل نیاز به انواع کابلها ، شیلنگها و لوله های اتصالی برای اتصال مشعل به منبع برق ، گاز و آب (در صورتیکه آب جهت خنک کردن بکار رود) می باشد.

۶ ـ ۱ ـ ۱ ـ وسایل خنک کننده :

مشعلهایی که با آب سرد می شوند باید یک مولد سرد کننده و تمیز کننده آب داشته باشند، یک سیستم سیر کوله آب در تجهیزات قابل حمل بکار رود . برای تاسیسات قابل حمل ، یک تانک آب با ظرفیت ۱۰ تا ۴۰ گالنی با یک پمپ متحرک الکتریکی معمولاً مناسب می باشد. تانک آب باید با آب مقطر ، که غیر معدنی و غیریونیزه است پر گردد، برای اطمینان کیفیت کار ، بهتر است یک ماده ای که ذرات آب را بگیرد به مخزن اضافه شود.

۲ ـ ۱ ـ آشنایی با جریانهای جوشکاری :

جریان یکی ازمهمترین شرایط کاربرای کنترل درهرکارجوشکاری است، زیرابرای عمق نفوذ، سرعت جوشکاری، نرخ رسوب و کیفیت جوش درنظرگرفته می‌شود.

۱ ـ ۲ ـ ۱ ـ جریان متناوب AC :

جریان متناوب، ضربه های متناوب Dcsp (قطب مستقیم جریان مستقیم) و DCRP (قطب معکوس جریان مستقیم) را نشان می دهد که این عمل در هر ثانیه ۱۰۰ بار تکرار می شود .

با جریان متناوب و هنگام هر سیکل ، تفاوت ولتاژ از یک مقدار حداکثر مثبت به یک مقدار حداکثر منفی می باشد و قوس هر لحظه این تفاوت را نشان می دهد . یک قوس معمولی ترانسفورماتور جوشکاری ولتاژ زیادی برای ثبات مجدد قوس، بعد ازاینکه هنگام جوشکاری دریک محیط خنثی قرار گرفت، ایجاد نمی نماید . در نتیجه برای ثبات مجدد قوس بایستی در هر نیم سیکل یک جریان فرکانس بالا به قوس اضافه شود. جریان متناوب نفوذ مناسب و اکسید کمی در سطح ایجاد می کند . درز جوش ایجاد شده در جوشکاری TIG با AC وسیعتر و کم عمق تر نسبت به درزجوش DCSP و باریکتر و عمیق تر، نسبت به درز جوش DCRP است ، و AC استحکام بیشتری نسبت به درزجوش Dcrp و Dcsp دارد . بنابراین برای جوشکاری آلومینیوم، منیزیم و مس برلیوم دار جریان متناوب ترجیح داده می شود . یک راهنما برای انتخاب نوع جریان جهت جوشکاری انواع فلزات مختلف در جدول ۱ ـ ۱ نشان داده شده است .

۲ ـ ۲ ـ ۱ ـ جریان مستقیم :

در جریان مستقیم از دو قطب مستقیم و معکوس استفاده می شود .

۳ ـ ۲ ـ ۱ ـ قطب مستقیم (Dcsp):

این نوع قطب اکثراً در جوشکاری TIG مورد استفاده قرار می گیرد. این نوع جریان می تواند جوشهای خوبی، تقریباً در تمام فلزات و آلیاژهای قابل جوش ، ایجاد نماید . در جوشکاری با Dcsp الکترود به منفی وفلز به مثبت وصل می شود، بطوری که الکترونها از الکترود به سمت فلز حرکت می کنند . چون در تمام قوسهای

جریان مستقیم، ۷۰ درصد حرارت ایجاد شده در مثبت یا آند(انتهای قوس) است، توسط یک الکترود به اندازه مشخص ، بیشتر از قطب مستقیم نسبت به قطب معکوس جریان مستقیم حمایت می شود ، اگر داغ ترین قوس برای یک اندازه مخصوص الکترود مطلوب باشد ، در نتیجه Dcsp بکار می رود . قطب مستقیم جریان مستقیم درزجوش عمیق وباریک با نفوذ بیشترنسبت به دو نوع جریان دیگر ایجاد می نماید . هنگام جوشکاری فلزات نازک ، درز جوش باریک و نفوذ عمیق توسط جریان Dcsp مشکل ایجاد می شود . برعکس DCRP و AC ، جریان DCSP اکسیدهای سطحی روی آلومینیوم ، منیزیم ویامس برلیوم دار را برنمی دارد ، اما آلومینیوم ممکن است با DCSP با استفاده از روشهای مخصوص به اضافه تمیزکاری مکانیکی یا شیمیایی قبل از جوشکاری ، جوش گردد .

۴ ـ ۲ ـ ۱ ـ قطب معکوس (DCRP) :

در جوشکاری با DCRP انبر به مثبت و فلز به منفی مولد برق وصل می شود . از این رو الکترونها از سمت فلز به الکترود حرکت می کنند که حرارت بیشتر درالکترود و حرارت کمتردر فلزایجاد می گردد . در یک آمپر اژ و طول قوس ، ولتاژ قوس یک جریان DCRP تا اندازه ای بیشتر از ولتاژقوس DCSP است بطوریکه قوس DCRP درمجموع انرژی بیشتری دارد . قطب معکوس جریان مستقیم نسبت به دو نوع دیگر جریان حداقل استفاده را دارد ، زیرا درز جوش وسیع صاف با نفوذ باریک ایجاد می نماید . جوشکاری با DCRP نیاز به مهارت زیادی دارد و بدلیل اندازه زیاد الکترود در مقایسه با جریان جوشکاری کمی که استفاده می گردد ، معمولاً توصیه نمی شود . قطب معکوس جریان مستقیم سردترین قوس را در میان سه نوع جریان دارد ، در صودتیکه برداشت بیشتر اکسیدها را از سطح فلز انجام می دهد .

آلومینیوم بویژه با DCRP مشکل جوش می شود ، زیرا هنگامی که الکترود با حوضچه مذاب تماس پیدا می کند ، حوضچه مذاب به سرعت به سر الکترود جذب شده و آن را آلوده می نماید . بهر حال DCRP معمولاً برای اتصال ورقه های نازک

آلومینیوم (تا حدود ۶/۰ میلیمتر)بکار می رود . از طرف دیگر منیزیم توسط عمل قوس با DCRP دفع شده و از این رو مسئله آلودگی وجود ندارد ؛ جریان DCRP ممکن است برای جوشکاری منیزیم با ضخامت تا $\frac{1}{8}$ بکار رود .

فلزمورد جوش	جریان متناوب	جریان مستقیم	
		قطب مستقیم (a)	قطب معکوس
فولاد کم کربن :			
از ۱۵٪ تا ۳۰٪ اینچ	خوب (b)	عالی	توصیه نمی شود
از ۳۰٪ تا ۱۲۵٪ اینچ	توصیه نمی شود	عالی	توصیه نمی شود
فولاد پرکربن	خوب (b)	عالی	توصیه نمی شود
چدن	خوب (b)	عالی	توصیه نمی شود
فولاد زنگ نزن	خوب (b)	عالی	توصیه نمی شود
آلیاژ مقاوم به حرارت	خوب (b)	عالی	توصیه نمی شود
فلزات دیرگداز	توصیه نمی شود	عالی	توصیه نمی شود
آلیاژهای آلومینیوم :			
تاضخامت ۲۵٪ اینچ	عالی	توصیه نمی شود(c)	خوب
بالاتراز ۲۵٪ اینچ	عالی	توصیه نمی شود(c)	توصیه نمی شود
آلیاژهای آلومینیوم ریختگی	عالی	توصیه نمی شود(c)	توصیه نمی شود
برلیوم	خوب (b)	عالی	توصیه نمی شود
مس و آلیاژهای آن :			
برنج	خوب (b)	عالی	توصیه نمی شود
مس اکسید زداشده	توصیه نمی شود	عالی	توصیه نمی شود
برنز سیلیسیم دار	توصیه نمی شود	عالی	توصیه نمی شود
آلیاژهای منیزیم :			
تاضخامت $\frac{1}{8}$ اینچ	عالی	توصیه نمی شود(c)	خوب
بالاتراز $\frac{3}{16}$ اینچ	عالی	توصیه نمی شود(c)	توصیه نمی شود
آلیاژهای منیزیم ریختگی	عالی	توصیه نمی شود(c)	توصیه نمی شود
نقره	خوب (b)	عالی	توصیه نمی شود
آلیاژهای تیتانیوم	توصیه نمی شود	عالی	توصیه نمی شود

a) تثبیت شده، ازجریان متناوب . درمجموعه هایی که کاملاً محکم شده استفاده ننمایید .
b) آمپراژباید حدود ۲۵ درصد بیشترازوقتی باشد که ازقطب مستقیم جریان مستقیم استفاده می شود .
c) مگراینکه فلزمورد جوش بطور مکانیکی یا شیمیایی تمیزشده باشد .

جدول (۱ـ۱) مناسبت انواع جریان جهت جوشکاری TIG فلزات مختلف

۵ـ۲ـ۱ ـ جریانهایی با فرکانس بالا(HF) :

اسیلاتورها با شکاف جرقه‌ای یا نوع لوله ای به منظور شروع قوس به مدار ترانسفورماتورجوشکاری وصل می شوند و در بعضی نمونه ها ممکن است بطور مداوم استفاده گردند .

با نصب این وسیله ، جوشکار می تواند الکترود را در حالت شروع مناسب نگهدارد وقتی که الکترود از فلز فاصله می گیرد ، قوس شروع می شود. هنگام جوشکاری با جریان متناوب HF وقتی که الکترود داغ و قوس خاموش می گردد یک هاله ارغوانی در سر الکترود ایجاد می شود. زمانی که الکترود خنک شد به یک درجه حرارت معینی رسید ، هاله ناگهان از بین می رود .

۷ـ۲ـ۱ ـ تعیین قطب جریان :

معمولاً با روش TIGبیشتر از قطب مستقیم جریان مستقیم استفاده می شود.

۳ ـ ۱ ـ شناسایی کپسولهای گاز:

کپسولهای گاز استاندارد دارای اهمیت مخصوص می باشند ، زیرا علاوه بر رعایت دقیق رنگ کپسولهابا گاز محتوی ، به هیچ وجه نبایستی به این کپسولها ضربه وارد شود و در موقع حمل و نقل نهایت دقت به عمل آید . درب آنها بایستی با در پوش مخصوص بسته شود ، چون گازهای مختلف با فشار در آنهاذخیره شده اند...

۱ـ۳ـ۱ ـ کپسول آرگون :

گاز فشرده غیر اشتعال است . ظرفیت کپسول و وزن آن توسط سازندگان تفاوت دارد. بعضی ازسیلندرهای آن ۶۹۱۰ وبعضی‌ها ۹۳۴۵لیتر گازدارند. درنوع ۶۹۱۰ لیتری فشار آن۱۵۵ آتمسفرودرنوع ۹۳۴۵ لیتری فشار آن ۱۸۶ آتمسفر است . در نوع ۶۹۱۰ لیتری وزن پر کپسول ۷۱/۷ کیلو گرم و وزن خالی کپسول ۶۴ کیلوگرم و در نوع ۹۳۴۵ وزن پر کپسول ۸۰ کیلو گرم ووزن خالی کپسول ۶۵ کیلوگرم می باشد.

۲ـ۳ـ۱ـ کپسول هلیوم :

گاز فشرده غیراشتعال است . از انواع کپسولهای فشار بالا محسوب می شود . ظرفیت کپسول ۶۰۳۲ لیتر ، فشار آن ۱۵۵ آتمسفر ، وزن پر کپسول ۶۱ کیلوگرم ووزن خالی کپسول ۶۰ کیلوگرم می باشد .

۳ـ۳ـ۱ـ کپسول اکسیژن :

گاز فشرده غیر اشتعال است . از نوع کپسولهای فشار بالا محسوب می شود . کپسولهای اکسیژن دو نوع ظرفیت دارند . نوع اول آن ۹۳۴۵ لیتر ، فشار ۱۸۶ آتمسفر ، وزن پر کپسول ۷۸ کیلوگرم و وزن خالی کپسول ۶۶ کیلوگرم است .

نوع دوم آن ۶۹۱۰ لیتر ، فشار ۱۵۵ آتمسفر ، وزن پر کپسول ۶۹/۵ کیلوگرم ووزن خالی آن ۶۰ کیلوگرم می باشد .

۴ـ۳ـ۱ـ کپسول هیدروژن :

گاز فشرده ، قابل اشتعال است . از نوع کپسولهای فشار بالا محسوب می شود . ظرفیت کپسول ۵۴۰۹ لیتر با فشار ۱۴۲ آتمسفر وزن پر کپسول ۶۰/۸ کیلوگرم و وزن خالی آن ۶۰ کیلو گرم می باشد .

۵ـ۳ـ۱ـ مخلوط کن گاز :

وقتی مخلوطی از دو یا چند گاز مورد استفاده قرار می گیرد ، مخلوط توسط کنتورگازهای مجزابه یک لوله مخلوط کن می‌رسد . ودراینجا گازمخلوط و ترکیب شده و سپس خارج می گردد . مخلوط گازها نیز در سیلندرها موجود می باشد .

۴ـ۱ـ آشنایی با تنظیم کننده های گاز :

با وجود نوع سیستم گاز بکار رفته ، فشاروعبور گازبایستی به طورثابت نگهداشته شود . وظایف اصلی رگلاتور کاهش فشار از منبع به سطح کار ونیز ثابت نگهداشتن

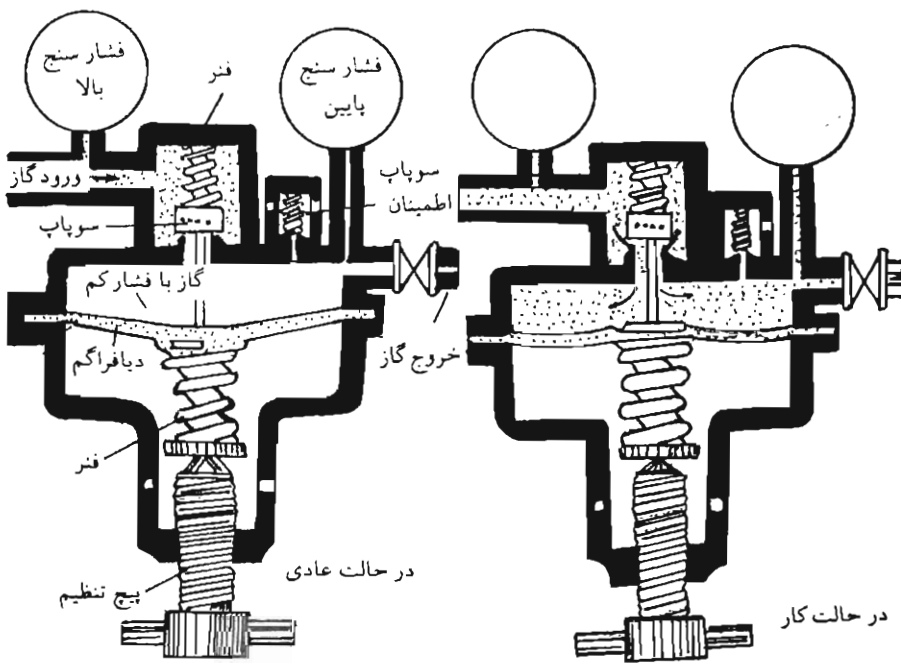
فشار گاز با توجه به تغییرات منبع گاز می باشد . به علاوه یک رگلاتور را برای گاز با یک فشار معینی تقریباً به اندازه سرعتش تنظیم می کنند .

۱ ـ ۴ ـ ۱ ـ تنظیم کننده یک مرحله ای :

یک رگلاتور شامل قسمتهای زیر است :

قطعه برنجی ریختگی ، پیچ تنظیم ، فنرها ، دیافراگم ، خروجی و یک ورودی .

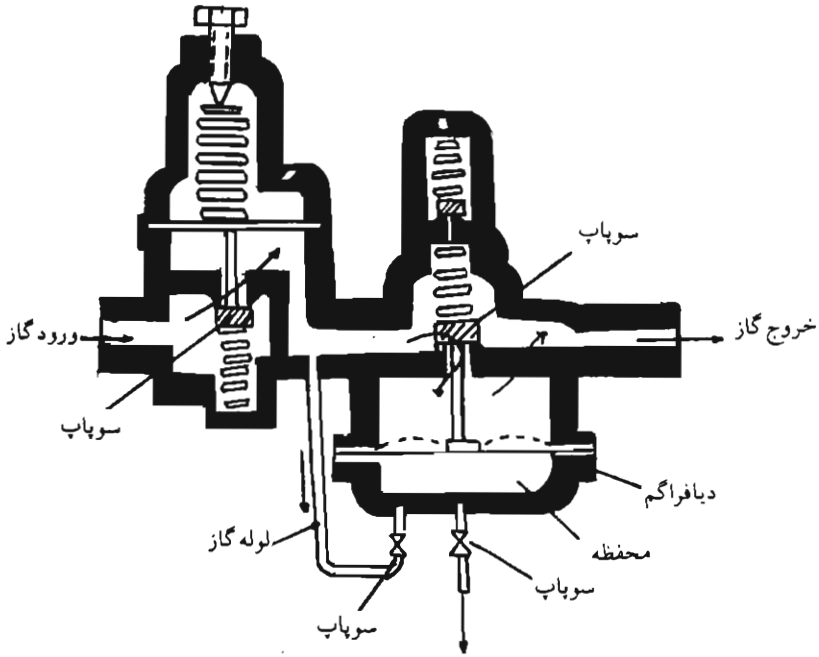
وقتی پیچ تنظیم را در جهت عقربه های ساعت بچرخانیم ، با بالا رفتن دیافراگم و باز شدن سوپاپ ، گاز از سیلندر وارد محفظه بالای دیافراگم شده و فشار گاز را در فشار سنج ثانویه نشان می دهد و پس ازتنظیم آن ، گاز که به حدلازم رسید ، فشار گاز دیافراگم را پائین آورده ، سوپاپ بسته می‌شود . وقتی گازمصرف می گردد ، فشار آن در محفظه دیافراگم کم شده ، دیافراگم بالا آمده و سوپاپ را مجدداً باز می کند تا فشار لازم تامین گردد ، این عمل بطور اتوماتیک انجام می گیرد . حرکت دیافراگم و سوپاپ توسط فنر انجام خواهد شد . (شکل ۱ـ۱)



(شکل ۱ ـ ۱) رگلاتور یک محفظه ای

۲ ـ ۴ ـ ۱ ـ تنظیم کننده دو مرحله ای :

در تبدیل فشار دو محفظه ای ، گاز با فشار اولیه از میان یک نازل اتو ماتیک اولیه عبور می نماید . این مجموعه ازیک دیافراگم و فنری قوی تشکیل شده است که فشار را تا یک حجم متوسط کاهش می دهد . رگلاتور دو مرحله ای فشار آزاد ثابت و دقیق‌تری را نسبت به آنچه که با رگلاتور یک مرحله ای بدست می‌آید ، ایجاد می‌کند یک رگلاتور دومرحله ای فشار آزاد ثابت یک سیلندر پر را به اولین محفظه رگلاتور می رساند . تا خالی شدن سیلندر ، فشار در محفظه اول ثابت می ماند ، این محفظه غیرفعال است تا زمانی که محفظه دوم را به کار انداخته وتنظیم نماییم و تنظیم فشار گاز برای جوشکاری توسط محفظه دوم انجام گیرد . (شکل ۲ـ۱)



(شکل ۲ ـ ۱) رگلاتور دو محفظه ای

۳ ـ ۴ ـ ۱ ـ فلومترها :

فلومتربرای کنترل جریان گازهای محافظ مورد استفاده قرارمی گیرد . در فلومتر

یک شیر وجود دارد که با آن بوسیله دست می‌توان گاز را تنظیم نمود. رگلاتورهای فلومتردار برای کاهش فشار زیادسیلندرجهت کار بکار می روند. این فشار کم سپس توسط فلومتر دریافت می گردد. جریان گاز مورد نیاز توسط شیر با دست کنترل و جریان در یک لوله فلومتر نشان داده می شود که مقدار آن معمولاً برحسب لیتر بردقیقه می باشد.

۵ ـ ۱ ـ آشنایی با مشعل جوشکاری TIG:

۱ ـ ۵ ـ ۱ ـ مشعل های خنک شده با هوا:

مشعل هایی که با هوا خنک می شوند نسبت به مشعل هایی که با آب خنک خواهند شد معمولاً سبکتر، کوچکتر و کم هزینه تر هستند. بهرحال حداکثر جریان جوشکاری که با این مشعلها انجام می شود۱۲۵ آمپر است. این انبرها برای جوشکاری فلزات نازک و برای راندمان محدود بکار می روند. الکترودهای تنگستنی در درجه حرارتهای زیاد، در مشعلهای خنک شده با هوا نسبت به مشعلهای خنک شده با آب، تحت کار می باشند واین احتمال می رود که ذرات تنگستنی را به حوضچه جوش بیاندازد (هنگام استفاده از تنگستنی خالص) و جوش را آلوده نماید.

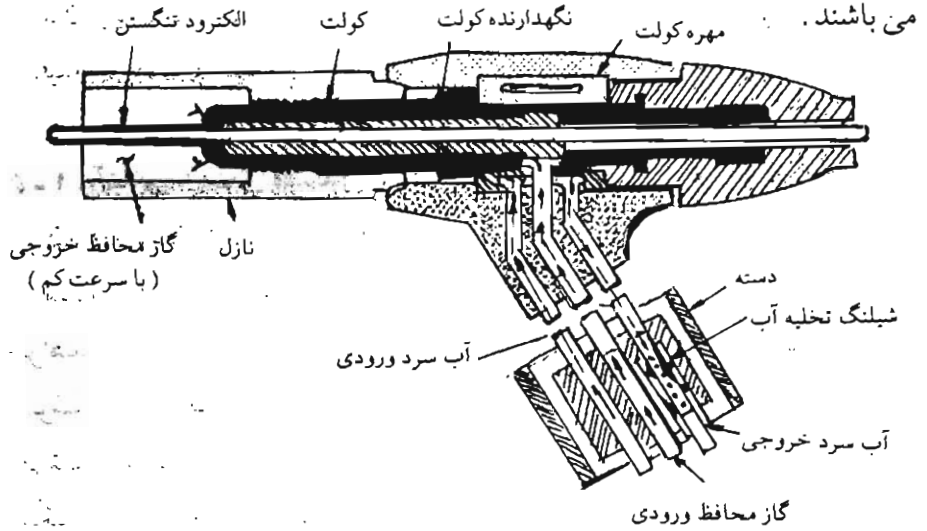
۲ ـ ۵ ـ ۱ ـ مشعل های خنک شده با آب:

این مشعل ها برای جوشکاری با جریان بالا طرح ریزی شده اند. این انبرها با جریان جوشکاری تا ۲۰۰ آمپر بطور مداوم کار کنند. بعضی مشعلها با حداکثر جریان جوشکاری ۵۰۰ آمپر کار خواهند کرد که نسبت به مشعلهای خنک شده با هوا سنگین تر و گرانترند. شیلنگ آب و اتصالات همراه با مشعل می باشند.

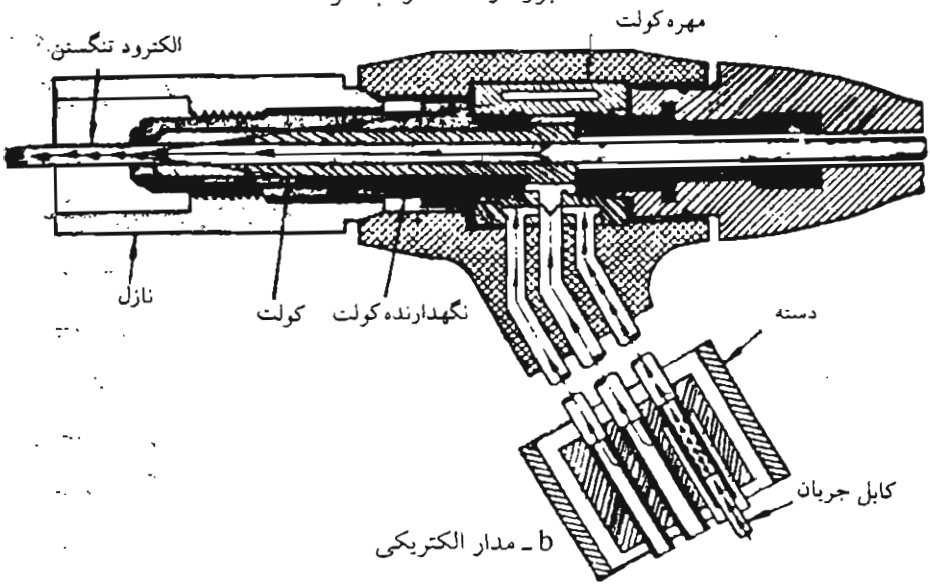
معمولاً کابل برق، جریان جوشکاری را از مولد برق به الکترود می آورد که به شیلنگ تخلیه آب بسته می‌شود. این عمل کابل را سرد نگه می‌دارد واستفاده از قطر کمتر، وزن کم و قابلیت انعطاف کابل را مجاز می نماید. این انبرها، بلوک های

اتصال و گاهی اوقات کلیدهای جریان و فیوزها را نیز در بردارند. در صورت نشت گاز، هوا جوش را آلوده می نماید که در نتیجه جوش آلوده می شود. (شکل ۳ـ۹)

خصوصیات مشعل های خنک شده با آب و هوا در جدول ۲ قابل مشاهده می باشند.



a ـ عبور گاز محافظ و آب سرد



b ـ مدار الکتریکی

(شکل ۳ـ۱) نمای مقطعی از یک نمونه مشعل خنک شده با آب جوشکاری TIG دستی

خصوصیات مشعل	اندازه مشعل: کوچک	متوسط	بزرگ
حداکثر جریان قابل استفاده به آمپر	۱۰۰	۳۰۰ـ۲۰۰	۵۰۰
روش خنک شده	هوا (a)	آب	آب
قطر الکترودهای مناسب به اینچ	$\frac{3}{32}$ ـ ۰/۰۱	$\frac{5}{32}$ ـ ۰/۰۴	$\frac{1}{4}$ ـ $\frac{3}{32}$
قطر سوراخ نازل مناسب به اینچ	$\frac{5}{16}$ ـ $\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$ ، $\frac{5}{16}$ و $\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$ ، $\frac{1}{2}$ و $\frac{3}{8}$

a ـ نازلهای خنک شده با هوا عملاً توسط جریان گاز محافظ خنک می شوند.

جدول (۲ـ۱) خصوصیات نمونه ای ازمشعلهای بکاررفته برای TIG

۳ـ۵ـ۱ ـ نازل و انواع آن:

چند نوع نازل در جوشکاری TIG مورد استفاده قرار می گیرد: سرامیکی ، فلزی (توسط جریان آب یا گاز خنک می‌شوند) ترکیبی از کوارتزونازلهای دومحافظه‌ای.

نازلهای سرامیکی حداقل هزینه را دارند ، اگر چه نازلهای فلزی که با آب خنک می شوند ، دارای عمر طولانی تری هستند (در صورتیکه بطور صحیح از آنها استفاده گردد). نازلهای سرامیکی بعد از استفاده مداوم شکننده می شوند و وقتی سر نازل زبر و ناصاف گردید ، باید تعویض شود. یک نازل ناصاف و زبر گازمحافظ را بی ثبات می کند و سطح جوش خوب محافظت نمی شود.

اختلاف اساسی ازلحاظ هزینه بین نازلهای سرامیکی و فلزی خنک شده با آب گاهی اوقات بانازلهای سرامیکی که توسط بعضی ازجوشکاران مصرف می گردد ، برطرف می شود ، زیرا آنها ضمن کار شکسته می شوند و باید دقت نمود که در موقع جوشکاری شکسته نشوند.

در صورتیکه نازلهای سرامیکی در معرض بی احتیاطی جوشکار قرار گیرد ،

ممکن است در یک شیفت کار توسط جوشکار چند نازل استفاده گردد . در نازلهای دو محافظه ، هنگامیکه از حلقه شیار شده اطراف نازل مرکزی یک گاز ازت یا دی اکسید کربن جهت جلوگیری ازوجود هوا به گازخنثی مرکزی فرستاده می‌شود ، جریان نسبتاً کمی از آرگن یا هلیوم به اطراف الکترود جهت محافظت حوضچه جوش وارد می گردد . نازلهای فلزی در تمام اوقات کار بایستی از هر ماده خارجی محفوظ گردند ، زیرا جمع آوری موادخارجی از روی سطح داخلی نازل و بویژه سر سوراخ آن ، در ستون گاز اغتشاش ایجاد شده و ممکن است فلز بخار شده و بداخل حوضچه جوش وارد گردد .

۴ ـ ۵ ـ ۱ ـ کولت (طوقچه ها) ـ collets :

کولت ها دو نوع هستند :

۱ ـ شکاف دار

۲ ـ نوردی

هر دو نوع کولت اگر مناسب تنظیم گردند ، برای اتصال الکترود ، موثرمی‌باشند . اکثربدنه کولت‌هابه جهت انتقال حرارتی والکتریکی ازآلیاژ مس ساخته می‌شوند ، (اگرچه بعضی بدنه کولت‌ها از آلیاژ نیکل ـ کرم(۲۰ ـ ۸۰)ساخته می‌شوند) . سطح داخلی کولت باید صاف باشد . قبل از اینکه یک کولت در کار قرار گیرد ، باید ازنظر ناصاف بودن ، داخل آن چک گردد ، زیرا تاثیر اتصال الکترود را کاهش می دهد . اتصال ناقص جریان ضعیفی را ایجاد می نماید .

۶ ـ ۱ ـ آشنایی با گازها ی محافظ :

خواص اصلی گاز محافظ جلوگیری از ورود هوا به حوضچه مذاب ، الکترود و انتهای سیم جوش حرارت دیده (در صورت استفاده) و نیز جلوگیری از آلوده شدن رسوب جوش می باشد . گاز محافظ مستقیماً، حرارت را به جوش اضافه نمی کند . گاز های معمولی که در جوشکاری TIG استفاده می شوند عبارتند از :

آرگن، هلیوم ، مخلوط آرگن ـ هلیوم ، مخلوط آرگن ـ هیدروژن و مخلوط آرگون همراه با اکسیژن .

انتخاب گاز محافظ بهمان اندازه که در کیفیت جوش موثر است می تواند در سرعت جوشکاری نیز موثرباشد . آرگون ، هلیوم و مخلوط آرگون ـ هلیوم واکنشی با الکترودهای تنگستن وتنگستنی آلیاژی و همچنین تاثیر منفی روی کیفیت جوش ندارد .

۱ ـ ۶ ـ ۱ ـ آرگن :

آرگن با درجه خلوص ۹۹/۹۹۵ درصد ، گاز بیست خنثی و تک اتمی (یک اتم در هر مولکول)و غیر محلول در فلز مذاب آرگن ۳۸ درصد از هوا و حدود ۱۰ برابر از هلیوم سنگین تر می باشد ، و این خود مزیتی است برای جوشکاری در حالات کف و گوشه افقی . آرگن خالص به عنوان گاز محافظ در حقیقت می تواند برای تمام فلزات بکار رود .

۲ ـ ۶ ـ ۱ ـ هلیوم :

هلیوم نیز گاز بیست خنثی و تک اتمی ، اما بدلیل اینکه فقط ۱۴ درصد از هوا سنگین تر است ، یک حجم بیشتر از گاز آرگن (با مقدار مساوی حفاظت) برای جوشکاری درحالت کف و گوشه افقی موردنیاز می باشد . چون تهیه هلیوم محدود و هزینه آن نیز زیاد است ، استفاده از آن بعنوان یک گاز محافظ محدود می باشد .

۳ ـ ۶ ـ ۱ ـ مخلوط آرگن ـ هلیوم :

وقتی نفوذ بیشتر مطرح باشد هلیوم و زمانیکه کنترل قوس مورد نظر باشد ، آرگن مناسب خواهد بود . در چنین مواردی ، یک مخلوط از (از نظر حجمی) ۸۰ قسمت از هلیوم و ۲۰ قسمت از آرگن تاثیر دارد . اگر یک قوس داغ تر در خواست شده وقتی که جوشکاری آلومینیوم با آرگن می باشد ، هلیوم می تواند اضافه گردد تا

نفوذ خواسته شده حاصل گردد.

ترکیب آرگن و هلیوم بطور وسیع در جوشکاری اتوماتیک مورد استفاده قرار می گیرد. آرگن پوشش بیشتر حوضچه مذاب را در سرعتهای با جریان گاز کم می‌دهد، در صورتیکه هلیوم حداکثر پوشش را درسرعت با جریان گاز زیاد می‌دهد.

۴ـ۶ـ۱ ـ مخلوط آرگن ـ هیدروژن :

مخلوط آرگن ـ هیدروژن برای جوشکاری انواع فلزاتی که برای ایجاد تخلخل مسئله ساز است، بکار می رود. مونل و نقره دو مثال در این رابطه می باشند. مخلوط آرگون با ۱۰ تا ۲۰ درصد هیدروژن برای جوشکاری فولاد زنگ نزن بطور موفقیت آمیز مورد استفاده قرار می گیرد. منظور از استفاده مخلوط آرگن ـ هیدروژن جهت افزایش حرارت قوس می باشد.

۵ـ۶ـ۱ ـ مخلوط آرگن همراه با اکسیژن :

مخلوط آرگن با یک تا ۵ در صد اکسیژن فقط جهت فرآیند MIG بکار می رود که با الکترود مصرف شدنی استفاده می شود. اگر آرگن همراه با اکسیژن با فرآیند TIG بکار رود، اکسیژن در گاز، سرعت الکترود را خیلی کاهش می دهد.

۶ـ۶ـ۱ ـ درجه خلوص گازهای محافظ :

فقط درجه گاز جوشکاری در فرایند TIG باید مورد بررسی قرار گیرد. اگر درجه گازهای تجارتی مورد استفاده قرار گیرد، مشکلاتی را بوجود خواهد آورد.

برای فلزات واکنش دار تیتانیوم، تانتالوم و زیر کونیم که در درجه حرارت متعادل توسط گازهای زیان آور موجود در هوا تحت تاثیر قرار می گیرند، درجه خلوص گاز مورد استفاده برای جلوگیری از مشکلات هنگام جوشکاری، بایستی پیش بینی گردد. بخار آب در هلیوم خالص در قوس جدا شده و به اکسیژن و هیدروژن تجزیه می گردد. وجود هیدروژن در هاله خنثی تخلخل ایجاد می کند و اکسیژن یک لایه

اکسید بر روی حوضچه جوش تشکیل می دهد که ممکن است جوش را خراب و ذوب ضعیفی همراه با ناخالص بوجود آورد. هلیوم با درجه خلوص کمتر از ۹۹/۸ درصد، شامل آب اضافی است.

۷ـ۶ـ۱ ـ آلودگی گاز سیلندر :

برای جلوگیری از آلودگی گاز خنثی سیلندرها با گازهای دیگر معمولاً روش مابین مصرف کننده و تولید کننده است که به موجب آن مصرف کننده مجاز است که فشار باقی مانده در سیلندر را در تمام اوقات آزاد نماید. با این عمل تولید کننده مطمئن می شود که سیلندر های برگشتی دارای آلودگی نیستند. مصرف کننده مجاز خواهد شد که میزان بر آوردی براساس حجم گاز برگشت داده شده به تولید کننده داشته باشد. مشکل جوشکاری اغلب با ناخالصی گاز محافظ می باشد، اما تجربه نشان داده است که از تمام منابع ممکن، حداقل احتمال را دارد گاز در سیلندر همراه با مشکل باشد.

شیلنگ ها و اتصالات بایستی کاملاً از نظر نشتی چک گردند، زیرا می توانند به آسانی گاز خنثی را هنگام عبور از شیلنگ به مشعل آلوده نمایند. تمام دقتهای لازم را برای اطمینان از گاز خالص حمل شده از سیلندر به حوضچه مذاب با یک سیستم کاملاً ضد نشت باید انجام داد. اگر آرگن یا هلیوم با درجه تجارتی بکار رود، گاز باقی مانده در سیلندر حوضچه جوش را آلوده می کند، که منجر به متخلخل شدن جوش خواهد شد. درجه خلوص برای موارد بحرانی بایستی مورد بررسی قرار گیرد، اگر چه آرگن یا هلیوم جوشکاری همانطور که در حال حاضر تولید می شود (۹۹/۹۹۵ درصد) تقریباً برای تمام موارد مناسب می باشد.

۷ ـ ۱ ـ آشنایی با الکترودهای مصرف نشدنی:

اختلاف زیادی بین فرآیند TIG با فرایندهای دیگر که سیم آنها مصرف می شود، وجود دارد. تنگستنی که بالاترین نقطه ذوب را در میان فلزات دارد (۳۴۱۰°c)، بهترین ماده برای الکترودهای مصرف نشدنی شناخته شده است.

۱ ـ ۷ ـ ۱ ـ انواع الکترودهای مصرف نشدنی از نظر جنس :

ـ تنگستن خالص

ـ تنگستن توریم دار

ـ تنگستن زیرکونیم دار

تنگستن علاوه‌بر داشتن نقطه ذوب بالا ، یک منتشر کننده قوی الکترون می‌باشد که در عبور از فضای قوس ، آن را یونیزه کرده وثبات قوس را تامین می نماید . الکترودهای تنگستنی خالص (حدود ۲۵تا۳۵ درصد)نسبت به انواع توریم دار ، ارزش کمتری داشته که بستگی به پرداختکاری آن دارد . تنگستن خالص تجارتی (۹۹/۵ درصد تنگستنی) و تنگستن آلیاژی با عناصر توریم و زیر کونیم در تمام موارد جوشکاری TIGمورد استفاده قرار می گیرد .

دسته بندی AWS	حداقل تنگستن به درصد (a)	توریم به درصد	زیرکونیم به درصد	حداکثرعناصر دیگربه درصد (b)
EWP	۹۹/۵	–	–	۰/۵
EWTH_۱	۹۸/۵	۰/۸_۱/۲	–	۰/۵
EWTH_۲	۹۷/۵	۱/۷_۲/۲	–	۰/۵
EWTH_۳ (c)	۹۸/۹۵	۰/۳۵_۰/۵۵	–	۰/۵
EWZR	۹۹/۲	–	۰/۱۵_۰/۴۰	۰/۵

a ـ بااختلاف

b ـ درمجموع

c ـ الکترود EWTH ـ ۳ الکترودتنگستنی است بایک تا ۲ درصد توریم، مقدار توریم تعادل الکترود همانقدر که درجدول نشان داده شده است، می باشد .

جدول (۳ ـ ۱) دسته بندی AWS و حدود ترکیبات برای الکترودهای جوشکاری تنگستن

الکترودهای تنگستنی توریم دار تا ۲/۲ درصد توریم دارند. جدول ۳ـ۱ دسته بندی AWS و ترکیبات الکترودهای تنگستنی خالص و تنگستنی آلیاژی را معرفی می نماید.

الکترودهای تنگستنی خالص و تنگستنی توریم دار در یک سطح جریان معمولی ذوب نمی شوند.

برای مثال، یک الکترودتنگستنی توریم داربه قطر $\frac{۱}{۸}$ اینچ (۳/۲میلیمتر) که $\frac{۳}{۴}$ اینچ (حدود ۱۸ میلیمتر) سنگ‌زنی می‌شود و نوک آن سوزنی است می‌تواند شدت جریان ۴۵۰ آمپر را بمدت ۱۲ دقیقه با جریان مستقیم (قطب مستقیم) نگهدارد، که در این موقع علامت های سنگ چرخ از سطح قسمت سنگ زنی شده فقط در $\frac{۱}{۳۲}$ اینچی (۰/۸ میلیمتر) اول الکترود ازبین می رود. برای برقراری قوس اگر HF بکار رود، قوس ثبات بیشتری درجریان پایین دارد تا اینکه الکترود با قطعه کار تماس پیدا نماید و قوس ایجاد گردد. الکترودهای تنگستنی توریم دار نسبت به الکترودهای تنگستنی خالص در برابر ظرفیت حمل جریان از درجه بالاتری برخوردار می باشند، وقتی که جوشکاری با جریان متناوب انجام شود حدود تغییرات آن از صفر تا ۵۰ درجه است (به جدول ۴ـ۱ توجه کنید).

الکترودهای تنگستنی توریم دار در مقایسه با الکترودهای تنگستنی خالص تا اندازه ای قوس با ثبات تری ایجاد می کنند. الکترودهای تنگستنی توریم دار شدت جریان بیشتری را تحمل می نماید و بهتر است که الکترودهای تنگستنی توریم دار را نوک دار بکنیم بویژه برای جوشکاری لوله و اتصالاتی که شیار عمیق دارند. با نوک دار کردن الکترود، تمرکز زیادی در نیروی قوس بوجود می آید و با برقراری قوس به روش جوشکاری کمک می کند.

الکترودهای تنگستنی زیرکونیم دار که محتوی ۰/۱۵ تا ۰/۴۰ در صد زیر کونیم دارند، در مواردی مناسب است که آلودگی جوش بایستی با الکترود تنگستنی به حداقل برسد.

انتهای الکترود ضمن کار گرد شده و در مقابل آلودگی مقاومت زیادی دارد. ازاین رو آنها وقتی بکار می روند که از جریان متناوب استفاده می شود.

قطر الکترود به اینچ	جریان مستقیم به آمپر		جریانهای متناوب (فرکانس به آمپر)		
	قطب مستقیم EWP EWTH_۱ EWTH_۲ EWTH_۳	قطب معکوس EWP EWTH_۱ EWTH_۲ EWTH_۳	EWP	EWTH_۱ EWTH_۲ EWZR	EWTH_۳
۰/۰۱۰	تا ۱۵	(b)	تا ۱۵	تا ۱۵	(b)
۰/۰۲۰	۵_۲۰	(b)	۱۰_۲۰	۵_۲۰	۱۰_۲۰
۰/۰۴۰	۱۵_۸۰	(b)	۲۰_۳۰	۲۰_۶۰	۲۰_۶۰
$\frac{۱}{۱۶}$	۷۰_۱۵۰	۱۰_۲۰	۳۰_۸۰	۶۰_۱۲۰	۳۰_۱۲۰
$\frac{۳}{۳۲}$	۱۵۰_۲۵۰	۱۵_۳۰	۶۰_۱۳۰	۱۰۰_۱۸۰	۶۰_۱۸۰
$\frac{۱}{۸}$	۲۵۰_۴۰۰	۲۵_۴۰	۱۰۰_۱۸۰	۱۶۰_۲۵۰	۱۰۰_۲۵۰
$\frac{۵}{۳۲}$	۴۰۰_۵۰۰	۴۰_۵۵	۱۶۰_۲۴۰	۲۰۰_۳۲۰	۱۶۰_۳۲۰
$\frac{۳}{۱۶}$	۵۰۰_۷۵۰	۵۵_۸۰	۱۹۰_۳۰۰	۲۹۰_۳۹۰	۱۹۰_۳۹۰
$\frac{۱}{۴}$	۷۵۰_۱۰۰۰	۸۰_۱۲۵	۲۵۰_۴۰۰	۳۴۰_۵۲۵	۲۵۰_۵۲۵

a ـ مقادیر براساس استفاده از آرگن بعنوان گازمحافظ می باشد. مقادیردیگری ممکن است بکاربرده شود که بستگی به گازمحافظ، نوع تجهیزات و کاربرد آن دارد.
b ـ این ترکیبات عموماً مورد استفاده قرار نمی گیرد.

جدول (۴ ـ ۱) نمونه ای از جریان بکار رفته در جوشکاری TIGالکترودهای تنگستنی با قطرهای مختلف (a)

۲ ـ ۷ ـ ۱ ـ انواع الکترودهای مصرف نشدنی ازنظرقطر :

معمولاً قطر الکترود را باید طوری انتخاب نمود که جریان نزدیک به حداکثر را

بتوان با آن کار کرد. در چنین جریانی، حرارت قوس متمرکزتر می شود. این عمل، حداکثر نفوذ، ثبات قوس، سرعت جوشکاری زیاد، حداقل عرض جوش و تحدب درز جوش را تامین می نماید. برای اندازه الکترود که بایستی برای جریان مشخص استفاده گردد، اختیارات متفاوت می باشد.

اکثراً موافقند که اندازه الکترود را کمتر انتخاب نمایند، زیرا قوس را بدون از دست دادن قطرات مذاب از سر الکترود، نگه می دارند. اکثر استفاده کنندگان الکترودهای تنگستنی خالص، سر الکترودهای بزرگ را به صورت نقطه سوزنی نسبت به معمولی آن سنگ زنی می کنند و سر الکترود را بشکلی ایجادمی کنند تا با قطری که شدت جریان را نسبت به آن تعیین می نماید، اولین مرحله قوس برقرار گردد.

با ثبات ترین قوس برای هر الکترود معینی این است که حداکثر شدت جریان را با موفقیت نگهدارد.

۳ ـ ۷ ـ ۱ ـ انواع الکترودهای مصرف نشدنی از نظر طول:

در جدول زیر انواع الکترودها ازنظر قطر وطول مشخص گردیده است.

قطراستاندارد به اینچ	طول استاندارد (تمام قطرها) به اینچ (a)
قطرها	طول ها
۰/۰۱۰	۳، ۶، ۷
۰/۰۲۰	۱۲، ۱۸، ۲۴
۰/۰۴۰، $\frac{۱}{۱۶}$، $\frac{۳}{۳۲}$	a ـ الکترود ۰/۰۱ اینچ نیز به
$\frac{۱}{۸}$، $\frac{۵}{۳۲}$، $\frac{۳}{۱۶}$، $\frac{۱}{۴}$	صورت کلاف قرقره موجود است

جدول (۵ ـ ۱) قطر و طول استاندارد الکترودهای جوشکاری TIG

۴ ـ ۷ ـ ۱ ـ پرداختکاری الکترودهای مصرف نشدنی :

دو نوع اصلی پرداختکاری الکترودهای تنگستنی که به شکل تجارتی موجود هستند عبارتند از :

پرداختکاری به صورت سنگ زنی و شیمیایی الکترودهایی که توسط کشش با استفاده از گرافیت ساخته می شوند ، مقداری از گرافیت در روی الکترود باقی می ماند و رنگ ظاهر الکترود را مشکی یا مشکی متمایل به آبی می کند ، ولی این روکش روی قوس و خصوصیات جوشکاری اثر نمی گذارد . هر تغییر رنگی روی سطح الکترود تنگستنی باشد ، نمایانگر اکسید یا بعضی آلودگیهای دیگر است . این عمل در جوشهای کثیف مشخص است و مصرف الکترود را بالا برده و ممکن است جوش سخت وقوس بی ثباتی را بوجود آورد . اگر الکترودی بدون اینکه توسط پایه یاسیم جوش آلوده شده باشد ، تغییر رنگ بدهد ، این تغییر رنگ بواسطه اکسید شدن می باشد . الکترودهایی که توسط عملیات شیمیایی یا سنگ زنی پرداختکاری می شوند ، در صورتی روشن و براق می مانند که از آنها به دقت محافظت گردد که با هوا آلوده نشوند . الکترودهایی که دارای درز ، ترکه ، پلیسه و یا الکترودهای غیر فلزی که دارای ناخالصی باشند ، نبایستی مورد استفاده قرار گیرند . هریک از این نواقص حداکثر شدت جریانی را که الکترود نیاز دارد ، کاهش می دهد .

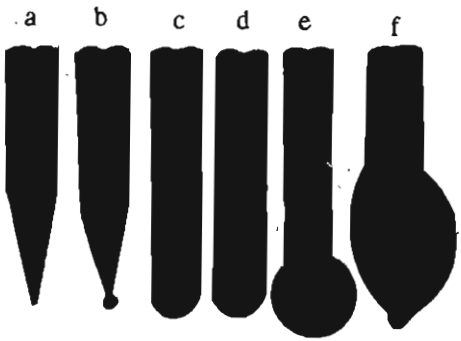
۵ ـ ۷ ـ ۱ ـ مقطع انتهای اکترودها :

انتهای الکترودها تنگستن ممکن است گرد باشد که این قسمت تا اندازه ای کاملاً کروی یا پیازی شکل است که قطرش بیشتر از قطر الکترود می باشد (شکل ۴ ـ ۱) .

a ـ الکترود تنگستنی توریم دار با انتهای تیز که حداکثر جریان را برای الکترود کامل نگه می دارد .

b ـ الکترود تنگستنی خالص نقطه دارشده که قطرانتهایی ایده آلی دارد .

c ـ الکترود تنگستنی خالص با انتهای تا اندازه ای کروی .



(شکل ۴ـ۱) نوک الکترودهای تنگستن

d ـ الکترود تنگستنی خالص با انتهای کاملاً کروی

e ـ الکترود تنگستنی خالص با انتهای پیازی

f ـ الکترود آلوده شده با فلز پایه آلومینیومی یا سیم جوش

انتهای برجسته منحصر به محلهای محدود است ، با این عمل می توان شدت جریان را در یک سطح بالا نگهداشت . الکترودی که مقطع آن کروی است بیشترین ظرفیت جریان را تحمل می نماید . الکترودهای تنگستنی زیر کونیم‌دار و توریم‌دار ، مقطع انتهایی خودشان را در حرارتهای بالا نگه می دارند ، در صورتیکه الکترودهای تنگستنی خالص مقطع انتهایی خودشان را مطابق با شدت جریانی که آنها کار می کنند ، تغییر می دهند .

الکترودهای تنگستنی به شکل مخروط سنگ زنی می شوند که طول این قسمت مخروطی ۳ تا ۶ برابر قطر الکترود تنگستنی است . وقتی الکترود تیز شده برای کار آماده می گردد ، نوک آن ذوب و به طرف عقب روی خودش بر می گردد تا آن قسمت ذوب شده خنک شود و حرارت را برای نگهداری قوس متعادل سازد و جهت ذوب را آماده نماید .

(قسمت b ازشکل ۴ ـ ۱) : الکترودهای تنگستنی خالص بایدقبل ازکاری که با آنها انجام می گیرد ، نوک آنهافرم داده شود . سپس اگرالکترودبه قطعه کاریا سیم جوش برخورد نمایدلازم است که الکترود را عوض کنیم تا الکترودمجدداً سنگ زنی شده و به شکل اولیه درآید و سپس استفاده گردد ، زیرا این عمل سنگ زنی وقت گیر است . وقتی بخواهیم قطعات و ورقهای نازک وظریف رامتصل نماییم ، لازم است که نوک الکترود را جهت ثبات قوس در جریانهای خیلی کم به صورت سوزنی

درآوریم. در صورتیکه جوشکاری اتوماتیک است، سنگ‌زنی الکترود باید ماشینی انجام شود.

۸ ـ ۱ ـ شناسایی اصول راه اندازی و ایجاد قوس الکتریکی با جوشکاری TIG:

۱ ـ ۸ ـ ۱ ـ مزایای جوشکاری TIG:

الف ـ چون الکترود مصرف شدنی نیست، فلزپایه را می توان بدون سیم جوش بکار برد.

ب ـ فلزباضخامت حداقل ۱۲/۰ میلیمتری(۰۰۵/۰ اینچ) را می توان جوشکاری نمود.

ج ـ این فرایند برای اکثر فلزات و آلیاژها قابل استفاده می باشد.

۲ ـ ۸ ـ ۱ ـ محدودیتهای جوشکاری TIG:

الف ـ در محیط های بازامکان جوشکاری کم است، زیراجریان هوا اغتشاشی در گازمحافظ ایجاد می نماید.

ب ـ هزینه نسبتاً زیاددستگاه و وسایل جنبی آن.

۳ ـ ۸ ـ ۱ ـ طول قوس:

طول قوس در خیلی از موارد جوشکاری TIG حدوداً ۱/۵ برابر قطرالکترود می باشد، اما ممکن است مطابق با تجربیات جوشکار، برای موارد ویژه ای متفاوت گردد.

هرچه طول قوس بیشتر شود، پراکندگی حرارت به اطراف محیط زیادتر می شود، همچنین با طویل بودن قوس، از پیشرفت یکنواخت جوش جلوگیری می کند.

۴ ـ ۸ ـ ۱ ـ جریان گاز:

جریان گاز محافظ برای دور نگهداشتن هوا از موضع جوش بایستی مورد

استفاده قرار گیرد.

جریان گاز اضافی نه تنها هزینه غیر ضروری را افزایش می دهد، بلکه ممکن است خوردگی کناره جوش و بی ثباتی قوس را ایجاد نماید. حداقل جریان گاز مورد نیاز برای پوشش مناسب سطح جوش با پارامتر های زیر تغییر می یابد.

گاز محافظ بکار رفته ، فاصله سوراخ نازل گاز از سطح فلز ، طرح اتصال جوش ، اندازه نازل گاز ، شکل نازل گاز ، اندازه حوضچه جوش ، مقدار جریان جوشکاری ، انحراف جریان گاز ، انحراف مشعل ، طول قوس ، سرعت جوشکاری ، حالت فلز و فلز یا آلیاژ مورد جوش.

استفاده بیش از اندازه جریان گاز نه تنها فایده ای ندارد ، بلکه ممکن است برای فلز جوش زیان آور باشد. جریان گاز مورد نیاز برای بیرون راندن هوا از موضع جوش ، در صورتیکه از آرگن استفاده شود ، ۸ تا ۱۲ فوت مکعب در ساعت (۲۲۶/۵ تا ۳۴۰ لیتر در ساعت) می باشد. بعضی فلومترها به فوت مکعب در ساعت و بعضی ها به لیتر در دقیقه کالیبره شده اند. برای آسان بودن ارتباط جریانهای گاز ، تبدیل برابری در جدول زیر داده شده است :

لیتر بر دقیقه	لیتر بر ساعت	فوت مکعب بر ساعت
۱	۶۰	۲/۱
۲	۱۲۰	۴/۲
۳	۱۸۰	۶/۴
۴	۲۴۰	۸/۵
۵	۳۰۰	۱۰/۶
۶	۳۶۰	۱۲/۷
۷	۴۲۰	۱۴/۸
۸	۴۸۰	۱۶/۹
۹	۵۴۰	۱۹/۱
۱۰	۶۰۰	۲۱/۲
۱۱	۶۶۰	۲۳/۳
۱۲	۷۲۰	۲۵/۴
۱۳	۷۸۰	۲۷/۵
۱۴	۸۴۰	۲۹/۷
۱۵	۹۰۰	۳۱/۸

جدول (۶ ـ ۱) تبدیل برابری نرخ جریان گاز

۵ـ۸ـ۱ ـ حرارت سر الکترود :

حرارت بیشتر در سمت مثبت قوس جوشکاری ایجاد می شود تا طرف منفی آن، زیرا ضربه الکترون روی ترمینال مثبت، حرارت بیشتری نسبت به ترمینال منفی بوجود می آورد. در نتیجه وقتی قطب معکوس است (الکترود مثبت)، الکترود نسبت به فلز گرمتر می شود، در صورتیکه با قطب مستقیم است (الکترود منفی)، فلز گرمتر می گردد. با استفاده از قطب مستقیم نفوذ بیشتری در فلز بوجود می آید زیرا حدود ۷۰ درصد حرارت در قطب مثبت ایجاد می گردد و تنها فقط ۳۰ درصد حرارت در قطب منفی متمرکز می شود. بهر حال گرم شدن بیش از اندازه الکترود می تواند با تعویض آن به الکترود قطر بیشتر جبران گردد.

۶ـ۸ـ۱ ـ مصرف الکترودهای تنگستنی :

جوشکاری درسطح خیلی کوچک بایستی بایک روش ماهرانه ای صورت گیرد. پرمصرفترین حالت الکترود تنگستنی وقتی است که الکترود تنگستنی با فلزیا سیم جوش تماس حاصل نماید. حالت دیکر مصرف الکترود تنگستنی وقتی است که الکترود تنگستنی قطع گردد و گاز محافظ نباشد. آلوده شدن الکترود تنگستنی با هوا در داخل نازل منجر به اکسید شدن الکترود تنگستنی می گردد. اگر یک الکترود تنگستنی بدلیل زودقطع شدن گاز محافظ بعد از اتمام جوشکاری اکسید شود، بعد از ایجاد مجدد قوس، اکسید تنگستنی که از میان قوس با سرعت زیادعبور می کند، بداخل سطح کار به شکل ذرات سفید برجسته می افتد این اکسید تنگستنی در هنگام عبور از میان قوس با افت سیکل روبرو شده ودر نتیجه ثبات قوس را از بین می برد. برای جلوگیری از بین رفتن الکترود تنگستنی، باید بعد ازقطع قوس مقداری گاز آرگن یا هلیوم جاری باشند تا الکترود تنگستنی برنگ روشن نقره ای یا درخشان در بیاید. هر تغییر رنگی روی سطح الکترودتنگستنی وجود اکسید را نشان می دهد که این عمل مصرف تنگستنی را به اندازه ۲۰ تا ۳۰ برابر افزایش می دهد.

۷ـ۸ـ۱ـ حفاظت در برابر اکسید شدن :

اگر الکترودی بعد از اینکه قطع قوس توسط گاز خنثی محافظت نشود ، مصرف آن ممکن است تا ۲۵ برابر افزایش یابد . بهرحال این عمل حدود ۶ برابر گاز محافظ هزینه برمی دارد . هنگامیکه الکترود تنگستنی درحال سرد شدن است ، نازل به اندازه کافی آرگن را برای حفاظت تنگستنی نگه می دارد . اگر یک الکترودی (غیر از الکترودباگرافیت بفرم درآهن) نتواندرنگ نقره ای بدست آورد(وقتی که گازعبور می کند که الکترود راخنک نماید)این در نتیجه داخل شدن هوا به سیستم گاز یا ناخالص بودن گاز می باشد .

۸ـ۸ـ۱ـ شروع قوس :

بعضی وسایل برای برقراری ابتدای قوس و یونیزاسیون گاز بکار می روند . انرژی برای این انتشار و یونیزاسیون می تواند توسط تماس الکترود انرژی دار به کار و بازگیری سرعت آن به طول قوس مطلوب به وسیله استفاده ازیک هدایت کننده قوس یا استفاده از دستگاه کمکی که یک جرقه فرکانس بالا بین الکترود و فلز ایجاد می نماید ، بدست آید .

شروع جرقه فرکانس بالا در جوشکاری دستی توسط مولدهای برق جریان متناوب یا مستقیم قابل استفاده می باشد . در اکثر مولدهای برق ، دستگاهی وجود دارد که هنگام شروع و ثبات قوس ، یک جرقه فرکانس بالا ایجاد می کند . هنگام شروع جوشکاری اگر قوس روی فلز مس انجام گیرد ، قوس ممکن است روی فلز مورد جوش بهتر شروع گردد . با پیش گرم کردن می توان مقدار تنگستنی را که ممکن است در نتیجه سرد بودن سر الکترود از بین برود ، کاهش داد .

۹ـ۸ـ۱ـ روش راه اندازی و ایجاد قوس الکتریکی با روش TIG :

پس از وصل کلیه کابلها و اتصالات دستگاهTIG ، بایستی از وجود آب در مخزن سردکننده اطمینان حاصل کرد و جریان گاز را طبق فلز مورد جوش انتخاب نمود ،

این کار از طریق رگلاتور تنظیم می گردد. قطر الکترود تنگستنی راباید بر مبنای فلزمورد جوش و شدت جریان را بر مبنای قطر الکترود تنگستنی انتخاب کرد و دستگاه جوشکاری و دستگاه کنترل را راه اندازی و قوس رابرقرار نمود.

۱۰ ـ ۸ ـ ۱ـ رعایت نکات ایمنی و حفاظت فنی :

خطرجوشکاری TIG نسبت به جوشکاری های دیگر کمتر است ، درصورتیکه احتیاط های لازم کاملی نظیر حفاظت چشم، لباس ایمنی و هواکش بایستی رعایت گردد.

الف ـ حفاظت چشم :

لنزهای بکار رفته در ماسک و حفاظت صورت بایستی ازتیره ترین شیشه باشد. بعنوان راهنما ، توصیه های AWS، در جوشکاری TIG شیشه شماره ۱۰ برای فلزات غیر آهنی و شماره ۱۲ برای فلزات آهنی در نظر گرفته شده است. استفاده از شیشه با تیرگی متوسط (شماره ۲) ، عینکهای دودی روشن به اضافه ماسک جوشکاری برای جوشکار و پرسنل دیگر در محیط جوشکاری توصیه می شود.

ب ـ لباس حفاظتی :

لباس حفاظتی برای حفاظت جوشکار از شدت اشعه قوس مورد احتیاج می‌باشد. قوس تنگستنی کاملاً بی‌حفاظ است واشعه‌های ماوراء بنفش ومادون قرمز ممکن است یک قوس سوختنی شبیه به آفتابزدگی منتهی باشدت بیشتر ایجاد نمایند. لباس های تیره برای نور مناسب تر است ، زیرا اشعه به سرعت ازلباسهای روشن نفوذ می کند. لباسهای روشن نیز نور را بیشتر منعکس می سازد و ممکن است سوختگی هایی در چشم حتی زمانی که ماسک پوشیده است ایجاد نماید. از جنس کتان باید اجتناب نمود.

لباس بایستی مقاوم به حرارت بوده و به محلولهای تترابورات سدیم و استانات سدیم وسولفات آمونیوم آغشته گردد. شلوار بایستی بدون چین وچروک

باشد . باید دستکش های بلند برای حفاظت دست ها و مچ از هنگام سوختن قوس و در حد ممکن زمان پخش جوش ، بکار رود .

ج ـ هواکش :

هواکش مناسب که گاز محافظ رابهم نزند می تواند با سرعت مکش کم غبار را در چند اینچی که دور از محل جوشکاری قرار گرفته به خارج هدایت نماید . فن ها با جریان زیاد ممکن است گاز محافظ را انحراف دهد و فلز جوش وناحیه حرارت دیده را اکسید نماید . هنگام جوشکاری ، ازن و گازهای مضر ایجاد می شوند که ممکن است با تمرکز زیاد سمی شوند . گاز ها از بعضی محلولهای کلراته شده (مثل ترا کلرید کربن ، تری کلرید اتیلن و تتراکلرید اتیلن) وقتی که با قوس تنگستن بی حفاظ باشند ، حتی در فاصله های زیاد (صدها فوت فاصله) ، تشکیل یک گاز سمی مثل فسژن می دهند مگر اینکه حفاظ هایی این گازها را از سطح جوشکاری دور نگهدارد .

بایستی هنگام کار با فلزات سمی دقت زیادی نمود . در صورتی که بطور کامل هواکشی وجود نداشته باشد ، از ماسک دهنی برای هوای ایجاد شده در محیط جوش می توان استفاده کرد . آرگن یا هلیوم ممکن است هوایی را که جوشکار برای تنفس نیاز دارد ، بیرون نماید . هواکش کامل برای هر گونه جوشکاری TIG اختصاصی است و لازم می باشد .

فصل۲

توانایی گرده سازی ساده و مرکب با روش TIGبر روی فولاد معمولی

۱ ـ ۲ ـ آشنایی با واحدهای اندازه گیری الکتریسیته :

۱ ـ ۱ـ۲ ـ جریان :

جریان یکی از مهمترین شرایط کار برای کنترل در هر کار جوشکاری است ، زیرا برای عمق نفوذ، سرعت جوشکاری، نرخ رسوب و کیفیت جوش درنظر گرفته می شود.

۲ ـ ۱ ـ ۲ ـ ولتاژ :

دو نوع ولتاژوجود دارد . ولتاژ مدارباز و ولتاژ مداربسته .

ولتاژمدار بسته به مراتب کمتر از ولتاژ مدارباز است چون وقتی قوس الکتریکی برقرارمی شود ، نیروی لازم برای عبور دادن الکترونها از فاصله موجود بین نوک الکترود و سطح کار خیلی کم می شود .

۲ ـ ۲ ـ شناسایی سیم جوشها :

۱ ـ ۲ ـ ۲ ـ ترکیبات سیم جوشها :

انتخاب سیم جوش برای فرایند TIGدرابتدا بستگی به فلزپایه مورد اتصال دارد .

عوامل موثر دیگر عبارتنداز : خواص مکانیکی و فیزیکی موردنیاز ، طرح اتصال ، تمیز کاری و ظاهر جوش قطعات مورد نیاز .

برای هر گروه از آلیاژها ، ترکیبات سیم جوش تفاوت داشته و بطور وسیع موجود می باشد . جدول (۱ ـ ۲) مشخصات قابل استفاده AWS را نشان می دهد .

۲ـ۲ـ۲ـ انواع قطرسیم جوشها :

سیم جوشها به شکل میله ، قرقره سیم و مغزی قابل مصرف می باشند . برای

میله های مستقیم، قطرهای استاندارد از ۰/۷۵ تا ۶ میلیمتر("۰۳/۰ تا "۰/۲۵) وطول های اسمی حدود ۹۰۰ میلیمتر ("۳۶) است .

میله های مستقیم دربسته بندیهای ۰/۴۵۴، ۲/۲۷۰، ۴/۵۴۰، ۱۱/۳۵۰ و ۴۵/۴۰۰ کیلوگرمی (۱، ۵، ۱۰، ۲۵و ۱۰۰ پوندی) موجود هستند. قطر سیمهای قرقره ای از ۰/۵ تا ۴/۵ میلیمتر ("۰/۰۲ " $\frac{۳}{۱۶}$) و قطرخارجی قرقره ها ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلیمتر (۴ تا ۱۲ اینچ) می باشد. مغزیهای قابل مصرف برای اندازه اتصال و شرایط شکل اتصال مخصوص، طرح ریزی شده اند .

فلزجوش شده	مشخصات AWS برای سیم جوش
آلیاژهای آلومینیوم	A 5/10
آلیاژهای مس	A 5/7
آلیاژهای منیزیم	A 5/19
آلیاژهای نیکل	A 5/14
فولاد کربندار	A 5/18
فولاد زنگ نزن	A 5/9
آلیاژهای تیتانیوم	A 5/16

جدول (۱ـ۲) مشخصات AWS برای سیم جوش جهت استفاده درجوشکاری TIG فلزات گوناگون

۳ـ۲ـ شناسایی اصول گرده سازی ساده و مرکب:

۱ـ۳ـ۲ـ عوامل موثر در انتخاب گاز :

عوامل موثردرانتخاب گاز عبارتند از :

جنس و ضخامت فلزپایه، هزینه و تاثیرپذیری گازهای مختلف، طرح اتصال، حالت جوشکاری، فیکسچر، سرعت و کیفیت مورد نیاز .

۲ـ۳ـ۲ـ تمیز کاری فلز :

جوشهایی که توسط روش TIG انجام می گیرند ، هنگام عمل بینهایت به آلودگی حساس می باشند . بنابراین فلز کار بایستی عاری از هرگونه آلودگی مانند : گریس ، روغن ، رنگ ، خطوط مداد رنگی ، روغنهای برشکاری ، ووکش کاری ، اکسید و یا هر ماده خارجی دیگر باشد .

برای مثال هر گونه گوگرد یا آلودگی و یا کثیفی که در بعضی اتصالات ایجاد شکنندگی می نماید برداشته شود . آلودگی فلزاتی از قبیل فسفر ، سرب ، روی ، کادمیم و آلیاژهایی با نقطه ذوب پایین و آهن (در اثر قالبهای پرس) باید قبل از جوشکاری ازبین برود . برای فلزاتی با یک لایه اکسید نازک ، معمولاً عملیات اسیدشویی مورد استفاده قرار می گیرد . پوسته های اکسید ضخیم توسط عملیات مکانیکی بر داشته می شوند مثل سنگ زنی ، سند بلاست و شات بلاست . وقتی یک ورقه محتوی اکسید شکسته می گردد ، اکسیدها ممکن است در لبه های شکسته شده فرو روند . این اکسیدها با وسایل شیمیایی از بین نمی روند .

۳ـ۳ـ۲ـ طرز قرار گرفتن انبر و سیم جوش :

طرز قرار گرفتن الکترود تنگستنی و سیم جوش در جوشکاری TIG در شکل ۱ـ۲ نشان داده شده است . وقتی قوس شروع شد ، انبر طوری نگهداشته می شود که زاویه الکترود تنگستنی نسبت به سطح فلز ۷۵ درجه باشد ، نقاط جوشکاری در شکل مشخص گردیده است ، برای شروع جوشکاری ، قوس معمولاً به صورت دایره وار حرکت می کند تا به اندازه کافی فلز اصلی را جهت ایجاد حوضچه جوش به اندازه مناسب ذوب نماید (قسمت a ، شکل ۱ـ۲) .

زمانی که روش مناسب بدست آمد ، یک جوش توسط حرکت آهسته الکترود در طول لبه های اتصال قطعه مورد جوش ایجاد می گردد و برای ذوب قطعات با یکدیگر به جلو می روند .

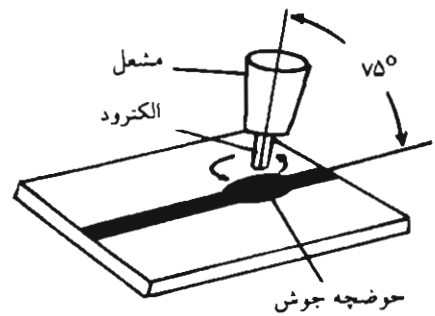
وقتی ازالکترود مصرف شدنی همراه با TIG استفاده می گردد ، زاویه سیم جوش

سبت به سطح فلز حدود۱۵ درجه می باشد و آهسته به حوضچه جوش تغذیه ی گردد . (قسمت c ، شکل ۱ ـ ۲)

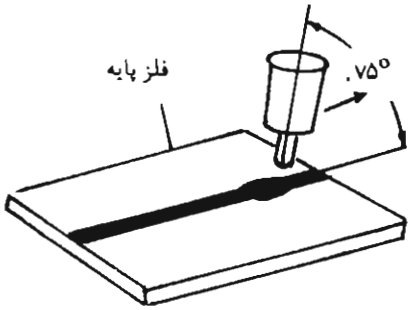
برای جلوگیری از بهم زدن گاز محافظ یا تماس سیم جوش به الکترودمصرف شدنی ، سیم جوش باید به دقت تغذیه گردد . سیم جوش می تواند بطورمداوم در خط جوش اضافه شود . این عمل می تواندبا نوسان سیم ومشعل ازیک طرف به طرف دیگر درحوضچه مذاب انجام گیرد . برای توقف جوشکاری ، ابتدا سیم جوش ز حوضچه مذاب خارج می گردد(قسمتd ، شکل ۱ ـ ۲) ، اما برای جلوگیری از کسید شدن سیم جوش ، بایدآن را کمی تحت گاز محافظ نگهداشت ، سپس قبل از ینکه قوس قطع گردد ، مشعل به لبه حوضچه هدایت شود(قسمت e ، شکل ۱ـ۲) . با بلند شدن مشعل از حوضچه مذاب ، قوس قطع می گردد ولی به سرعتی که گودی جوش والکترود را آلوده نماید . برای قطع شدن قوس بهتر است که جریان را با کنترل پا ، بدون بلند کردن مشعل ازسطح حوضچه کاهش دهیم تا قوس قطع شود .

۲ ـ ۳ ـ ۲ ـ آلودگی جوش از الکترود :

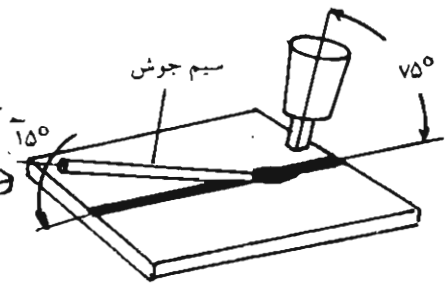
وقتی که یک الکترود تنگستنی با حوضچه جوش برخورد نماید ، تنگستن در فلز جوش رسوب می کند . چون تنگستن جوش را آلوده می کند ، استحکام و مقاومت خوردگی اتصال راخراب می نماید . در صورت ایجاد جوش بایستی جوشکاری متوقف شود . و تنگستن بطور مکانیکی از جوش خارج گردد . برای از بین بردن ناخالصی های تنگستن بایستی از یک سنگ صنعتی استفاده نمود ، این سنگ را باید در داخل فلز فشار داد تا ذرات محبوس شده در داخل فلز جوش از بین بروند . برای جوشهای خیلی مهم باید قطعه را رادیو گرافی نمود تا اطمینان حاصل کردکه ناخالصی در جوش موجود نباشد دوباره جوشکاری را ادامه داد . ذرات تنگستنی مثل خال در رادیوگرافی جوشها ظاهر می شود .



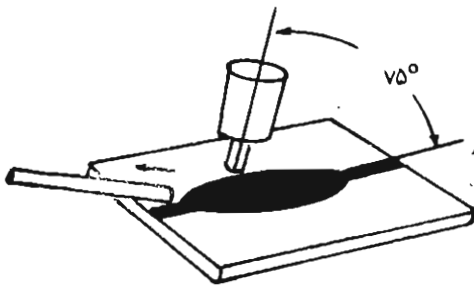
a ـ باشروع قوس حوضچه مذاب توسعه می یابد



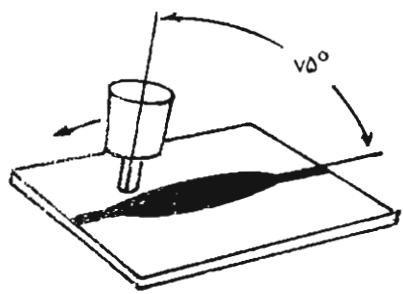
b ـ حرکت مشعل برای اضافه کردن سیم



c ـ اضافه کردن سیم به حوضچه جوش، شروع جوشکاری



d ـ برداشتن سیم از حوضچه جوش



e ـ حرکت مشعل با هدایت لبه حوضچه جوش قبل از قطع قوس

(شکل ۱ـ۲) حالات مشعل و سیم جوش درجوشکاری TIG دستی

۵ ـ ۳ ـ ۲ ـ آلودگی الکترودهای مصرف نشدنی :

هنگام جوشکاری ، سرالکترودتنگستنی خالص به‌حداقل ۳۴۲۷ درجه سانتیگراد می رسد که بالاتر از نقطه ذوب آن است . هر سیم یا فلز پایه ای که با سر ذوب شده برخورد نماید تا یک درجه ای بخارمی شود . سیم یا فلز پایه ، سر ذوب شده را با اندازه ای سرد می کند که تنگستن با سیم یا فلز پایه ترکیب و یک آلیاژ تشکیل می دهد . در صورتیکه جوشکاری ادامه پیدا کند ، قوس بی ثبات می شود . وقتی این عمل رخ می دهد ، دو راه وجود دارد :

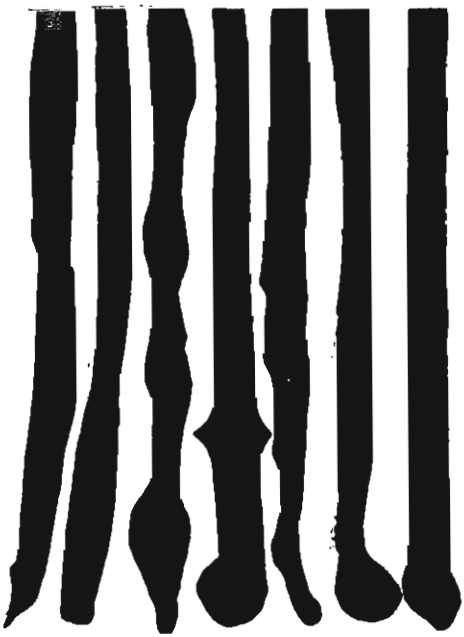
الف ـ قطع کردن سرالکترود آلوده شده و شروع مجدد قوس با یک سر الکترود تمیز شده .

ب ـ نگهداری قوس روی یک قطعه مس یا مواددیگر تا اینکه الکترود تمیز و یا اینکه فلز بخار گردد . این عمل می تواند در هنگام تمیز شدن لنزها دیده شود و قوس خودش ثابت می گردد تا دوباره به شرایط جوشکاری معمولی برسد . در آلودگی الکترودهای تنگستنی ، نه فقط باید قطعه کار تمیز شود بلکه بایستی الکترودی که روی سطحش از فلز پایه یا آلیاژی است ، تمیز گردد که این عمل چند دقیقه ای از زمان جوشکاری را تلف می نماید .

وقتی الکترود در حداکثرظرفیت جریانش مورد استفاده قرار می گیرد ، بعداز اینکه به فلز پایه یا سیم جرقه زد ، اگر بلافاصله یک ضربه به مشعل وارد شود ، آلودگی فلز از انتهای الکترود برطرف خواهد شد . بهرحال ممکن است هنوز لازم شود که قوس را روی یک تکه مس یامواد دیگربرای تمیزکاری کامل الکترود ، نگهداریم . یک مقدار قابل ملاحظه ای الکترود توسط این روش صرفه جویی می شود . هنگام جوشکاری فولاد زنگ نزن اگر یک الکترود تنگستنی خالص با سیم یا فلزپایه آلوده شود ، مطلوب است که قوس جوشکاری را بدون تمیز کردن نگهداریم تا از سرالکترود ماده برطرف گردد . بهرحال این روش مناسبی نیست ، زیرا تقریباً فلز جوش را آلوده می کند . بی ثباتی قوس ، ناشی از شکل نامناسب سرالکترود آلوده شده و عبور بخارهای فلزی درطول قوس است ، همانطورکه سیم

یا فلز پایه ای که باالکترود به صورت بخار در آمده اند (شکل۲ ـ ۲) .

با برداشتن قسمت آلوده شده از الکترود ، شکل اصلیش بدست می آید و دوباره تا آن قسمت مناسب پشت سوراخ نازل تنظیم می گردد . وقتی که الکترود مورد استفاده حرارت می بیند ، بفاصله کمی از پشت آن شکننده می شود اگر قرار است که انتهای الکترود برداشته شود باید با یک انبر از قسمت شکننده معمولاً حدودیک سانتیمترانتهای الکترود شکسته شود . اگر قصد دارید که دورتر از نقطه تر الکترودشکسته شود ، احتمالاً نسبت به قسمت شکسته شده خم می گردد و ازاین رو مشکلات بعدی در واقع با سوراخ نازل را دارد .



(شکل ۲ـ۲) نمونه شکلهای الکترود تنگستنی خالص با قطر ۱/۵ میلیمتر بعد از آلودگی با فلز پایه فولاد زنگ نزن یا سیم جوش هنگام جوشکاری

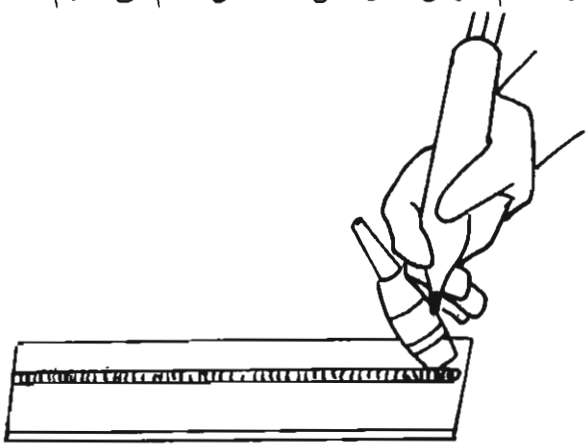
۶ ـ ۳ ـ ۲ ـ روش گرده سازی ساده با سیم جوش و بدون سیم جوش :

برای گرده‌سازی ساده ، پس از تنظیم گاز محافظ توسط رگلاتور نسبت به فلزمورد جوش ، مشعل را در دست راست گرفته و از سمت راست به چپ حرکت می کنیم . در اینجا باید زاویه مشعل نسبت به فلز و فاصله مشعل تا سطح فلز را رعایت نمود . طول قوس حدود ۱/۵ برابر قطر الکترود تنگستنی درنظر گرفته می شود .

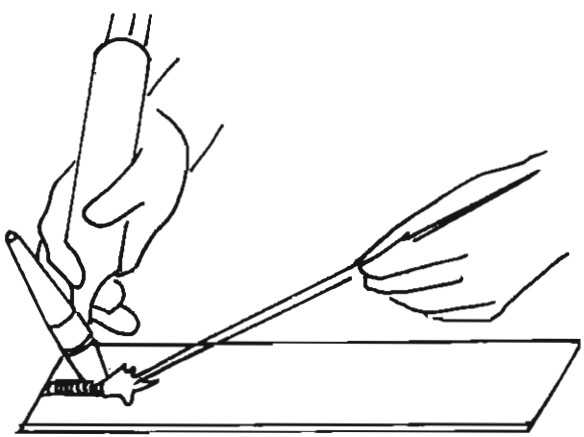
جوشکاری را ابتدا بدون سیم جوش انجام می دهیم و هنگام شروع جوشکاری قوس را روی فلزموردجوش نگهداشته و پس از تشکیل حوضچه مذاب حرکت رابه طرف سمت چپ انجام می دهیم وپس از قطع قوس چند ثانیه مشعل را روی حوضچه مذاب نگه می داریم تا الکترود تنگستنی وحوضچه مذاب اکسید نشوند و

چند پای جوش با فواصل مشخص روی فلز اجرا می نماییم .

در صورتیکه از سیم جوش استفاده گردد ، سیم جوش را به دست چپ گرفته وزاویه آن را نسبت به فلزحدود۱۵درجه نگه می داریم . الکترود را مرتب به طرف قوس هدایت کرده تا ذوب گردد . بایستی مواظب بود که الکترود تنگستنی توسط سیم جوش آلوده نگردد . در صورتیکه این عمل اتفاق افتاد ، فوراً قوس راقطع کرده و برای جوشکاری مجدد الکترود تنگستنی را تعویض و یا سنگ زنی می کنیم . چند پاس جوش نیزبا سیم جوش با فواصل مشخص انجام می دهیم .



گرده سازی ساده بدون سیم جوش

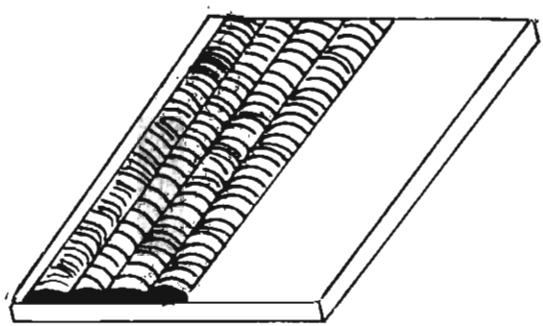


گرده سازی ساده با سیم جوش

(شکل ۳ ـ ۲) روش گرده سازی ساده را با سیم جوش وبدون سیم جوش نمایش می دهد .

۷ ـ ۳ ـ ۲ ـ روش گرده سازی مرکب با استفاده ازسیم جوش :

روش اجرای گرده سازی مرکب مثل گرده سازی ساده است با این تفاوت که در گرده سازی مرکب ، هرلایه جوش که در سطح فلزقرار می گیرد ، باید طوری باشد که قسمتی از لایه اول را در برگیرد و لایه سوم قسمتی ازجوش لایه دوم رابپوشاند وبه همین صورت تا عمل جوشکاری پایان گیرد . روش کار باید طوری باشد که پس از اتمام تمام جوش ها ، سطح جوشها یک حالت مسطح بخود بگیرد . به این عمل روکش کاری نیز می گویند .



(شکل ۴ ـ ۲) روش گرده سازی مرکب با استفاده از سیم جوش

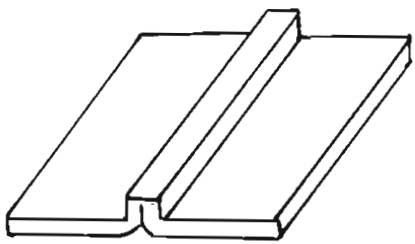
فصل ۳

توانایی جوشکاری انواع اتصالات فولاد معمولی با جوشکاری TIG در حالات مختلف بدون تهیه پخ

۱ ـ ۳ ـ شناسایی انواع اتصالات :

۱ ـ ۱ ـ ۳ ـ اتصال لبه ای :

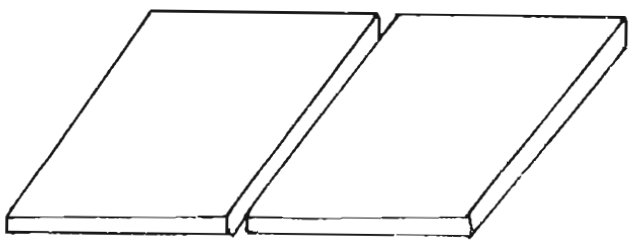
دراین اتصال قسمتی از لبه هامورد اتصال را خم نموده و از طول در کنار هم قرار می دهیم و با ذوب کردن لبه های خم، آنها را در وسط اتصال قرار می دهیم تا دو قطعه بهم متصل گردند. در این روش نیازی به سیم جوشکاری نیست ، و بجای سیم جوش از خم لبه های فلز استفاده می شود .



(شکل ۱ـ۳)

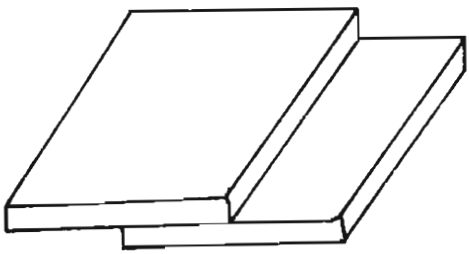
۲ ـ ۱ ـ ۳ ـ اتصال لب به لب :

ساده ترین اتصال ، اتصال لب به لب است زیرا پخش تنش های حرارتی یکنواخت ترمی باشد. ولی این امکان وجود ندارد که در سازه ها همیشه از اتصال لب به لب استفاده نماییم. در این اتصال کنار لبه های فلز را در جوار همدیگر قرار داده و ذوب می نماییم تا یک اتصال کامل ایجاد شود .



(شکل ۲ـ۳)

۳ـ۱ـ۳ـ اتصال لب روی هم :

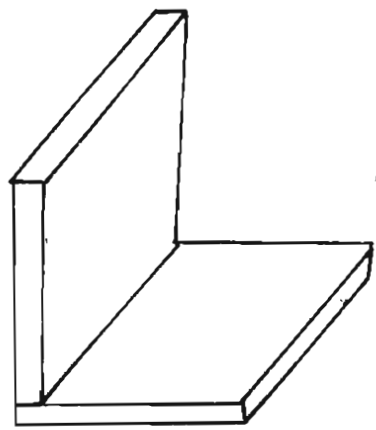


(شکل ۳ـ۳)

اتصال لب روی هم در اکثر سازه های فلزی بکار می رود . دراین اتصال قسمتی از فلز هدر می رود و چاره‌ای هم وجود ندارد . در اتصال لب روی هم نیازی به پخ سازی قطعات نیست ، این اتصال می تواند از یکطرف یا دو طرف جوشکاری گردد .

۴ـ۱ـ۳ـ اتصال گونیا :

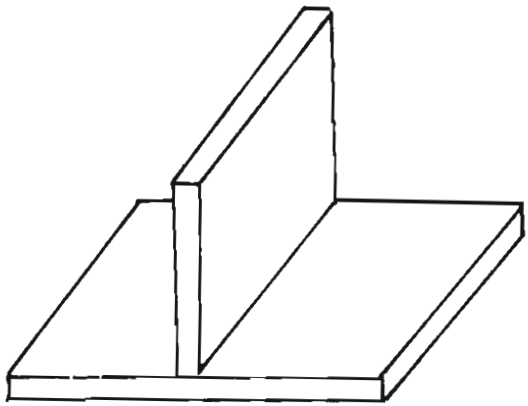
این اتصال در اکثر سازه های فلزی بکار می رود و درجوشکاری آن باید دقت زیاد نمود ، زیرادربعضی مواردنیاز به چندین پاس جوش دارد ونبایستی در لایه های جوشی که دراین اتصال انجام می گیرد از حرکت عرضی استفاده نماییم ، زیرا تنش حرارتی در آن ایجاد شده و تغییر شکل داده یا منجر به ترک می گردد . در فلز ضخیم این اتصال ، بایدطوری جوشکاری را اجرا نمودکه پس از اتمام جوشکاری دو ضلع مجاور جوش یک اندازه باشد .



(شکل ۴ـ۳)

۵ـ۱ـ۳ـ اتصال سپری :

اتصال سپری نیز در اکثر سازه های فلزی مورد استفاده قرار می گیرد . روش جوشکاری این اتصال بهتر از اتصال گونیا است ، زیرا می توان لایه های جوش را در دو طرف اتصال اجرا نمود . روش جوشکاری این اتصال نیز مثل اتصال گونیا فنی می باشد .

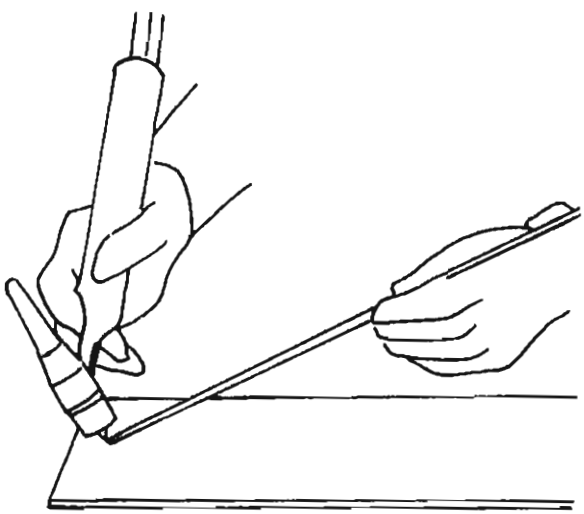


(شکل ۵ـ۳)

۲ ـ ۳ ـ شناسائی حالات جوشکاری :

۱ ـ ۲ ـ ۳ ـ حالت تخت :

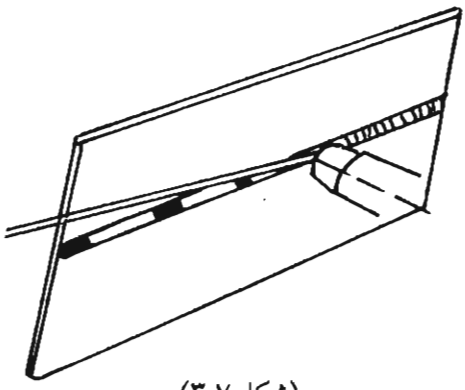
دراین حالت سرعت جوشکاری زیادتر از حالات دیگر (عمودی، افقی وبالای سر) است . در این روش بهتر می‌توان فلز مذاب را کنترل نمود . بهمین دلیل تا آنجایی که امکان پذیر است باید جوشکاری را در حالت سطحی انجام داد .



(شکل ۶ـ۳)

۲ـ۲ـ۳ـ حالت افقی روی سطح قائم :

برای جلوگیری از ریختن فلز مذاب به پایین بهتر است لبه فلز بالایی را پخ نمود و لبه پایینی فلز ۹۰ درجه باشد ولی اگر ضخامت فلز زیاد باشد به پخ سازی دو قطعه احتیاج می باشد .



(شکل ۷ـ۳)

۳ـ۲ـ۳ـ حالت عمودی :

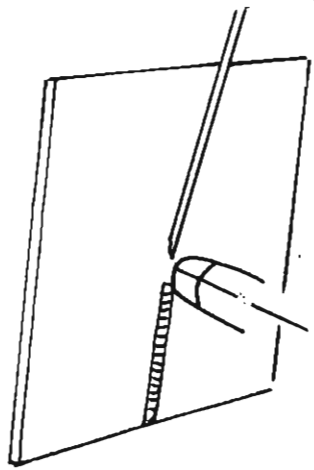
قطعاتی که به یکدیگر جوش می شوندحتی الامکان باید درحالت کف قرار گیرند ، زیراعمل جوشکاری در این وضع بهتر و سریعتر انجام می گیرد . اما گاهی اوقات وضع ومحل دوقطعه کار طوری است که باید آنها را در وضع عمودی جوش دارد .

این روش مهارت و تجربه بسیار لازم دارد و در اجرای آن باید از شیوه خاصی پیروی نمود . فلز ، مایع ناحیه مذاب در نتیجه تاثیر نیروی ثقل فرو می چکد اما عوامل زیر می تواند از فروچکیدن آن جلوگیری نماید .

الف ـ نیروی اتصال بین ذرات ناحیه مذاب

ب ـ قسمت سرد و منجمد شده درز جوش خورده که مانند تکیه گاهی فلز ناحیه مذاب رانگه می دارد .

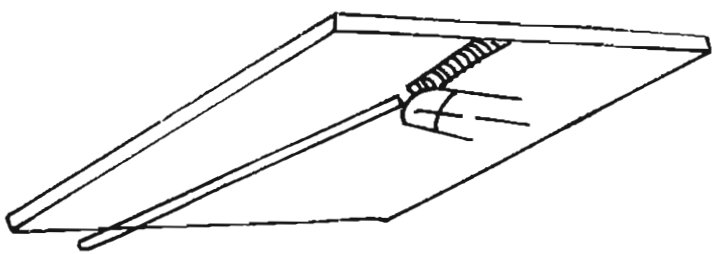
ج ـ حرکت نوسانی مشعل ، زیرا فلز مذاب زودتر سرد می شود .



(شکل ۸ـ۳)

۴ ـ ۳ ـ ۲ ـ حالت سقفی :

جوشکاری سقفی ظاهرا بسیار دشواراست ولی درحقیقت این چنین نیست . برای انجام این عمل جوشکارباید لباس کار بادوام داشته و از دستکشهای ساقه بلند نسوز استفاده نماید . اگرچه جوشکاری دراین وضع بسیار خسته کننده است ولی اگر جوشکار تجربه و مهارت کافی داشته باشد وازشیوه خاصی پیروی نمایدبه سهولت می تواند قطعات بالای سر را به بهترین وجهی جوش دهد .



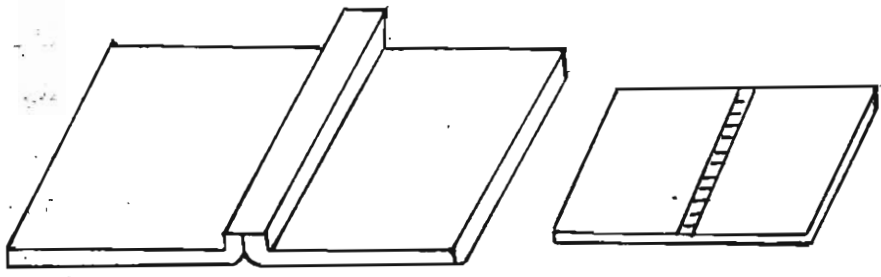
(شکل ۹ـ۳)

۳ ـ ۳ ـ شناسائی جوشکاری انواع اتصالات در حالات تخت :

۱ ـ ۳ ـ ۳ ـ اتصال لبه ای بدون استفاده از سیم جوش :

لبه‌های ورقه‌های کم ضخامت‌دار را بایستی کمی بطرف بالا خم نمود . و قسمت خم شده رابین دواتصال ذوب نمود . مشعل را با زاویه ۷۵ تا ۸۰ درجه نسبت به فلزقرار داده و لبه‌های برآمده را ذوب می نماییم ودیگرنیازی به سیم جوش نیست (مطابق شکل) .

در صورتیکه لبه ها راخم نکنیم و به صورت لب به لب ساده جوشکاری را اجرا نماییم ، جوشکاری کمی مشکل می شود .



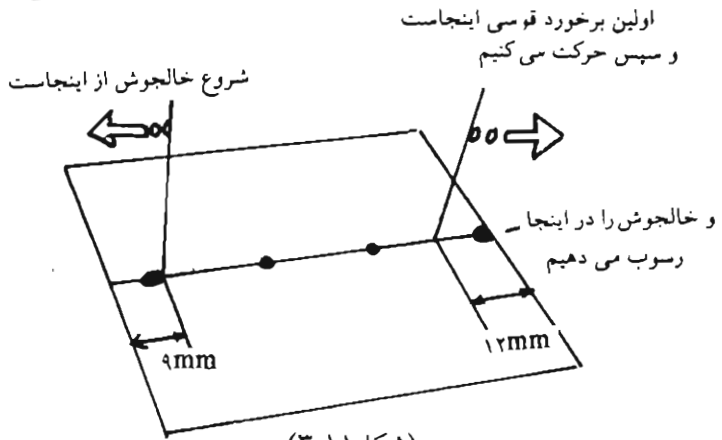
اتصال لبه ای بعد از جوشکاری　　حالت معمولی اتصال لبه ای

(شکل ۱۰ـ۳)

۲ ـ ۳ ـ ۳ ـ روش خالجوش زدن :

پس ازخالجوش زدن ابتدا وانتهای فلز ، خالجوش های کوچکی نیز در وسط فلز ایجاد می نماییم (مطابق شکل) .

پس از خالجوش زدن قطعات باید دقت نماییم که قطعات بطور صحیح مونتاژشده باشند .

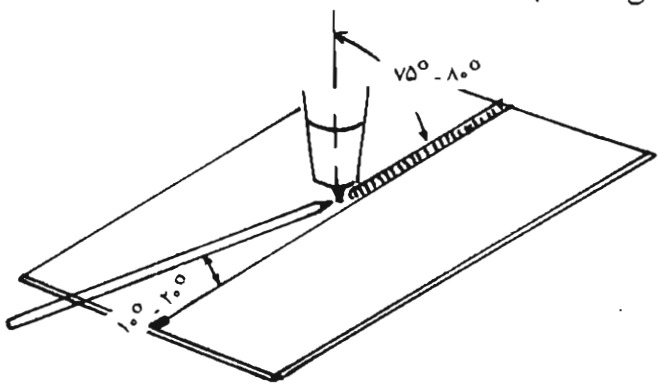


(شکل ۱۱ـ۳)

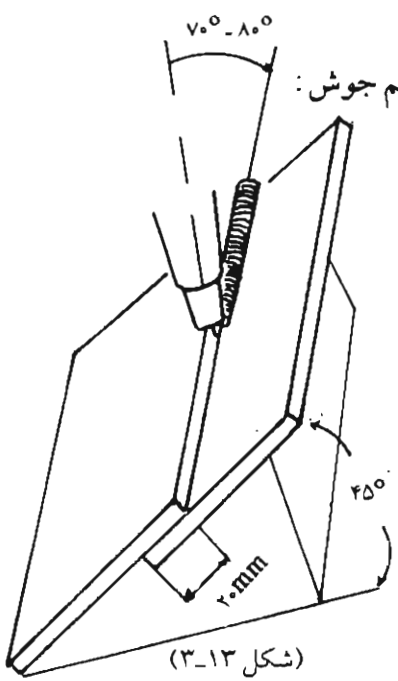
۳ ـ ۳ ـ ۳ ـ اتصال لب به لب ساده با استفاده از سیم جوش :

ابتدا قطعات را خالجوش زده و مونتاژمی نماییم . مشعل وسیم جوش رامطابق شکل درزاویه مشخص نگه می دار یم . مشعل را به یک حرکت چرخشی در ابتدای اتصال نگه می داریم . تا ذوب انجام وسپس سیم جوش را بطرف قوس نزدیک

می نماییم و از روش چپ دستی برای جوشکاری استفاده می کنیم و باسرعت معینی مشعل را حرکت داده تا دوقطعه فلز به یکدیگرمتصل گردند . در هنگام جوشکاری سعی شودکه سیم جوش از منطقه گازمحافظ خارج نگردد زیرا اکسیدمی گردد . پس از جوشکاری باید جوش را بررسی نمود که خوردگی کناره جوش (under cut) و یا نفوذناقص نداشته باشد .



(شکل ۱۲ـ۳)



(شکل ۱۳ـ۳)

۴ ـ ۳ ـ ۳ ـ اتصال لب رویهم بدون استفاده ازسیم جوش :

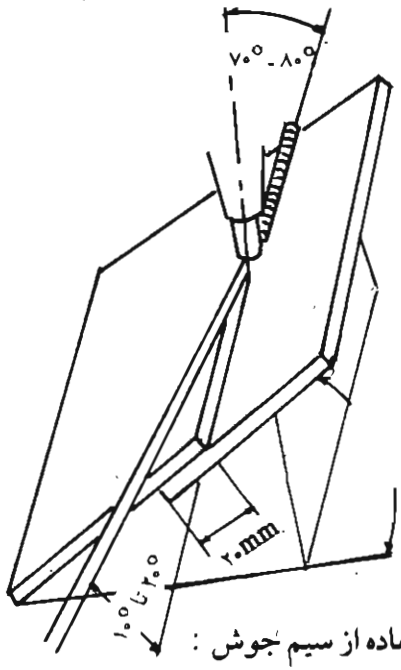
این اتصال برای این است که جوشکار مشعل را با کنترل ودقت بیشتری نگه دارد وذوب را تا انتهای فلز دنبال نماید .

قطعات را به صورت قایقی قرار داده (حالت ۴۵ درجه) و مشعل رابدون سیم جوش درمرزاتصال حرکت می دهیم تادو قطعه متصل گردند . در هنگام جوشکاری باید سعی شودکه لب بالایی فلز خوردگی نداشته باشد .

۵ ـ ۳ ـ ۳ ـ اتصال لب رویهم با استفاده از سیم جوش :

این اتصال شبیه قسمت ۴ ـ ۳ ـ ۳ است با این تفاوت که دراینجا ازسیم جوش استفاده می شود. قطعات راپس از خالجوش زدن و مونتاژ به صورت ۴۵ درجه نگه می داریم وجوشکاری را اجرا می نماییم. زاویه مشعل وسیم جوش مطابق شکل نگه داشته می شود. پس از جوشکاری یک طرف ، طرف دیگررا نیز بهمین نحو جوشکاری می نماییم. پس از جوشکاری ، جوشها رابررسی نموده که ترک یا خوردگی کناره جوش نداشته باشند.

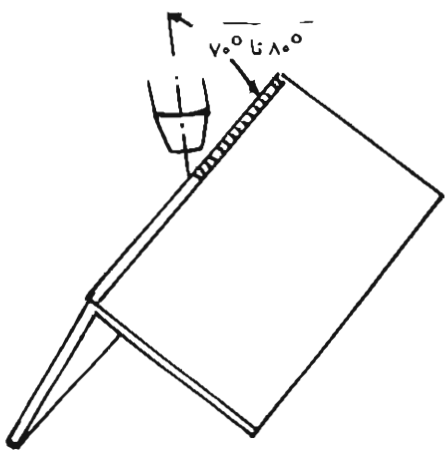
(شکل ۱۴ـ۳)



۶ ـ ۳ ـ ۳ ـ اتصال گوشه ای خارجی بدون استفاده از سیم جوش :

برای کنترل بهترو دقت بیشتر ، ابتدا این اتصال بدون سیم جوش انجام می گیرد و برای فلزات نازک مورداستفاده قرارمی گیردواز روش چپ دستی استفاده می شود.

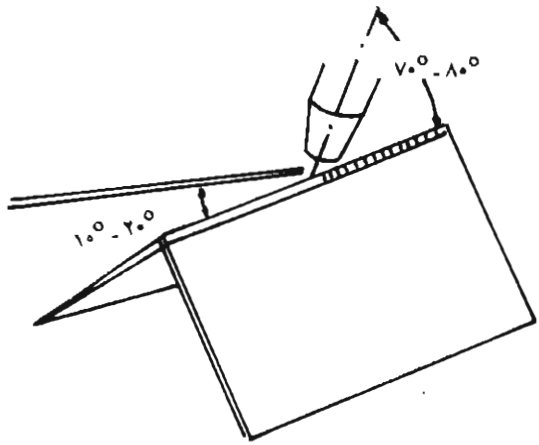
مشعل رابا زاویه حدود ۷۵ درجه نگه داشته و حوضچه مذاب را تا پایان جوشکاری دنبال می کنیم. هنگام جوشکاری باید سعی گردد که طول قوس کوتاه باشد که ذوب اضافی درلبه های اتصال ایجاد نگردد.



(شکل ۱۵ـ۳)

۷ ـ ۳ ـ ۳ ـ اتصال گوشه ای خارجی بااستفاده ازسیم جوش :

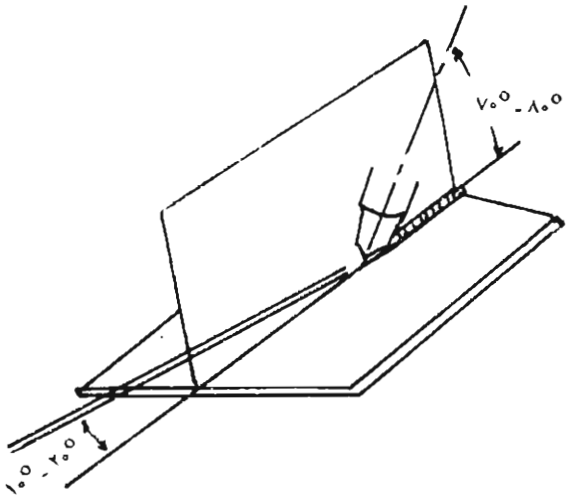
این اتصال مثل اتصال قسمت۶ ـ ۳ ـ ۳ می باشدبا این تفاوت که در اینجا از سیم جوش نیزاستفاده می گردد . پس ازمونتاژ وخال جوش زدن ، قطعات رامطابق شکل نگهداشته و مشعل و سیم جوش را طبق زاویه مشخص نگه می داریم . و به جوشکاری ادامه می دهیم . پس از جوشکاری ، شکل گرده جوش بایدکمی محدب باشد و ذوب اضافی در لبه های اتصال بوجود نیامده باشد .



(شکل ۱۶ـ۳)

۸ ـ ۳ ـ ۳ ـ اتصال سپری با استفاده از سیم جوش :

هنگام جوشکاری اتصال سپری ، مشعل نسبت به فلز عمودی وافقی با ید زاویه ۴۵ درجه داشته باشد . پس از اینکه قوس برقرار گردید سیم جوش را به جلوی حوضچه جوش می آوریم و به حرکت چپ دستی ادامه می دهیم . حرکت مشعل بدون حرکت موجی فقط در مسیر درزجوش است وقتی که جوشکاری یکطرف اتصال به اتمام رسید ، طرف دیگر اتصال را نیز بهمین نحوجوشکاری می نماییم و پس از اتمام جوشکاری نباید روی ورقه عمودی خوردگی وجود داشته باشد .

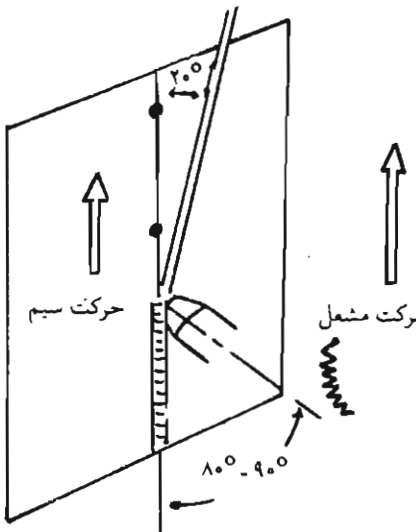


(شکل ۱۷ـ۳)

۴ ـ ۳ ـ شناسائی جوشکاری انواع اتصالات درحالت عمودی :

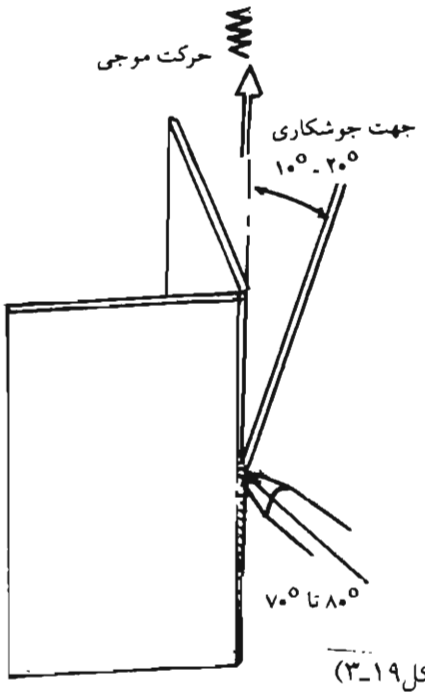
۱ ـ ۴ ـ ۳ اتصال لب به لب ساده :

در این روش بایستی از حرکت عرضی استفاده نمود. زاویه مشعل وسیم جوش مشخص شده مطابق شکل انجام گیرد. در جوشکاری از پایین به بالا چون حرکت طولی نسبت به جوش تخت کمتر می باشد، بنابراین حرارت داده شده به فلز بیشتر است. پس از جوشکاری باید جوش رابررسی نمود که کناره های جوش خوردگی نداشته باشند، زیرا خوردگی کناره جوش دراین حالت نسبت به حالت تخت بیشتر بوجود می آید و افزایش طول قوس باعث بوجود آمدن آن می شود. باید سعی کرد که از طول قوس کوتاه استفاده نمود.



(شکل ۱۸ـ۳)

۲ـ۴ـ۳ـ اتصال گوشه ای خارجی :

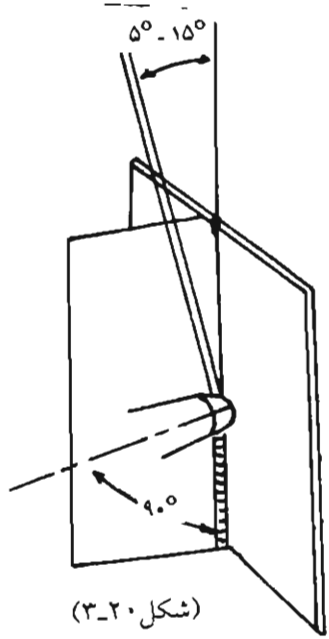


(شکل۱۹ـ۳)

پس از مونتاژ قطعات وخال جوش ، زوایای مشعل وسیم‌جوش رامطابق شکل انجام می دهیم . جوش ازپایین ترین نقطه دو قطعه شروع کرده وبطرف بالا بشکل موجی حرکت می دهیم وبه جوشکاری ادامه می دهیم . در پایان جوشکاری کمی از گاز محافظ را روی حوضچه جوش نگه دارید که جوش اکسید نگردد .

۳ـ۴ـ۳ـ اتصال سپری :

پس از مونتاژ خالجوش دو قطعه بصورت سپری ، جوش را از پایین ترین نقطه دوقطعه شروع کرده ویا درنظرگرفتن زاویه مشعل وسیم جوش، جوشکاری را بطرف بالای فلز ادامه می دهیم . وقتی که جوشکاری یکطرف اتصال به اتمام رسید ، جوشکاری طرف دیگراتصال رانیزبه همین نحو شروع و تا پایان کار ادامه می دهیم .

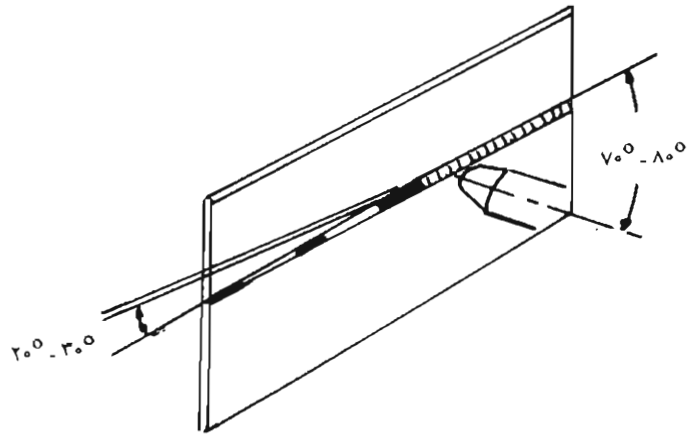


(شکل۲۰ـ۳)

ضمن جوشکاری باید سعی شود که دو ضلع مجاور جوش یک اندازه باشند و خوردگی کناره جوش در اطراف جوشها بوجود نیامده باشد . زاویه مشعل نسبت به دو فلز عمودی باید۴۵ درجه باشد .

۴ ـ ۴ ـ ۳ ـ اتصال لب به لب ساده به صورت افقی درحالت عمودی :

دراین اتصال زاویه مشعل نسبت به درز جوش ۸۰ ـ ۷۰ درجه و نسبت به فلزبالا و پایینی ۹۰ درجه و زاویه سیم جوش ۲۰ تا ۳۰ درجه نسبت به درز اتصال است . در جوشکاری افقی بامهارت دست باید حوضچه مذاب را روی دو لبه انتقال داد ، زیرا در این حالت مواد مذاب کمی بطرف پایین تمایل دارند . باید سعی شود که فلز بالایی اتصال کناره های جوش خوردگی نداشته باشد .



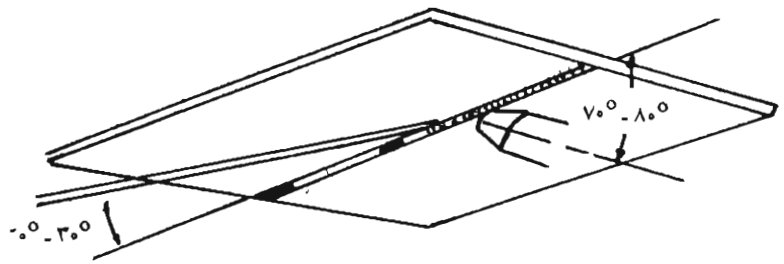
(شکل ۲۱ـ۳)

۵ ـ ۳ ـ شناسائی انواع اتصالات در حالت سقفی :

۱ ـ ۵ ـ ۳ ـ اتصال لب به لب ساده :

در این حالت جوشکاری ، ابتدا بایدجوشکار حالت های دیگر را آموزش ببیند و تمرین نماید ، سپس حالت سقفی را انجام دهد . محل جوشکاری باید حدود ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتر بالای سر قرار گیرد تاجوشکاری براحتی انجام شود . دراین حالت جوشکار باید دریک طرف درز قرار گیرد ، بطوریکه عمل جوشکار موازی شانه ها باشد . درحالت سقفی شدت جریان باید خیلی دقیق باشد ، در حالت سقفی شدت جریان باید خیلی دقیق باشد ، درصورتیکه جریان کمی اضافه باشد ، جوش سیال

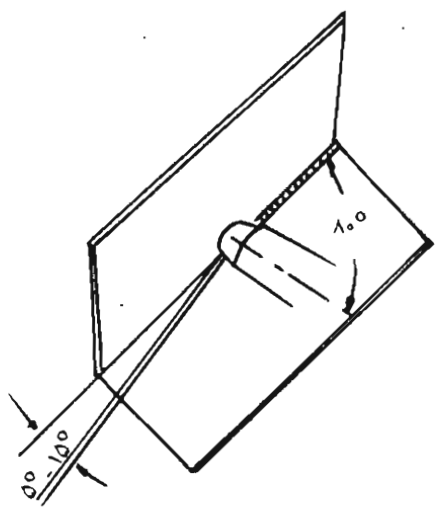
شـده وبطرف پایین ریخـتـه می شـود . زاویه مـشـعل و سـیم جـوش باید مطابق شکل انتخاب گردد .



(شکل ۲۲ـ۳)

۲ ـ ۵ ـ ۳ ـ اتصال گوشه ای داخلی :

اتصال گوشه‌ای داخلی درحالت سقفی خیلی ساده‌ترازاتصال لب به لب سقفی است . زاویه مشعل و سیم جوش مطابق شکل انتـخـاب می گـردد . در این حـالت باید جوشکار تجربه و مهارت کافی داشته باشد که کناره جوش فلز سقفی خوردگی پیدا نکند . درحـالت سـقـفی بیشترسعی می‌شـود کـه بدلیل سـبکی از گـاز هلیـوم نسـبت به آرگـن اسـتـفـاده گـرددولی چون گـاز هلیـوم خـیلی گـران قـیـمت است ، بنابراین ازگـاز آرگن بجـای آن اسـتفـاده می شود .



(شکل۲۳ـ۳)

فصل ۴

توانایی جوشکاری انواع اتصالات فولادمعمولی با جوشکاریTIG درحالات مختلف با تهیه پخ

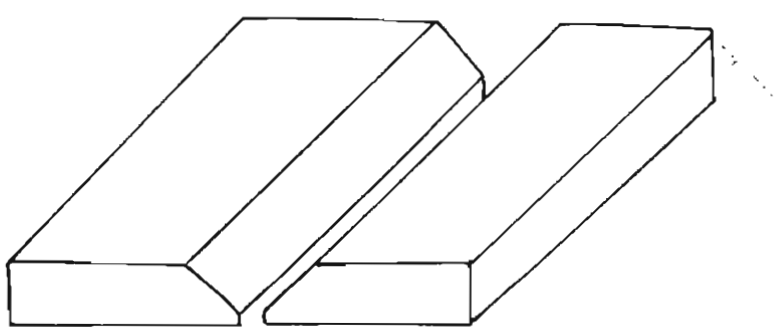
۱ ـ ۴ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات در حالت تخت :

۱ ـ ۱ ـ ۴ ـ ضخامت فلزمورد اتصال :

برای نفوذ کامل اتصال فلزات باضخامت بیشتراز۳ میلیمتر بایستی لبه های فلز مورد اتصال را پخ سازی نمود . که باتوجه به کاربرد اتصال می توان از پخهای متفاوتی استفاده نمود ، برای کار عملی ، بیشتر از پخ جناغی استفاده می شود .

۲ ـ ۱ ـ ۴ ـ اتصال لب به لب :

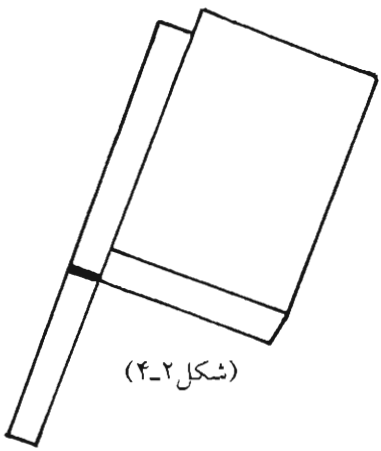
شرایط وروش کار مثل جوش لب به لب ساده است . قبل از جوشکاری ، مونتاژ صحیح قطعات برای ایجادنفوذ کامل اتصال لازم است . اولین پاس رادر پایه فلز ایجاد می نماییم وبستگی به ضخامت فلز مورد جوشکاری می توان تعداد لایه های جوش را اضافه نمود . درجوش لب به لب جناغی یکطرفه نفوذجوش پایه خیلی مهم است و نبایستی درپشت جوش ، نفوذ ناقص وجودداشته باشد . در صورتیکه پشت اتصال قابل جوشکاری است می توان قسمتهای معیوب را سنگ زنی و مجددا پشت اتصال را جوشکاری نمود .



(شکل ۱ـ۴)

۳ ـ ۱ ـ ۴ ـ اتصال گوشه ای خارجی :

دراین اتصال نیاز به پخ سازی فلزات مورد اتصال نیست اگر لبه های داخلی دو فلز را مطابق شکل به یکدیگر نزدیک سازیم به صورت جناغی در خواهد آمد . شرایط و روش جوشکاری این اتصال مثل قسمت ۷ـ۳ـ۳ می باشد . پاس ریشه اتصال باید نفوذ کامل داشته باشد وپس از اتمام جوشکاری نبایستی لبه های اتصال ذوب اضافی داشته باشد ولی سطح جوش کمی محدب باشد .

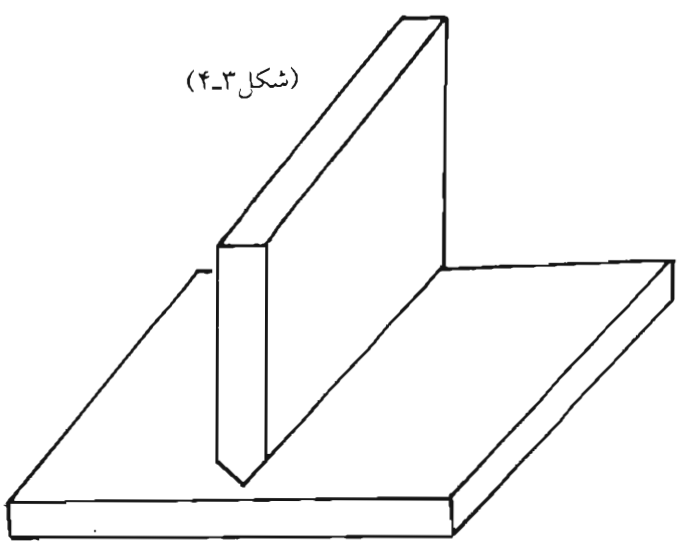


(شکل۲ـ۴)

۴ ـ ۱ ـ ۴ ـ اتصال سپری :

دراین اتصال فلزاز دوطرف به شکل عمودی پخ خورده، وپس ازمونتاژ و خالجوش روش جوشکاری و شرایط کار رامثل قسمت۸ ـ ۳ ـ ۳ انجام می دهیم . ابتدا یک پاس از یک طرف برای نفوذ کامل انجام می دهیم و سپس طرف دیگر اتصال را جوش می دهیم وبعدازهرپاس درطرف اتصال ، پاسهای پرکننده را به نوبت درهر طرف اتصال اجرا می نماییم که تنش اضافی دراتصال بوجودنیاید .

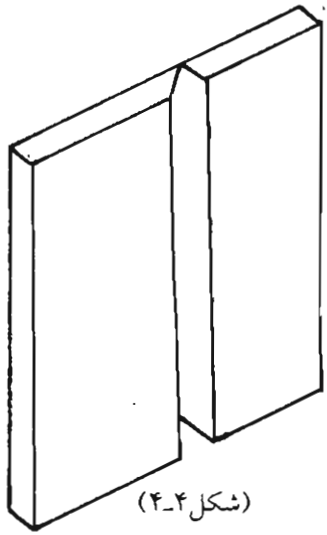
(شکل۳ـ۴)



۲ـ۴ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات درحالت عمودی:

۱ ـ ۲ ـ ۴ ـ اتصال لب به لب :

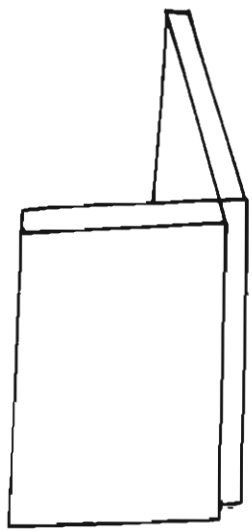
پس از مونتاژ و خالجوش زدن قطعات درحالت تخت ، آنها رابصورت عمودی قرار داده وپاس پایه را طبق قسمت ۱ ـ ۴ ـ ۳ انجام می دهیم . با استفاده از حرکت عرضی پاسهای پرکننده را اجرا وتا پایان جوشکاری این کار را ادامه می دهیم . در صورت دسترسی به طرف پشت اتصال ، اگر نفوذ کامل نبود ، یک پاس در طرف دیگر اتصال باید انجام گیرد . ولی بایدسعی گردد که درجوشکاریهای جناغی یکطرفه پاس پایه نفوذ کامل را داشته باشد .



(شکل۴ـ۴)

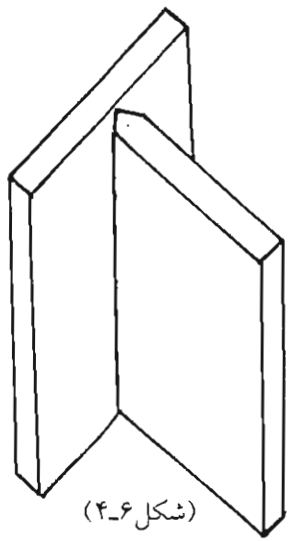
۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ اتصال گوشه ای خارجی :

پس ازمونتاژوخالجوش زدن قطعات ، پاس پایه را طبق قسمت ۲ ـ ۴ ـ ۳ انجام می دهیم . پاسهای پرکننده رابا حرکت عرضی انجام دهیم (بشرط اینکه فاصله پاسهایک اندازه باشد) . در این اتصال نیاز به پخ سازی لبه ها نیست ، زیراباقرار دادن لبه های داخلی فلز درکنار هم ، قسمت خارجی اتصال بصورت جناغ درخواهد آمد . پس ازجوشکاری باید دقت نمود که ذوب اضافی درلبه های فلز بوجود نیامده باشد .



(شکل۵ـ۴)

۳ـ۲ـ۴ـ اتصال سپری :



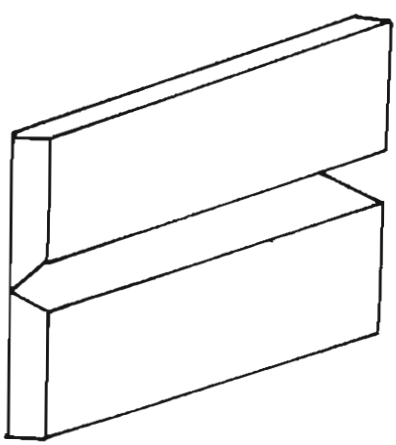
(شکل ۶ـ۴)

پس از مونتاژ و خالجوش زدن اتصال به صورت کامل شرایط جوشکاری را مثل قسمت ۳ـ۴ـ۳ اجرا می کنیم. پس از ایجاد پاس ریشه از یکطرف اتصال، طرف دیگر اتصال را نیز جوشکاری می کنیم. پاسهای پرکننده را بترتیب از هر طرف اتصال اجرا می نماییم و تا پایان جوشکاری ادامه می دهیم. چون در این اتصال جوشکاری از دو طرف انجام می شود تنش کمتری نسبت به جوش گونیا بوجود می آید.

۴ـ۲ـ۴ـ اتصال لب به لب افقی در حالت عمودی :

پس از مونتاژ و خالجوش زدن اتصال در حالت تخت، آن را به صورت عمودی قرار داده که جوش آن حالت افقی داشته باشد (مطابق شکل).

شرایط جوشکاری مثل قسمت ۴ـ۴ـ۳ می باشد. پس از ایجاد پاس پایه، پاسهای پرکننده را لایه لایه اجرا می نماییم. باید سعی نمود که در ورقه بالائی اتصال خوردگی کناره جوش وجود نداشته باشد.

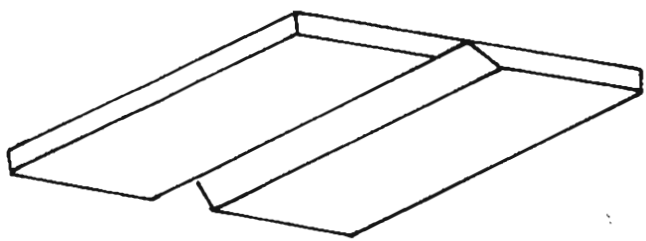


(شکل ۷ـ۴)

۳ ـ ۴ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات درحالت سقفی :

۱ ـ ۳ ـ ۴ ـ اتصال لب به لب :

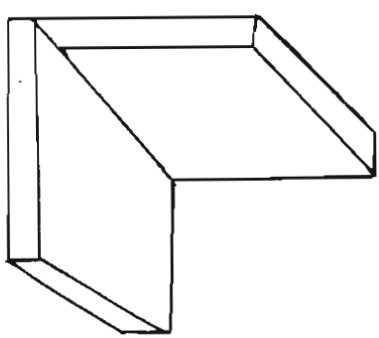
پس ازمونتاژ و خالجوش زدن قطعات درحالت تخت، قطعه موردجوش را در حالت سقفی قرارداده و مثل قسمت ۱ـ۵ـ۳ پاس پایه را جوشکاری می نماییم تا نفوذ کامل بدست آید و سپس پاسهای پرکننده را اجرا می کنیم. جوشکاری درحالت سقفی خسته کننده است. پس از اتمام جوشکاری باید جوش بررسی گردد که. خوردگی کناره جوش وجود نداشته باشد.



(شکل ۸ـ۴)

۲ـ۳ـ۴ـ اتصال گوشه ای داخلی :

پس ازمونتاژ و خال جوش زدن قطعات درحالت تخت، قطعه مورد جوش را مطابق شکل قرارداده و پالس پایه را مثل قسمت ۲ـ۵ـ۳ اجرا می نماییم. پاسهای پرکننده را لایه لایه تا پایان جوشکاری اجرا می کنیم. پس از اتمام جوشکاری فقط باید دقت نمود که ورقه ای که در سقف قرار دارد کناره جوش آن خوردگی نداشته باشد.



(شکل۹ـ۴)

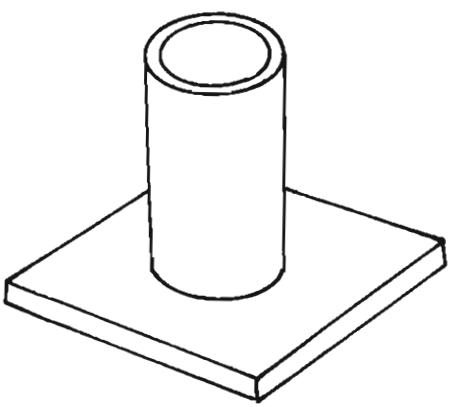
فصل۵

توانایی جوشکاری انواع اتصالات لوله فولاد معمولی با جوشکاریTIG در حالات مختلف

۱ ـ ۵ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات لوله بدون تهیه پخ در وضع چرخشی:

۱ ـ ۱ ـ ۵ ـ اتصال لوله به ورق درحالت تخت :

پس از مونتاژ و خال جوش زدن لوله به ورق ، آن را دریک فیکسچر گردان قرار داده تا قطعه مورد جوش درضمن جوشکاری حرکت نمایدوفقط دست ثابت بماند . انبر TIG را با زاویه حدود ۷۰ درجه نسبت به خط اتصال و حدود ۵۰ـ۴۵ درجه نسبت به فلز افقی نگه می داریم تا جوشکاری تمام شود . در این حالت پس از جوشکاری نباید هیچگونه خوردگی در سطح لوله وجود داشته باشد . زاویه سیم جوش نسبت به سطح افق حدود ۲۰ درجه می باشد .



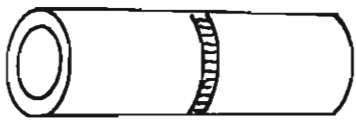
(شکل ۱ـ۵)

۲ ـ ۱ ـ ۵ ـ اتصال لب به لب لوله در حالت تخت(افقی) :

چون از داخل لوله ها را نمی توان جوشکاری نمود بنابراین باید دقت خاصی درجوشکاری آنها بعمل آورد . قسمت ۱ ـ ۵ جوشکاری لوله های جدارنازک است که نیاز به پخ سازی ندارد . پس از مونتاژوخالجوش لوله ها به صورت لب به لب ، آنهارا در یک فیکسچر گردان قرار داده و انبر و سیم جوش TIG را ثابت نگهداشته تا لوله بچرخد وجوشکاری آن باتمام برسد .

درصورت نیاز می توان داخل لوله را نیز گاز محافظ رساند که جوش از طرف

داخل اکسید نگردد . زاویه انبر نسبت به درز اتصال حدود۷۵ درجه و زاویه سیم جوش نسبت به درز اتصال ۲۰ درجه می باشد .

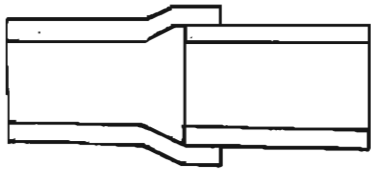


(شکل ۲ـ۵)

۳ ـ ۱ ـ ۵ ـ اتصال لب روی هم لوله در حالت تخت :

در این حالت انتهای یکی از لوله ها را برای سر لوله دیگربراحتی در آن جای بگیرد ، کمی باز می کنند و سپس بعد ازقراردادن لوله در لوله ای که سر آن باز شده ، اتصال دو سر لوله را با یک پاس جوش نواری بهم متصل می نمایند .

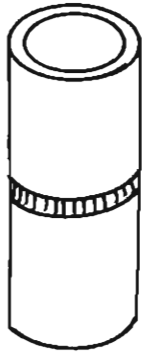
در اینجاباز هم اتصال را در یک فیکسچر گردان قرار داده وانبروسیم جوش را به صورت ثابت نگه می داریم تا جوشکاری به اتمام برسد . این اتصال بحالت افقی قرار می گیرد و حالت جوش به صورت لب رویهم می باشد که مثل جوشهای گوشه ای با آن عمل می نماییم .



(شکل ۳ـ۵)

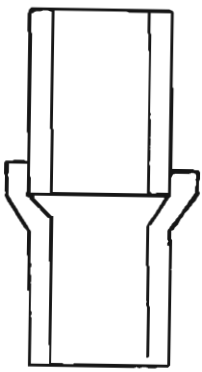
۴ ـ ۱ ـ ۵ ـ اتصال لب به لب لوله به صورت افقی در حالت عمودی :

دراینجا مثل قسمت ۲ ـ ۱ ـ ۵ لوله ها مونتاژ و خال جوش می شوند فقط در اینجا لوله به صورت عمودی و جوش به صورت افقی انجام می گیرد . لوله را روی فیکسچر گردان قرارداده و انبر و سیم ثابت نگهداشته می شودتا جوش باتمام رسد .



(شکل۴ـ۵)

۵ ـ ۱ ـ ۵ ـ اتصال لب روی هم لوله به صورت افقی در حالت عمودی :

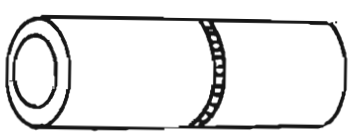


(شکل۵ـ۵)

مثل حالت قسمت ۳ ـ ۱ ـ ۵ مونتاژ و خال جوش می شوند ، با این تفاوت که در اینجا لوله‌هابه صورت عمودی و جوش به صورت افقی قرارگرفته است . لوله ها را روی یک فیکسچرگردان قرارداده و مثل جوش گوشه‌ای با آن عمل می نماییم . لوله در حال چرخش و انبر و سیم جوش ثابت قرار می گیرندتا جوش کامل گردد .

۶ ـ ۱ ـ ۵ ـ اتصال لب به لب لوله در حالت سقفی :

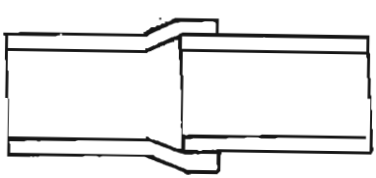
کلیه نکات گفته شده در قسمت ۲ ـ ۱ ـ ۵ را بایستی در اینجا انجام داد وسط لوله در سقف قرار دارد (بالای سر) . لوله در حالت سقفی در یک فیکسچرگردان و انبروسیم جوش در زیرآن قرار می گیرد و جوشکار بطور ثابت عمل جوشکاری را انجام می دهد . این روش تقریباً کمی مشکل می باشد و جوشکاربایدازتجربه کافی برخوردار باشد .



(شکل۶ـ۵)

۷ ـ ۱ ـ ۵ ـ اتصال لب روی هم لوله در حالت سقفی :

کلیه نکات بیان شده در قسمت ۳ ـ ۱ ـ ۵ را بایستی در این جا انجام داد ، با این تفاوت که لوله درسقف قرار گرفته و در روی یک فیکسچرگردان می باشدو جوشکار انبرو سیم رابطور ثابت در محل اتصال نگه میدارد تا جوش کامل شود . با این روش و عملیات ، جوشکار مهارت کافی بدست می آورد .



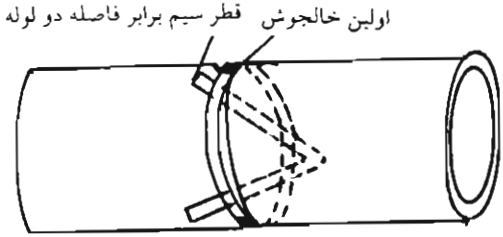
(شکل۷ـ۵)

۲ ـ ۵ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات لوله با تهیه پخ در وضع چرخشی

۱ ـ ۲ ـ ۵ ـ اتصال لب به لب لوله در حالت تخت :

میله ای به قطر معینی (برابر فاصله دو لوله) انتخاب و آن را به شکل عدد ۸ خم کرده و در فاصله دو لوله قرار داده و آنها را مونتاژ خال جوش می زنیم .

روش کار مثل قسمت ۲ ـ ۱ ـ ۵ است با این تفاوت که در اینجا جدار لوله ضخیم و نیاز به پخ سازی دارد و چند پاس جوشکاری در محل شکاف لوله انجام می گیرد تا شکاف دو لوله پر گردد .



(شکل ۸ـ۵)

۲ ـ ۲ ـ ۵ ـ اتصال لب به لب لوله به صورت افقی در حالت عمودی :

روش کار مثل قسمت ۴ ـ ۱ ـ ۵ است با این تفاوت که در اینجا چندپاس جوش انجام می گیرد تا شکاف دو لوله پر گردد . پاس پایه را انجام می دهیم تا نفوذ کامل در لوله بوجود آید، زیرا نمی توان در داخل لوله عملیات جوشکاری را انجام داد . سپس پاسهای پر کننده را روی شکاف دو لوله انجام می دهیم .

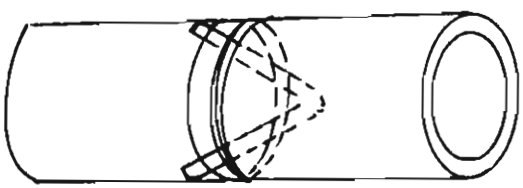
درصورتیکه پاس پایه صحیح انجام بگیرد، دیگرنیازی به گاز محافظ داخل

(شکل۹-۵)

لوله نیست وفقط حفاظت جوش از خارج لوله وآنهم درمحل جوش انجام می شود . دراین حالت باید دقت نمود که کناره جوش لوله بالایی خوردگی نداشته باشد . مونتاژ این دولوله مانند مونتاژ قسمت ۱ـ۲ـ۵ انجام می شود .

۳ ـ ۲ ـ ۵ ـ اتصال لب به لب لوله در حالت سقفی :

روش کارو مونتاژ مثل قسمت ۲ ـ ۱ ـ ۵ و ۱ ـ ۲ ـ ۵ است با این تفاوت که لوله در بالای سر قرار می گیرد و جوشکاری آن را مشکل می نماید . این تمرین به مهارت جوشکار کمک می کند .

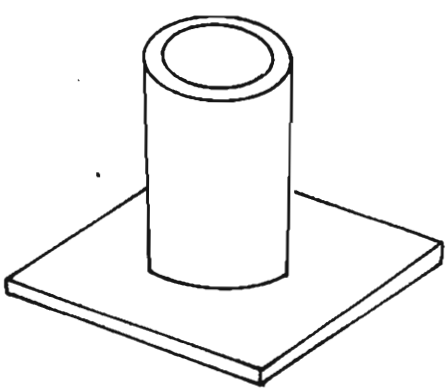


(شکل ۱۰ـ۵)

۳ ـ ۵ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات لوله بدون پخ دروضع ثابت:

۱ ـ ۳ ـ ۵ ـ اتصال لوله به ورق :

پس از مونتاژ و خال جوش لوله به ورق ، زوایای مشعل و سیم جوش را مثل قسمت ۱ ـ ۱ ـ ۵ انجام می دهیم ، بااین تفاوت که در اینجا لوله و ورق ثابت و جوشکار است که دور لوله می چرخد و عملیات جوشکاری را انجام می دهد .



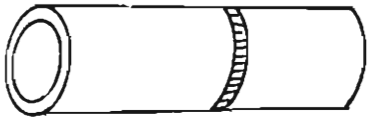
(شکل ۱۱ـ۵)

ـ برای جوشکاری لوله هایی باقطر کم می توان بطور مداوم پشت سرهم جوشکاری را انجام داد ولی برای لوله های باقطر زیاد باید لوله را تقسیم بندی نمود و به صورت

× یا + عملیات جوشکاری را در ۴ یا ۸ و . . . قسمت انجام داد . درغیراینصورت تنش حرارتی درقطعه انجام می گیردکه پیچیدگی پیدا کرده ویامنجربه ترک می شود .

۲ ـ ۳ ـ ۵ ـ اتصال لب به لب در حالت تخت (افقی) :

لوله هارا (مثل قسمت ۲ ـ ۱ ـ ۵) مونتاژ و خال جوش زده با این تفاوت که در این جا لوله ثابت ودست جوشکار متحرک است . برای جوشکاری لوله های با قطر کم لوله به دو قسمت تقسیم بندی می شود . قسمت اول از زیر لوله شروع وبطرف بالای لوله ادامه دارد . قسمت دوم ، دو مرتبه از طرف مقابل جوش اول از زیر لوله روی جوش حرکت کرده و بطرف بالای لوله روی قسمت انتهایی جوش اول ادامه می دهیم .



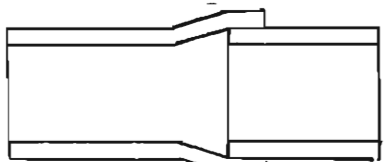
(شکل ۱۲ـ۵)

در صورتیکه قطرلوله زیادباشدتقسیم بندی جوش به صورت علامت × یا + انجام می گیرد و گاهی اوقات نیز به روش دیگری مثل زیر جوشکاری را انجام می دهند .

(مثل ساعت)از ساعت ۲ شروع بطرف بالا تا ۱۱/۵ سپس لوله رابطرف راست چرخانده تا انتهای جوش روی ساعت ۲ قرار گیرد دوباره ۵ از ساعت ۲ یعنی انتهای جوش اول شروع بطرف بالا تا ساعت ۱۱/۵ و بهمین ترتیب تا پایان کار .

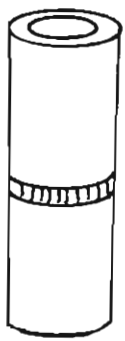
۳ ـ ۳ ـ ۵ ـ اتصال لب روی هم لوله در حالت تخت :

لوله هارا (مثل قسمت ۳ ـ ۱ ـ ۵) مونتاژ و خالجوش زده ، با این تفاوت که در اینجا لوله ثابت و دست جوشکار حرکت می کند (مثل قسمت ۲ ـ ۳ ـ ۵) . منتهی به صورت جوش گوشه ای دو لوله زیر را جوشکاری می نماییم .



(شکل ۱۳ـ۵)

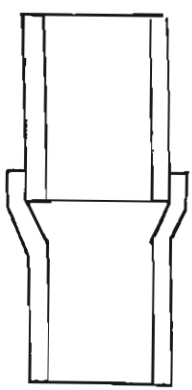
۴ ـ ۳ ـ ۵ ـ اتصال لب به لب لوله به صورت افقی در حالت عمودی :



(شکل ۱۴ـ۵)

لوله ها را مثل قسمت ۴ ـ ۱ ـ ۵ مونتاژ و خال جوش زده ، با این تفاوت که در اینجا لوله ثابت و دست جوشکار حرکت می کند. جوش به صورت افقی روی لوله عمودی حرکت می نماید. در این حالت می توان به نوبت دور تا دور لوله را قسمت به قسمت جوشکاری نمود.

۵ ـ ۳ ـ ۵ ـ اتصال لب روی هم لوله به صورت افقی در حالت عمودی :



(شکل ۱۵ـ۵)

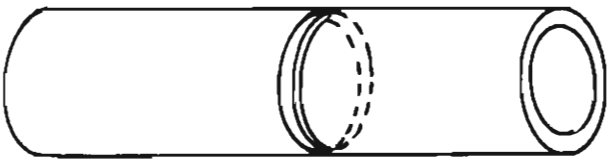
لوله ها را مثل قسمت ۵ ـ ۱ ـ ۵ مونتاژ و خال جوش نموده ، با این تفاوت که در اینجا لوله ثابت و دست جوشکار حرکت می نماید. روش جوشکاری اینگونه اتصال را مثل جوش گوشه ای باید عمل نمود ، بطوریکه در ورقه بالایی لوله خوردگی کناره جوش بوجود نیاید.

۴ ـ ۵ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات لوله با تهیه پخ در وضع ثابت :

۱ ـ ۴ ـ ۵ ـ اتصال لب به لب لوله در حالت تخت :

پس از مونتاژ و خال جوش زدن لوله ها (مثل قسمت ۱ ـ ۲ ـ ۵) آنها را بطور ثابت قرار داده و جوشکاری آنها را (مثل قسمت ۲ ـ ۳ ـ ۵) انجام میدهیم با این تفاوت که در اینجاجوشکاری در چندپاس اجرا می شود. ابتدا پاس ریشه را انجام

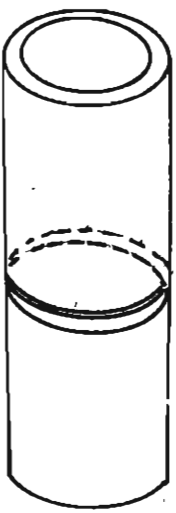
داده تا نفوذ کامل بدست آید سپس پاسهای پرکننده را اجرا می کنیم. پس از جوشکاری داخل و خارج لوله باید جوش یکنواختی داشته باشند.



(شکل ۱۶ـ۵)

۲ ـ ۴ ـ ۵ ـ اتصال لب به لب لوله به صورت افقی درحالت عمودی:

پس از مونتاژ و خال جوش زدن لوله (مثل قسمت ۲ ـ ۲ ـ ۵)آنها را به صورت عمودی قرارداده که جوش به صورت افقی اجرا گرددو (مثل قسمت ۴ ـ ۳ ـ ۵) آنها را به صورت عمودی را اجرا می نماییم. با این تفاوت که در اینجا چند پاس جوش اجرا می گردد. پس از کامل شدن پاس پایه که نفوذ کاملی را برای لوله بدست خواهد آورد، پاسهای پرکننده را باید انجام داد. پس از اتمام جوشکاری باید دقت نمودکه در کناره پاس نهایی در لوله بالایی خوردگی ایجاد نشده باشد.



(شکل ۱۷ـ۵)

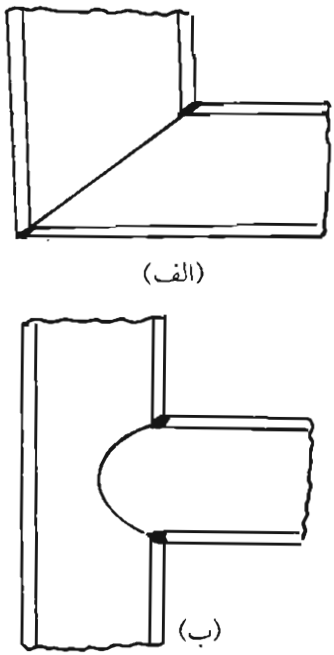
۵ ـ ۵ ـ شناسایی جوشکاری انشعاب بالوله

۱ ـ ۵ ـ ۵ ـ جوشکاری انشعابات لوله بدون تهیه پخ:

شکل الف ـ این نوع اتصال در موارد مختلف لوله کشی انجام می گیرد. دراینجا جوشکاری معمولاً روی خطوط لوله و در حالیکه امکان جابجایی اتصال همیشه وجودندارد، انجام می شود. عمل جوشکاری بدون پخ اجرا می گردد.

شکل ب ـ اتصال T، در اینجا مطابق شکل مانند روش معمولی لوله ها را باندازه و ابعادمورد نظر بریده، تراز کرده و خال جوش می زنند، سپس روی میز اقدام به جوشکاری می کنند تا اینکه نفوذ جوش مناسبی بدست آید. وقتی جوشکاری یکطرف کامل شد، اقدام به جوشکاری طرف دیگر می کنند.

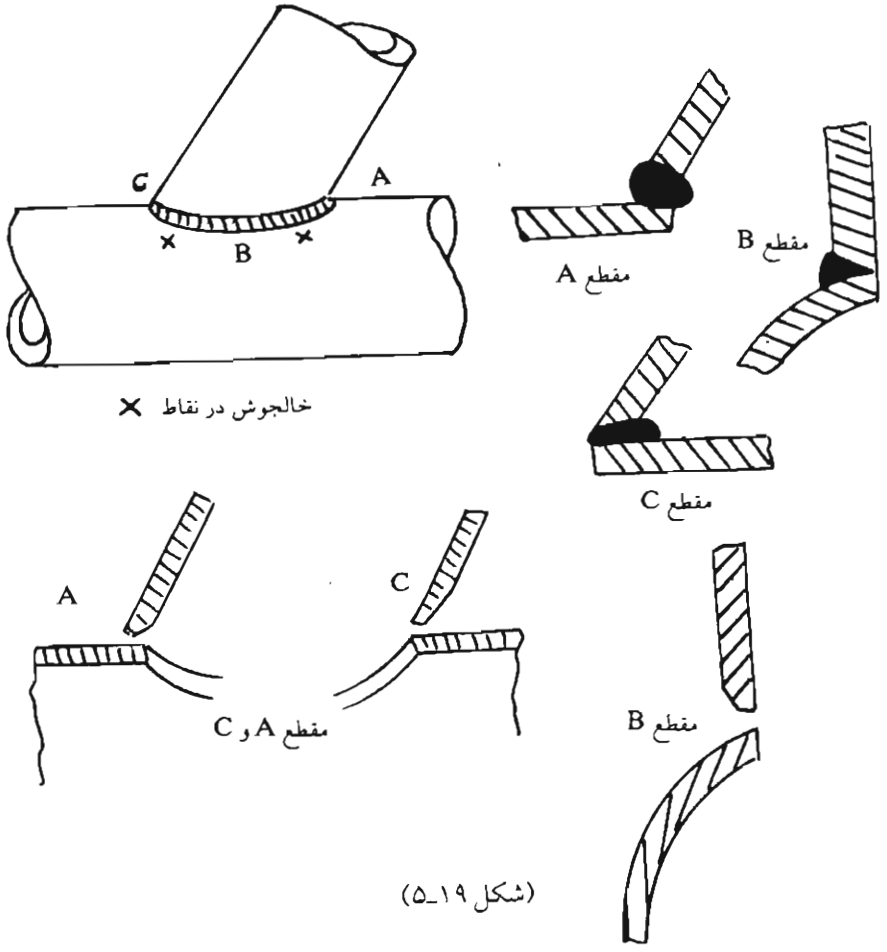
دو لوله بالا از فولاد کم کربن با جداره ۱/۵ میلیمتر می باشند. تا آنجایی که امکان دارد بایستی جوشکاری انشعابات لوله در وضعیت راحت وساده ای انجام شود.



(شکل۱۸ـ۵)

۲ ـ ۵ ـ ۵ ـ جوشکاری انشعابات لوله با تهیه پخ :

ابتدا لوله ها را بایستی بطور دقیق مونتاژ و خال جوش نمود، سپس قسمت به قسمت جوشکاری آنها را با دقت کافی انجام داد تا نفوذ کاملی بدست آید. زیرا در داخل اینگونه لوله هامایعات یا گازها با فشار در حال حرکت هستند و با کمترین بی دقتی در جوشکاری آنها خسارات مالی و حتی جانی را در برخواهند داشت و بهمین دلیل آنها را پخ سازی می کنند.



(شکل ۱۹ـ۵)

فصل ۶

توانایی جوشکاری فولادهای زنگ نزن با روشTIG

۱ ـ ۶ ـ آشنایی با انواع فولادهای زنگ نزن :

تمام فولادهای زنگ نزن قابل جوش می توانند با فرایندهای مختلط جوشکاری قوسی بهم متصل گردند، اما در میان انواع مختلف فولادهای زنگ نزن بدلیل تغییرات وسیع در ترکیب و خواص فیزیکی و مکانیکی ، قابلیت جوشکاری آنها یکسان نمی باشد .

۱ ـ ۱ ـ ۶ ـ فولادهای زنگ نزن آستنیتی :

تفاوت ترکیبات درمیان فولادهای زنگ نزن آستنیتی استاندارد، درواکنش آنها ضمن جوشکاری ودرنحوه انجام عملیات تاثیرمی گذارد . برای مثال مارکهای ۳۰۲ ، ۳۰۴ و ۳۰۴L اولاً در مقدار کربن تفاوت دارند ، بنابراین تفاوتی دررسوب کربن بوجود می آید که می تواند در منطقه حرارت دیده بعد از دوره گرم کردن و سرد کردن که در جوشکاری با آن مواجه می گردد ، ایجاد شود . مارکهای ۳۰۳ و ۳۰۳ (se)خوش تراش ، حداکثر ۰/۲۰ درصد فسفر به اضافه حداقل ۰/۱۵ درصد سلنیوم یا گوگرد دارند . این عناصر در جوشکاری زیان آورند و می توانند باعث شدت ترک گرم در فلز جوش شوند .

مارکهای ۳۱۶ (cb) ، ۳۱۶L و ۳۱۷ که مولیبدن دارند ، برای افزایش مقاومت به خوردگی و مقاومت به خزش بیشتر در حرارتهای بالا می باشند ، بجز در مورد فولادهای با کربن خیلی کم (مثل مارک ۳۱۶L) ، مارکهای ۳۱۸ ، ۳۲۱ ، ۳۴۷ و ۳۴۸ با تیتانیوم یا باکلمبیوم به اضافه تانتالوم برای جلوگیری از رسوب بین دانه ای کربورهای کرم هنگامی که فولادها دراثرجوشکاری گرم می‌شوند ، تثبیت می گردند .

۲ ـ ۱ ـ ۶ ـ فولادهای زنگ نزن مارتن زیتی :

انواع فولادهای زنگ نزن مارتن زیتی استانداردعبارتنداز : ۴۰۳ ، ۴۱۰ ، ۴۱۴ ، ۴۱۶ ، ۴۱۶(se) ، ۴۲۰ ، ۴۳۱ ، ۴۴۰A ، ۴۴۰B ، ۴۴۰C .

مقاومت بخوردگی این فولادها از کرم ناشی می شود ، که کرم آنها را ۱۱/۵ تا ۱۸ درصد می باشد . برای اطمینان از تشکیل مارتن زیت بهنگام عملیات حرارتی ، فولادهایی که مقدارکرم بیشتری دارند ، نیازمندکربن زیادتر ی می باشند . سه نوع فولاد و زنگ نزن ۴۴۰ بندرت برای مواردی که جوشکاری نیاز است مورد بررسی قرارمی گیرند و سیم جوش با ترکیب نوع ۴۴۰ بآسانی موجود نمی باشد . مشخصات فولادهای زنگ نزن ، مارتن زیتی که شامل عناصر اضافی نیکل ، مولیبدن ، وانادیوم و تنگستن می باشند ، مقدمتا درجه حرارت کاری مجاز فولاد را تا بالاتر از ۵۹۳ درجه سانتیگرادافزایش می دهند که منحصر به فولادهای استاندارد می باشد . وقتی که این عناصر اضافه می شوند مقدار کربن زیاد می گردد .

با افزایش مقدار کربن ، مسائل جلوگیری ازترک خوردن جوش درمنطقه حرارت دیده سخت شده ، خطرناکتر می شوند . فولادهای زنگ نزن مارتن زیتی می توانند در شرایط پخت ، سخت شدن و برگشت ، جوش شوند . قطع نظر از شرایط قبلی فولاد ، جوشکاری یک ناحیه مارتن زیتی سخت شده در مجاورت جوش ایجاد خواهدشد . سختی منطقه حرارت دیده مقدمتاً بستگی به مقدار کربن فلز پایه دارد . چون سختی زیادوسختی کم می شود ناحیه به ترک حساس ترمی گردد . پیش گرمایی و کنترل حرارت بین پاس از موثرترین وسایل جلوگیری از ترک خوردن می باشد . عملیات حرارتی بعدازجوش خواص مورد نیاز لازم را ایجاد می نماید .

۳ ـ ۱ ـ ۶ ـ فولادهای زنگ نزن فریتی :

فولادهای زنگ نزن فریتی نسبت به فولادهای زنگ نزن آستنیتی کمتر تماس جوش هستند .

این فولاد بدلیل اینکه در درجه حرارتهای بالای جوشکاری دانه درشت

می شوند، اتصالات جوش شده آنها دارای سفتی کمتر می باشد. فولادهای زنگ نزن فریتی استاندارد عبارتند از: انواع ۴۴۶ (۲۵ درصد کرم) انواع ۴۳۰، ۴۳۰F و ۴۳۰F(se) (۱۷ درصدکرم) و انواع ۴۰۵ و ۴۰۹ (۱۳ درصد کرم).

نوع ۴۰۹ فریتی است چون مقدار کربنش کم است (حداکثر ۰۸/۰ درصد) وحداقل تیتانیوم آن ۶برابر مقدار کربن می باشد. نوع۴۰۵ که فقط حداکثر ۰۸/۰ درصد کربن و ۲۰/۰ درصدآلومینیوم داردو تشکیل دهنده فریت زیادی می باشد.

۲ ـ ۶ ـ شناسایی اصول جوشکاری فولادهای زنگ نزن:

۱ ـ ۲ ـ ۶ ـ ضخامت فلز:

برای فولادهای زنگ نزن، فرآیند TIG مناسب ترین است، اگر چه برای جوشکاری فلزباضخامت۶ میلیمتر ($\frac{1}{4}$") و کمترمحدودیتی نمی باشد. با استفاده ازتجهیزات اتوماتیک ورقه های نازک ۰۵/۰ میلیمتر (۰٫۰۰۲") به خوبی جوش می شوند بطورکلی قطعات ازحدود۸ تا ۱۲ میلیمتر ($\frac{5}{16}$" تا $\frac{1}{2}$") می توانند در چندین پاس بطور رضایتبخش جوشکاری شوند.

جوشکاری قطعات ضخیم تراز۱۲ میلیمتر ($\frac{1}{2}$") رامعمولاً بافرایند TIG جوشکاری نمی کنند، زیرا هزینه آن زیاد می باشد اما برای ایجاد جوشهایی با کیفیت زیاد یا برای کاربردتجهیزات موجود در کار ممکن است استفاده شود.

۲ ـ ۲ ـ ۶ ـ حالت جوشکاری:

جوشکاری TIG فولاد زنگ نزن می تواند با دست درحالات کف، افقی، عمودی وسقفی انجام شود.

۳ ـ ۲ ـ ۶ ـ تمیز کاری:

در جوشکاری TIG برای فولادزنگ نزن بایستی سطح جوش تمیزو عاری از گریس، روغن، علامتگذاریهای رنگی وسایرموادخارجی باشد. مواد آلی روی

سطح می توانند در اثر حرارت قوس تجزیه وباعث تخلخل یا کربونیزه شدن فلز جوش گردند. اکثر آلودگیهای معدنی ازقبیل گوگردوترکیبات گوگرددار موجب خوردگی و شکنندگی درفلزمی شوند.

اکسیدهای سطح فولاد زنگ نزن توسط اسیدبرداشته می شوند و درصورتیکه پوسته اکسیدضخیم باشدتوسط تمیز کاری مکانیکی از قبیل برس سیمی، سنگ زنی وشن پاش بادی انجام می شود.

۴ ـ ۲ ـ ۶ ـ نوع الکترود مصرف نشدنی:

از۵ نوع الکترود تنگستنی موجود برای جوشکاریTIG الکترود ۲ ـ EWTH می باشد (۹۷/۵درصدتنگستن و۲/۲ ـ ۱/۷ درصدتوریم) که بطور وسیع برای فولادزنگ نزن مورداستفاده قرارمی گیرد.

الکترودهای توریم‌دار به دلیل کیفیت بسیار خوبی که از لحاظ تشعشع دارند، توصیه می گردند. الکترودهای توریم‌دارممکن است باجریان بیشتری نسبت به الکترودهای تنگستنی خالص مورداستفاده قرار گیرند وثبات قوس بهتری را ایجاد نمایند. الکترودهای ۲ ـ EWTH با قطرهای استانداردا ز ۰/۲۵ تا ۶ میلیمتر میسر می باشند. طول الکترودهای استانداردبکار رفته معمولاً ۳، ۶و ۷ اینچ (۷۵، ۱۵۰و ۱۷۵ میلیمتر) هستند. اتصال بین انتهای الکترود و حوضچه مذاب فولادزنگ نزن ممکن است در فلزجوش آلودگی بوجودآورد واین آلودگی امکان داردتاثیر زیان آوری در خواص فلز جوش داشته باشد.

۵ ـ ۲ ـ ۶سیم جوش:

سیم جوشهای فولادزنگ نزن برای استفاده در جوشکاریTIGتوسط استانداردAWS مطابق بامشخصات A5/9-G9 می باشند. معرفی وترکیبات سیم ها درجدول ۲ ـ ۶نشان داده شده است. جدول زیرقطرهای استاندارد سیم فولادزنگ نزن درشکل بکار رفته درجوشکاری TIG نشان می دهد(میله به صورت مستقیم،

سیم به شکل قرقره و قطر خارجی حدود ۳۰۰ میلیمتر). معمولاً سیمهایی بشکل مستقیم درجوشکاری TIG دستی و سیمهای قرقره ای درجوشکاری اتوماتیک مورد استفاده قرار می گیرند. ازترکیبات سیم درجدول۲ ـ ۶ معلوم است که سیمهای موجودکه درفلزرسوب می کنند، ترکیباتشان با فولادزنگ نزن کار شده استاندارد قابل مقایسه اند.

معمولاً انتخاب سیم تنهاتوسط تطابق طرح وترکیب آلیاژمطرح نیست. عوامل دیگری ازقبیل آلیاژ کردن سیم وفلزپایه انتخاب سیم برای جوشکاری فلزات غیرهمجنس وساختمان متالوژی وخواص جوش رسوبی بایستی در نظر گرفته شود.

قطربه اینچ (a)	شکل سیم جوش
۳/۱۶ ۳/۳۲ ۱/۸ ۳/۳۲ ۵/۶۴ ۱/۱۶ ۰/۰۴۵	میله به صورت مستقیم (h)
۱/۴ ۳/۱۶ ۵/۳۲ ۱/۸ ۷/۶۴ ۳/۳۲ ۵/۶۴ ۱/۱۶ ۰/۰۴۵	سیم به صورت کلافی (c)
۷/۶۴ ۳/۳۲ ۵/۶۴ ۱/۱۰ ۰/۰۴۵ ۰/۰۳۵ ۰/۰۳۰	سیم درقرقره هایی به قطر خارجی ۱۲ اینچ

a ـ تولرانسها درقطر ۰/۰۴۵ اینچ یا کمتر، ۰/۰۰۱ ± اینچ است، و در قطر $\frac{1}{16}$ اینچ و بیشتر، ۰/۰۰۲ اینچ است. b ـ طول استاندارد $\frac{1}{2}$ ± ۳۶ اینچ است، c ـ با یا بدون نگهدارنده

(جدول ۱ـ۶) ـ اندازه استاندارد سیم و میله جوش بکار رفته درجوشکاری TIG فولاد زنگ نزن (AWS 5/9)

دسته بندی AWS	C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	P و max	S و max	دیگر عناصر
ER ۳۰۸ (a)	۰/۰۸ max	۱۹/۵_۲۲/۰ (b)	۹/۰_۱۱/۰	—	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	—
ER ۳۰۸L (a)	۰/۰۳ max	۱۹/۵_۲۲/۰ (b)	۹/۰_۱۱/۰	—	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	—
ER ۳۰۹ (a)	۰/۱۲ max	۲۳/۰_۲۵/۰	۱۲/۰_۱۴/۰	—	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	—
ER ۳۱۰	۰/۰۸_۰/۱۵	۲۵/۰_۲۸/۰	۲۰/۰_۲۲/۵	—	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	—
ER ۳۱۲	۰/۱۵ max	۲۸/۰_۳۲/۰	۸/۰_۱۰/۵	—	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	—
ER ۳۱۶ (a)	۰/۰۸ max	۱۸/۰_۲۰/۰	۱۱/۰_۱۴/۰	۲/۰_۳/۰	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	—
ER ۳۱۶L (a)	۰/۰۳ max	۱۸/۰_۲۰/۰	۱۱/۰_۱۴/۰	۲/۰_۳/۰	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	—
ER ۳۱۷	۰/۰۸ max	۱۸/۵_۲۰/۵	۱۳/۰_۱۵/۰	۳/۰_۴/۰	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	—
ER ۳۱۸	۰/۰۸ max	۱۸/۰_۲۰/۰	۱۱/۰_۱۴/۰	۲/۰_۳/۰	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	(c)
ER ۳۲۰	۰/۰۷ max	۱۹/۰_۲۱/۰	۳۲/۰_۳۶/۰	۲/۰_۳/۰	۲/۵ max	۰/۶۰ max	۰/۰۴	۰/۰۳	(c) (d)
ER ۳۲۱	۰/۰۸ max	۱۸/۵_۲۰/۵	۹/۰_۱۰/۵	۰/۵ max	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	(e)
ER ۳۴۷ (a)	۰/۰۸ max	۱۹/۰_۲۱/۵ (b)	۹/۰_۱۱/۰	—	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	(f)
ER ۳۴۸	۰/۰۸ max	۱۹/۰_۲۱/۵ (b)	۹/۰_۱۱/۰	—	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	(g)
ER ۳۴۹	۰/۰۷ max	۱۹/۰_۲۱/۵	۸/۰_۹/۵	۰/۳۵_۰/۶۵	۱/۰_۲/۵	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	(h)
ER ۴۱۰	۰/۱۲ max	۱۱/۵_۱۳/۵	۰/۶ max	۰/۶ max	۰/۶ max	۰/۵۰ max	۰/۰۳	۰/۰۳	—
ER ۴۲۰	۰/۲۵_۰/۴۰	۱۲/۰_۱۴/۰	۰/۶ max	—	۰/۶ max	۰/۵۰ max	۰/۰۳	۰/۰۳	—
ER ۴۳۰	۰/۱۰ max	۱۵/۵_۱۷/۰	۰/۶ max	—	۰/۶ max	۰/۵۰ max	۰/۰۳	۰/۰۳	—
ER ۵۰۲	۰/۱۰ max	۴/۵_۶/۰	۰/۶ max	۰/۴۵_۰/۶۵	۰/۶ max	۰/۲۵_۰/۶۰	۰/۰۳	۰/۰۳	—

a ـ با مقدار سیلیـــم زیاد موجوداست (۰/۵ تایک درصد). b ـ کرم (حداقل) برابر است با ۱/۹ برابر نیکل. c ـ کلمبیوم باضافه تانتالوم، ۸ برابر کربن (حداقل) تایک درصد (حداکثر). d ـ ۳ تا ۴ درصد مس. e ـ تیتانیوم : ۹ برابرکربن (حداقل) تایک درصد (حداکثر) f ـ کلمبیوم باضافه تانتالوم: ۱۰ برابرکربن (حداقل) تایک درصد (حداکثر). g ـ کلمبیوم باضافه تانتالوم: ۱۰ برابرکربن (حداقل) تایک درصد (حداکثر)؛ (حداکثرتانتالوم = ۱/۰ درصد). h ـ تنگستن ۱/۲۵ تا ۱/۷۵ ؛ کلمبیوم باضافه تانتالوم: یک تا ۱/۴ درصد ؛ تیتانیوم ۰/۱ تا ۰/۳ درصد.

(جدول ۲ـ۶) ـ دسته بندی و حدود ترکیبات برای سیم جوش فولاد زنگ نزن (69 - 5.9 AWS)

۶ ـ ۲ ـ ۶ ـ گاز محافظ :

در جوشکاری فولاد زنگ نزن از گازهای آرگن ، هلیوم ویامخلوطی از آرگن و هلیوم بستگی به کاربردشان استفاده می شود . همین گازها نیز ممکن است برای حفاظت پشت جوش بکار روند . گاز آرگن معمولاً بهتر است ، محافظ مناسبی برای جوش می باشد وسرعت جریان گازرا بطورقابل ملاحظه ای پایین می آورد . بعلاوه درجوشکاری احتمال سوختگی سراسری قطعات باضخامت تا ۱/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۱۶}$") وقتی که ازگاز آرگن استفاده می شود ، کمتراست . هنگام جوشکاری قطعات با ضخامت بیشتراز ۱/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۱۶}$") ، گاز هلیوم حرارت وارده بیشترونفوذعمیق‌تر ایجادمی نماید . ازطرف دیگر ، جوشکاری با گاز آرگن بخصوص در مواردی که جوشکاری با دست انجام می گیرد ، آسانتر است ، زیرا حرارت وارده ، به حوضچه جوش توسط تغییرات طول قوس ، کمتر تحت تاثیر قرار می گیرد . بالاخره ، گاز آرگون نسبت به هلیوم ارزان ترو آسانتر بدست می آید .

۷ ـ ۲ ـ ۶ ـ طرح اتصال :

بعضی از طرحهای اتصال برای جوشکاری TIGجهت فولاد زنگ نزن به اضافه شرایط جوشکاری فلزپایه با ضخامتهای از $\frac{۱}{۱۶}$ تا $\frac{۱}{۲}$ اینچ درجدول ۳ ـ ۶ نشان داده شده اند .

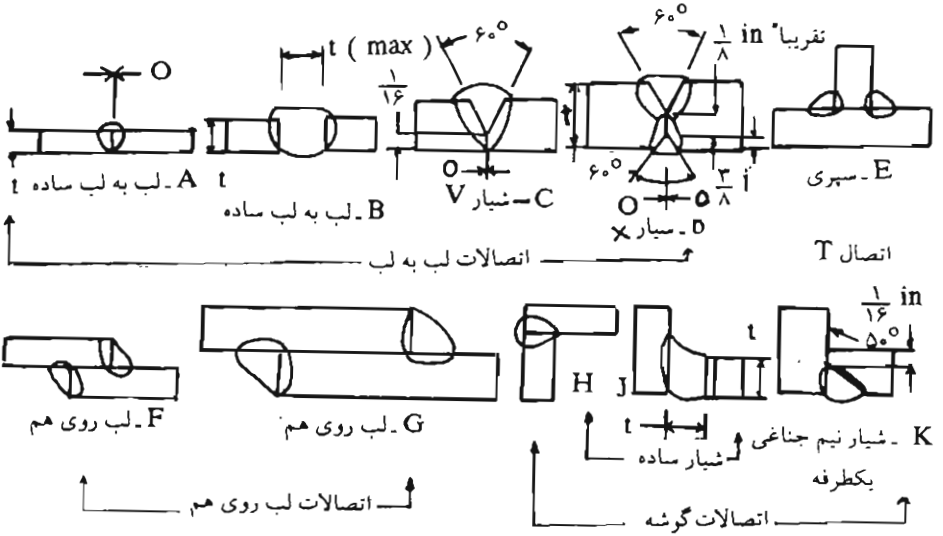
علاوه بر تجهیزات اصلی ، طرح اتصال عامل مهم اقتصادی در جوشکاری به شمار می آید و درکار و هزینه آن تاثیرزیادی دارد . بعضی از طرحهای اتصال درتولید مشکل هستند وبرای جوشکاری آن هامدت زمانی از وقت تلف می گردد و بنابراین بایستی در زمان تولیدو کار تجدید نظر بعمل آید .

سرعت جریان آرگن به فوت مکعب درساعت	قطرمیله جوش (c) به اینچ	سرعت جوشکاری (b) اینچ بردقیقه	جریان جوشکاری (dcsp) آمپر			قطر الکترود به اینچ	نمونه اتصال و جوش تصویر
			حالت سقفی	حالت سرپالا (a)	حالت کف		
			فلزپایه با ضخامت $\frac{1}{16}$ اینچ				
۱۰	$\frac{1}{16}$	۱۲	۷۰ ـ ۹۰	۷۰ ـ ۹۰	۸۰ ـ ۱۰۰	$\frac{1}{16}$	لب به لب ساده ، A و B
۱۰	$\frac{1}{16}$	۱۰	۸۰ ـ ۱۰۰	۸۰ ـ ۱۰۰	۱۰۰ ـ ۱۲۰	$\frac{1}{16}$	لب روی هم ، F و G
۱۰	$\frac{1}{16}$	۱۲	۷۰ ـ ۹۰	۷۰ ـ ۹۰	۸۰ ـ ۱۰۰	$\frac{1}{16}$	گوشه ، H
۱۰	$\frac{1}{16}$	۱۰	۸۰ ـ ۱۰۰	۸۰ ـ ۱۰۰	۹۰ ـ ۱۰۰	$\frac{1}{16}$	گوشه و J,E,T
			فلزپایه با ضخامت $\frac{3}{32}$ اینچ				
۱۰	$\frac{3}{32}$ و $\frac{1}{16}$	۱۲	۹۰ ـ ۱۱۰	۹۰ ـ ۱۱۰	۱۰۰ ـ ۱۲۰	$\frac{1}{16}$	لب به لب ساده ، A و B
۱۰	$\frac{3}{32}$ و $\frac{1}{16}$	۱۰	۱۰۰ ـ ۱۲۰	۱۰۰ ـ ۱۲۰	۱۱۰ ـ ۱۳۰	$\frac{1}{16}$	لب روی هم ، F و G
۱۰	$\frac{3}{32}$ و $\frac{1}{16}$	۱۲	۹۰ ـ ۱۱۰	۹۰ ـ ۱۱۰	۱۰۰ ـ ۱۲۰	$\frac{1}{16}$	گوشه ، H
۱۰	$\frac{3}{32}$ و $\frac{1}{16}$	۱۰	۱۰۰ ـ ۱۲۰	۱۰۰ ـ ۱۲۰	۱۱۰ ـ ۱۳۰	$\frac{1}{16}$	گوشه و J,E,T
			فلزپایه با ضخامت $\frac{1}{8}$ اینچ				
۱۰	$\frac{3}{32}$	۱۲	۱۰۵ ـ ۱۲۵	۱۱۰ ـ ۱۳۰	۱۲۰ ـ ۱۴۰	$\frac{1}{16}$	لب به لب ساده ، A و B
۱۰	$\frac{3}{32}$	۱۰	۱۲۰ ـ ۱۴۰	۱۲۰ ـ ۱۴۰	۱۳۰ ـ ۱۵۰	$\frac{1}{16}$	لب روی هم ، F و G
۱۰	$\frac{3}{32}$	۱۲	۱۱۵ ـ ۱۳۵	۱۱۰ ـ ۱۳۰	۱۲۰ ـ ۱۴۰	$\frac{1}{16}$	گوشه ، H
۱۰	$\frac{3}{32}$	۱۰	۱۲۰ ـ ۱۴۰	۱۱۵ ـ ۱۳۵	۱۳۰ ـ ۱۵۰	$\frac{1}{16}$	گوشه و J,E,T
			فلزپایه با ضخامت $\frac{3}{16}$ اینچ				
۱۵	$\frac{1}{8}$ و $\frac{3}{32}$	۱۰	۱۵۰ ـ ۲۰۰	۱۵۰ ـ ۲۰۰	۲۰۰ ـ ۲۵۰	$\frac{3}{32}$	لب به لب ساده ، A و B
۱۵	$\frac{1}{8}$ و $\frac{3}{32}$	۸	۱۷۵ ـ ۲۲۵	۱۷۵ ـ ۲۲۵	۲۲۵ ـ ۲۷۵	$\frac{1}{8}$ و $\frac{3}{32}$	لب روی هم ، G
۱۵	$\frac{1}{8}$ و $\frac{3}{32}$	۱۰	۱۵۰ ـ ۲۰۰	۱۵۰ ـ ۲۰۰	۲۰۰ ـ ۲۵۰	$\frac{3}{32}$	گوشه ، H
۱۵	$\frac{1}{8}$ و $\frac{3}{32}$	۸	۱۷۵ ـ ۲۲۵	۱۷۵ ـ ۲۲۵	۲۲۵ ـ ۲۷۵	$\frac{1}{8}$ و $\frac{3}{32}$	گوشه و J,E,T

(جدول ۳ـ۶) ـ طرح اتصال وشرایط کاری برای جوشکاری TIG
دستی فولاد زنگ نزن آستنیتی

(ادامه جدول ۳ـ۶)

سرعت جریان آرگن به فوت مکعب درساعت	قطرمیله جوش (c) به اینچ	سرعت جوشکاری (b) اینچ بردقیقه	جریان جوشکاری (dcsp) آجر			قطر الکترود به اینچ	نمونه اتصال و جوش تصویر
			حالت سقفی	حالت سرمالا (a)	حالت کف		
			فلزپایه با ضخامت $\frac{1}{4}$ اینچ				
۱۵	$\frac{3}{32}$ - $\frac{3}{16}$	۵ (d)	۲۰۰ ـ ۲۵۰	۲۰۰ ـ ۲۵۰	۲۷۵ ـ ۳۵۰	$\frac{1}{8}$	لب به لب B و C
۱۵	$\frac{3}{32}$ - $\frac{3}{16}$	۵ (d)	۲۲۵ ـ ۲۷۵	۲۲۵ ـ ۲۷۵	۳۰۰ ـ ۳۷۵	$\frac{1}{8}$	لب روی هم G
۱۵	$\frac{3}{32}$ - $\frac{3}{16}$	۵	۲۰۰ ـ ۲۵۰	۲۰۰ ـ ۲۵۰	۲۷۵ ـ ۳۵۰	$\frac{1}{8}$	گوشه H
۱۵	$\frac{3}{32}$ - $\frac{3}{16}$	۵	۲۲۵ ـ ۲۷۵	۲۲۵ ـ ۲۷۵	۳۰۰ ـ ۳۷۵	$\frac{1}{8}$	گوشه E,T و K
			فلزپایه با ضخامت $\frac{1}{2}$ اینچ				
۱۵	$\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$	۳ (e)	۲۲۵ ـ ۲۷۵	۲۲۵ ـ ۲۷۵	۳۵۰ ـ ۴۵۰	$\frac{3}{16}$ و $\frac{1}{8}$	لب به لب C و D
۱۵	$\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$	۳ (f)	۲۳۰ ـ ۲۸۰	۲۳۰ ـ ۲۸۰	۳۷۵ ـ ۴۷۵	$\frac{3}{16}$ و $\frac{1}{8}$	لب روی هم G
۱۵	$\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$	۳ (f)	۲۳۰ ـ ۲۸۰	۲۳۰ ـ ۲۸۰	۳۷۵ ـ ۴۷۵	$\frac{3}{16}$ و $\frac{1}{8}$	گوشه E,T و K



a ـ جریان ممکن است به مقدارداده شده اضافه گردد. b ـ فقط برای حالت کف . c ـ برای مواد میله جوش. d ـ دوپاس ممکن است احتیاج شود. e ـ ۲ یا ۳ پاس ممکن است احتیاج باشد. f ـ برای ۳ پاس.

۸ ـ ۲ ـ ۶ ـ عیوب جوش :

۱ ـ ترک های ریز دراتصالات جوش شده :

ترک بین دانه ای که از تشکیل ترک های ریزدرجوش یادر فلز پایه نزدیک به اتصال جوش شده بوجودمی آید وبه عنوان ترک داغ یاترک ریز خوانده می شود .

ایجاد ترک ریزبه عوامل زیر بستگی دارد :

الف ـ ساختمان ریز فلزجوش جامد

ب ـ ترکیب فلزجوش به خصوص مقدار کربن باقیمانده یا عناصردیگر بمقدارناچیز .

ج ـ مقدار تنش توسعه یافته زمانی که فلز سرد می شود .

د ـ داکتیلیتی فلزجوش در درجه حرارت بالا .

هـ ـ وجود شکافها .

حساسیت به ترک ریزبستگی زیادی به ساختمان ریزفلز جوش دارد . فلز جوش با ساختمان ریز کاملاً آستنیتی از ترک ریز نسبت به فلزجوش با ساختمان فریت دلتا درآستنیت بطور قابل ملاحظه ای حساس تراست . مقدارعناصر آلیاژی و عناصر باقی مانده که در فلزجوش فولاد زنگ نزن آستنیتی وجود دارد ، نسبت به ترک ریز حساسیت شدیدی دارند . حساسیت به ترک ریزمی تواند توسط افزایش کمی درمقدارکربن یا ازت یا توسط افزایش قابل توجهی درمقدار منگنز ، کاهش یابد . عناصرباقی مانده یا ناچیزی که ترک ریز را تشکیل می دهند بترتیب تقریب قدرت عبارتند از : بُر ، فسفر ، گوگرد ، سلنیوم ، سیلسیم ، کلمبیوم وتانتالوم .

۲ ـ ترک زیر درز جوش :

ترک زیردرز جوش می تواند حرارت دیده فلز پایه فولاد زنگ نزن آستنیتی مجاور به جوش رخ دهدبخصوص درقطعاتی که ضخامت آنهابیشتراز $\frac{۳}{۴}$ اینچ باشد .

۹ ـ ۲ ـ ۶ ـ جلوگیری از عیوب جوش :

ترک ریز می تواند توسط کنترل به موقع فریت در فلزجوش ، ازبین رفته یا کاهش یابد . برای جلوگیری از ترک زیردرز جوش باید تنش جوش را به حداقل نگهداشت بخصوص در جوشکاری فلزات ضخیم .

۱۰ ـ ۲ ـ ۶ ـ روش جوشکاری فولاد زنگ نزن :

جوشکاریTIG برای انواع جوشکاری وترکیبات فولاد زنگ نزن مناسب است چون :

الف ـ سیم جوش از داخل قوس عبورنمی نماید و در نتیجه ترکیب فولاد زیاد تغییر نمی کند .

ب ـ گاز بکار رفته خنثی است وواکنش فلزو گاز در اینجا وجود ندارد .

ج ـ فلاکسی استفاده نمی شود ، بنابراین واکنش سرباره و فلز و ناخالص های غیرفلزی وجود ندارد .

انتقال سیم جوش به فلز زیادوبرداشت آلودگیها کم می باشد . بدلیل خواص و مشخصات ویژه فولادزنگ نزن که حفظ ترکیب شیمیایی در یک محدوده کوچک درآن مهم است ونیزبه منظوراجتناب ازجذب آلودگی درمدت جوشکاری ، خواه از سیم استفاده گردد یا برعکس ، روش جوشکاری TIG مناسب ترین روش تشخیص داده می شود .

۱۱ ـ ۲ ـ ۶ ـ تنش زدایی بعدازجوشکاری :

اگرچه اثرات باقیمانده درخواص مکانیکی فولادهای زنگ نزن آستنیتی در مقایسه با اثرات عملیات کارسرد ناچیز می باشد ، تنش زدایی ممکن است بطور قابل ملاحظه ای برخواص مکانیکی ساختمان مهندسی اثر نماید . چون مقاومت تسلیم از نقطه ای به نقطه دیگر تفاوت دارد ، کاربرد تنشهای بیشتر درمراحل بعدی ساخت می تواند باعث پیچیدگی بیش از حد و حتی شکست نابهنگام گردد . در حرارت

غیریکنواخت که بعضی تنشهای باقی مانده موضعی را آزاد می نماید ممکن است در پیچیدگی نیز سهمی داشته باشد. تنش زدایی می تواند در حرارت بالایی، بستگی به مقدار نرمی مورد نیاز، انجام گیرد. زمان حرارت دهی درحرارت بالای ۱۲۰۰ درجه فارنهایت (حدود ۶۵۰°c) حدودیک ساعت در هر اینچ از ضخامت فلز و زمان حرارت دهی تا ۱۲۰۰ درجه فارنهایت بمدت ۴ ساعت در هر اینچ ازضخامت فلز پایه می باشد.

در فولادهای زنگ نزن آستنیتی، بعلت ضریب انبساط بالا وقابلیت انتقال گرمایی پائین، سرد کردن در هنگام تنش گیری بایستی آهسته انجام گیرد. درجه حرارت تنش زدایی انتخاب شده بایستی متناسب بامقدار رسوب کربور مطلوب و مقاومت بخوردگی خواسته شده باشد.

فولادهای تثبیت شده نمی توانند دردرجه حرارت تاثیرپذیری بدون زیان مقاومت بخوردگی تنش گیری شوند. تنش گیری درفولادهای با کربن خیلی کم نتیجه چندانی ندارد زیرا رسوب کربور در این فولادها کند می باشد. در فولادهای زنگ نزن آستنیتی، درصد آزادشدن تنش های باقی مانده در حرارتهای گوناگون (در زمانهایی که قبلا ذکر گردید) عبارتند از :

درجه حرارت به فارنهایت	درجه حرارت به سانتیگراد	درصد آزادی تنش
۱۶۵۰ _ ۱۵۵۰	۸۹۹ _ ۸۴۳	٪۸۵
۱۲۰۰ _ ۱۰۰۰	۶۴۹ _ ۵۳۸	٪۳۵

فصل۷

توانایی جوشکاری آلومینیوم و آلیاژهای آن با روش TIG

۱ ـ ۷ ـ شناسایی اصول جوشکاری آلومینیوم و آلیاژهای آن :

۱ ـ ۱ ـ ۷ ـ ترکیبات فلز پایه :

اکثر آلیاژهای آلومینیوم می توانند به روش MIG و TIG جوشکاری گردند و قابلیت جوشکاری آلومینیوم برای هر دو فرآیند یکسان می باشد . ترکیبات اسمی این آلیاژها در جدول ۱ ـ ۷ طبقه بندی شده اند .

اکثرآلیاژهای کارشده که ازسریهای ۱xxx ، ۳xxx ، ۵xxx غیرقابل عملیات حرارتی می باشند ، به آسانی توسط فرآیندهای قوسی با گاز محافظ جوش می شوند : آلیاژهایی در سریهای ۶xxx قابل عملیات حرارتی نیز بآسانی جوش می گردند . آلیاژهایی در سریهای ۴xxx با مقاومت زیاد ، سریهای ۲xxx قابل عملیات حرارتی نیز می توانند با جوشکاری قوسی متصل شوند ، اما ممکن است به روش ویژه ای احتیاج باشد و تا اندازه ای شکل پذیری کمتری نیز بدست آید . از سریهای ۷xxx قابل عملیات حرارتی با مقاومت زیاد ، آلیاژهای ۷۰۷۵ ، ۷۰۷۹ و ۷۱۷۸ قابل جوشکاری هستند ، اما مناطق حرارت دیده شکننده می شوند ، بنابراین توصیه می شود که جوشکاری روی انها انجام نگیرد ولی آلیاژها ی ۷۰۰۵ و ۷۰۳۹ قابلیت جوشکاری خوبی دارند . آلیاژهای۷۰۰۵ و ۷۰۳۹ که موردتوجه ویژه سازه های بزرگ می باشد ، جوش می بایست مقاومت زیادی داشته باشد ، زیرا جوشها حدود ۳۰ تا ۹۰ روز بعد ازجوشکاری بطور طبیعی در اثر پیر شدن ، ۷۰ تا ۹۰ درصد مقاومت فلز پایه را که تحت عملیات حرارتی قرارگرفته از دست خواهند داد(بستگی به ترکیب شیمیایی جوش دارد) . حرارت جوشکاری قسمتی یاتمام اثرات تغییر بعد نسبی ناشی از سخت کردن را از بین بردن می برد . در نتیجه حد تسلیم منطقه حرارت دیده جوش دریک آلیاژغیرقابل عملیات حرارتی ممکن است متجاوز ازآلیاژی که پخت شده است ، نباشد . اندازه ناحیه کم مقاومت در وحله اول بستگی

به سرعت جوشکاری ومقدار تغییر بعد نسبی ناشی ازسخت کردن دارد. بهرحال، راندمان وشکل پذیری اتصالات خوب از ظاهرجوشها مشخص می گردد. در جدول۲ ـ ۷ عمومی ترین آلیاژها با قابلیت جوشکاری طبقه بندی شده است.

آلیاژ	آلیاژهای آلومینیوم کارشده (ترکیب به درصد)
1060	99/60 AL (حداقل)
EC	99/45 AL (حداقل)
1100	99/00 AL (حداقل) , 0/12 Cu
2014	0/8 Si , 4/4 Cu , 0/8 Mn , 0/5 Mg
2024	4/4 Cu , 0/6 Mn , 1/5 Mg
2219	6/3 Cu , 0/3 Mn, 0/18 Zr, 0/1 V
3003	0/12 Cu , 1/2 Mn
3004	1/2 Mn , 1/0 Mg
4032	12/2 Si , 0/9 cu , 1/1 Mg , 0/9 Ni
5005	0/8 Mg
5050	1/4 Mg
5052	2/5 Mg, 0/25 Cr
5083	0/6 Mn, 4/45 Mg, 0/15 Cr
5086	0/45 Mn, 4/0 Mg, 0/15 Cr
5154	3/5 Mg, 0/25 Cr
5254	2/5 Mg
5454	0/8 Mn, 2/7 Mg, 0/12 Cr
5456	0/8 Mn, 5/1 Mg, 0/12 Cr
5652	2/5 Mg, 0/25 Cr
6061	0/6 Si, 0/27 Cu, 1/0 Mg , 0/2 Cr
6063	0/4 Si, 0/7 Mg
6101	0/5 Si , 0/6 Mg
6151	0/9 Si , 0/6 Mg , 0/25 Cr
7005	0/45 Mn , 1/4 Mg , 0/13 Cr , 4/5 Zn
7039	0/27 Mn, 2/8 Mg, 0/2 Cr , 4/0 Zn
7075	1/6 Cu , 2/5 Mg , 0/3 Cr , 5/6 Zn
7079	0/6 Cu , 0/2 Mn , 3/3 Mg, 0/2 Cr , 4/3 Zn
7178	2/0 Cu , 2/7 Mg, 0/3 Cr , 6/8 Zn

(جدول ۱ـ۷) ـ ترکیبات اسمی آلیاژهای آلومینیوم

(ادامه جدول ۱ـ۷)

آلیاژ	آلیاژهای ریختگی آلومینیوم (ترکیب به درصد)
13(413/0)	12/0 Si
43(443/0)	5/0 Si
108(208/0)	4/0 Cu, 3/0 Si
A108(308/0)	4/5 Cu , 5/5 Si
122(222/0)	10/0 Cu, 0/2 Mg
138(238/0)	10/0 Cu, 4/0 Si , 0/3 Mg
142(242/0)	4/0 Cu, 1/5 Mg , 2/0 Ni
195(295/0)	4/5 Cu, 0/8 Si
B195(B295/0)	4/5 Cu , 2/5 Si
214(514/0)	3/8 Mg
A214(A514/0)	3/8 Mg , 1/8 Zn
B214(B514/0)	1/8 Si , 3/8 Mg
F214(F514/0)	0/5 Si , 3/8 Mg
220(520/0)	10/0 Mg
319(319/0)	3/5 Cu, 6/0 Si
333(333/0)	3/8 Cu, 9/0 Si
355(355/0)	1/3 Cu , 5/0 Si , 0/5 Mg
C355(C355/0)	1/3 Cu , 5/0 Si , 0/5 Mg ، حداکثر 0/2 Fe
356(356/0)	7/0 Si , 0/3 Mg
A612(A712/0)	0/5 Cu , 0/7 Mg , 6/5 Zn
C612(C715/0)	1/0 Fe, 0/5 Cu , 0/35 Mg, 6/5 Zn
D612(D712/0)	0/6 Mg, 5/3 Zn, 0/5 Cr

بسهولت قابل جوش است
آلیاژهای کار شده :
آلومینیوم خالص1100,1060,EC
2219
3004,3003
5454,5254,5154,5086,5083,5052,5050,5005
5652,5456
6151,6101,6063,6061
7039,7005
آلیاژ ریختگی : 43
در اکثر موارد قابل جوش است (در بعضی موارد ممکن است احتیاج به روشهای خاصی باشد)
آلیاژهای کار شده : 4032,2014
آلیاژهای ریختگی :
A108,108,43
F214,B214,A214,214
356,C355,355,333,319
D612,C612,A612
قابلیت جوشکاری محدود (به روشهای ویژه ای احتیاج است)
آلیاژهای کارشده : 2024
آلیاژهای ریختگی : B195,195,138
توصیه می گردد که جوشکاری نشود
آلیاژهای کار شده : 7178,7079,7075
آلیاژهای ریختگی : 220,142,122

(جدول ۲ـ۷) ـ قابلیت جوشکاری آلیاژهای آلومینیوم توسط پروسه های TIG و MIG

۲ ـ ۱ ـ ۷ ـ آلیاژهای ریختگی :

اگر آماده‌سازی لبه‌ها بطور صحیح انجام گیرد، اکثر آلیاژهای ریختگی می‌توانند توسط گاز محافظ جوشکاری قوسی شوند. قطعات ریختگی آلومینیومی در قالبهای ماسه ای ودائمی برای کارهای مختلف می توانند بشرح زیر جوش شوند :

برای تعمیر معایب ریختگی، جهت قطعاتی که درکار شکسته می شوند و اتصال اجزاء ریختگی بهمدیگر قالبهای فلزی بندرت جوشکاری می شوند، زیرا آنها

اغلب دارای تخلخل هستند. اما اخیراً در صنعت ریخته گری سطح بالا، روشی اتخاذ گردیده مثل ریخته گری در خلاء که از نظر کیفی نتیجه بهتری بدست آمده است. قالبهای ریختگی در حال حاضر در بعضی موارد از قبیل لوله های آبیاری بطور رضایت بخش جوشکاری می شوند.

۳ـ۱ـ۷ـ ترکیبات سیم جوش:

جوشکاری قوسی می تواند با سیم جوش یا بدون سیم جوش بکار رود. در بعضی اتصالات لب به لب ساده، جوش از دیواره های شیار و یا ممکن است از گوشه یا لبه اضافی فلز پایه ذوب شوند بوجود آید معمولاً سیم جوش به شکل میله تخت درجوشکاری دستی یا مثل حلقه سیم درمصرف اتوماتیک اضافه می شود. آلیاژهای سیم جوش استفاده شده درجوشکاری قوسی آلومینیوم باگاز محافظ در جدول ۳ لیست گردیده است

۴ـ۱ـ۷ـ آماده سازی اتصالات:

طرح اتصال برای آلیاژهای آلومینیوم شبیه به طرح اتصال جهت فولادمی باشد. واقعیتی است که سیالیت آلومینیوم درحین جوشکاری بیشتر از فولاد می باشد منتهی با بعضی اختلافات بعنوان مثال درجوشکاری آلیاژهای آلومینیوم فاصله دوفلز کمی کمتر ازفاصله دوفلز درفولاد می باشد و آنهم بدلیل سیال بودنش است. طرح اتصالات لب به لب توصیه شده برای جوشکاری قوسی باگاز محافظ درشکل یک نشان داده شده است. در روش جوشکاریTIG درصورت استفاده ازقطب مستقیم جریان مستقیم می توان پاشنه فلز را ضخیم تر و فاصله دو فلز را نزدیکتر انتخاب نمود. اتصالات لب روی هم بیشتر برای آلیاژهای آلومینیوم مورد استفاده قرار می گیرند تا فلزات دیگر. اتصالات لب روی هم بدون احتیاج به آماده سازی لبه بکار می رود و در ضمن مزایایی دارد. ازجمله مونتاژ کاری را آسان می نماید ولی ایرادآن این است که آزمایش جوش را مشکل می سازد. انواع اتصالات لب روی هم

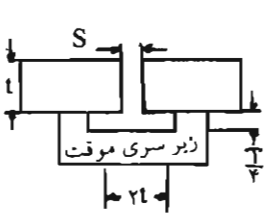
درشکل(۲ـ۷)نشان داده شده است . اتصالات Tشکل نیز بطور وسیع بکارمی روند .

در آماده سازی لبه ها ، تیغه هایی که جهت برش قطعات بکارمی روندمی بایست عاری از روغن ومواد خارجی باشند . اگرروی سطح قطعات آلومینیوم بیش از حد روانساز وجود داشته باشد ، بایستی قبل از برشکاری کاملاً تمیز گردند .

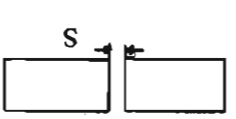
دسته بندی AWS	ترکیب به درصد
ER 1100	99/00 حداقل AL.0/10zm.0/05mn.0/05.0/20cu.1/0Si+Fe
ER 1260	99/60 AL.0/01Mn.0/04Cu.0/40Si + Fe
ER 2319	0/02Mg.o/20-0/40Mn.5/8-6/8Cu.0/30Fe.0/20Si.0/10-0/20Ti.0/10Zm
ER 4043	0/20Ti.0/10Zn.0/05Mg.0/05Mn.0/30Cu.0/8Fe.4/5-6/0Si
ER 4047	0/20Zn.0/10Mg.0/15Mn.0/30Cu.0/8Fe11/0-13/0Si
ER 4145	0/20Zn.0/15CR.0/15Mg.0/15Mn.3/3-4/7Cu.0/8Fe.9/3-10/7Si
ER 5039	3/3-4/3Mg.0/30-0/50Mn.0/03Cu.0/40Fe.0/10Si 0/10Ti.2/4-3/2Zn.0/10-0/20CR
ER 5183	4/3-5/2Mg.0/50-1/0Mn.0/10cu.0/40Fe;0/40Si.0/15Ti.0/25Zn.0/05-0/25CR
ER 5356	4/5-5/5Mg.0/05-0/20Mn.0/10Cu.0/50Si+Fe.0/06-0/20Ti.0/10Zn. 0/05-0/20CR
ER 5554	2/4-3/0Mg.0/50-1/0Mn.0/10Cu.0/40Si+Fe0/05-0/20Ti.0/25Zn. 0/05-0/20CR
ER 5556	4/7-5/5Mg.0/50-1/0Mn.0/10cu.0/40Si+Fe0/05-0/20Ti.0/25Zn. o/o5-0/20CR
ER 5654(b)	3/1-3/9Mg.0/01mn.0/05Cu.0/45Si+Fe0/05-0/15Ti.0/20Zn.0/15-0/35CR
R - C4A (c)	0/25Ti.0/35Zn.0/03Mg.0/35Mn.4/0-5/0Cu.1/0Fe.1/5Si.1/21-/8mg.
R- CN42A(c)	0/35Mn.3/5-4/5Cu.1/0Fe.0/7Si.0/25Ti.0/35Zm.1/7-2/3Ni.0/25CR
R- SC51A(c)	0/50(d)Mn.1/0-1/5Cu.0/8(d)Fe.4/5-5/5Si.0/25Ti.0/35Zm. 0/25CR.0/40-0/60Mg
R- SG70A(c)	0/25Ti.0/35Zn.0/20-0/40Mg.0/35Mn.0/25Cu.0/6Fe.6/5-7/5Si

a ـ اعداد تکی مقدارشان حداکثر می باشد بجز مقدار آلومینیوم در ER1100 و ER1260 ،
ER5654 ـ b

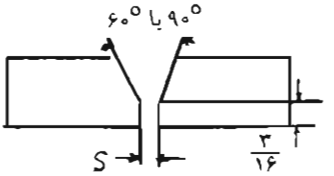
(جدول۳ ـ ۷) ـ ترکیبات الکترودهاوسیم جوش های قابل مصرف برای جوشکاری MIG TIGدر آلیاژهای آلومینیوم(AWSA5/10-69)(a)



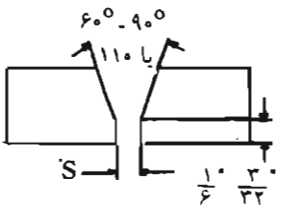
a ـ اتصال لب به لب بدون پخ با زیر سری موقت



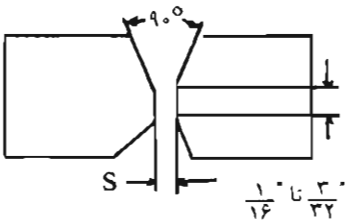
b ـ اتصال لب به لب بدون پخ



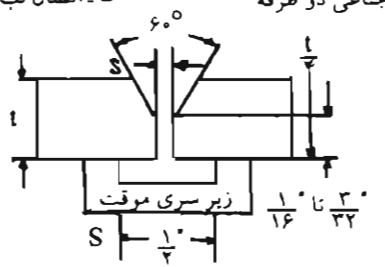
c ـ اتصال لب به لب با پخ جناغی یکطرفه



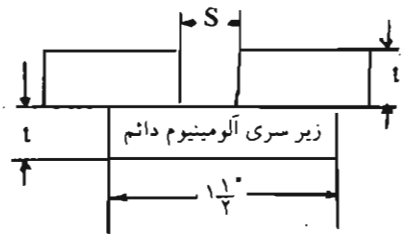
d ـ اتصال لب به لب با پخ جناغی یکطرفه



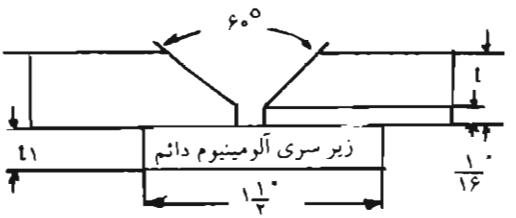
e ـ اتصال لب به لب با پخ جناغی دو طرفه



f ـ اتصال لب به لب با پخ جناغی یکطرفه با زیر سری موقت



g ـ اتصال لب به لب بدون پخ با زیر سری دائم



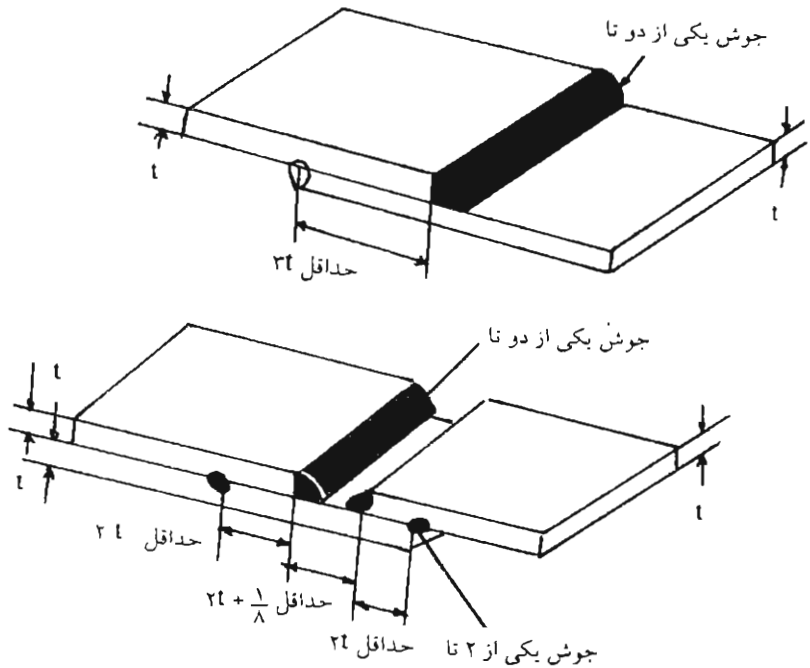
h - اتصال لب به لب با پخ جناغی یکطرفه با زیر سری دائم

شکل(۱ ـ ۷) ـ اتصالات لب به لب برای روشهای MIG (قطب معکوس جریان مستقیم Dcrp(TIG (جریان متاوب AC) توصیه می شود. در اتصالات ۲، ۳، ۴، ۵و۶ پشت جوش جامد بایستی شیار زده شود و سپس یک پاس روی آن انجام گیرد.

جوشکاری دستی TIG			جوشکاری نیمه اتوماتیک MIG			ضخامت فلز t برحسب اینچ
فاصله دوغلز S برحسب اینچ	طرح اتصال	حالت جوشکاری (a)	فاصله دوغلز S برحسب اینچ	طرح اتصال (b)	حالت جوشکاری (a)	
۰	۲	F,H,V,O	۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۱ و ۷	F	$\frac{۱}{۱۶}$
۰	۲	F,H,V	۰	۱	F	$\frac{۳}{۳۲}$
۰	۲	O	$\frac{۱}{۸}$	۷	F,H,V,O	
۰	۲	F	۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۱	F,H,V	$\frac{۱}{۸}$
۰	۲	H,V,O	$\frac{۳}{۱۶}$	۷	F,H,V,O	
۰ - $\frac{۱}{۸}$	۴-۶۰°	F	۰	۲	F,H,V	$\frac{۳}{۱۶}$
۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۴-۹۰°	H	۰ - $\frac{۱}{۱۶}$	۶	F,H,V,O	
۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۴-۶۰°	V	$\frac{۳}{۳۲}$ - $\frac{۳}{۱۶}$	۸	F,V	
۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۴-۱۱۰°	O	$\frac{۳}{۱۶}$	۸	H,O	
۰ - $\frac{۱}{۸}$	۴-۶۰°	F	۰	۲	F	$\frac{۱}{۴}$
۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۴-۹۰°	H	۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۶	F,H,V,O	
۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۴-۶۰°	V	$\frac{۱}{۸}$ - $\frac{۱}{۴}$	۸	F,V	
۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۴-۱۱۰°	O	$\frac{۱}{۴}$	۸	H,O	
۰ - $\frac{۱}{۸}$	۴-۶۰°	F	۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۳-۹۰°	F	$\frac{۳}{۸}$
۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۵	F	۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۶	F	
۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۴-۶۰°	V	۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۶	H,V,O	
۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۵	H,V,O	$\frac{۱}{۴}$ - $\frac{۳}{۸}$	۸	F,V	
۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۴-۹۰°	H	$\frac{۳}{۸}$	۸	H	
۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۴-۱۱۰°	O	$\frac{۳}{۸}$	۸	O	
			۰ - $\frac{۳}{۳۲}$	۳-۶۰°	F	$\frac{۳}{۸}$
			۰ - $\frac{۱}{۸}$	۸	F	
			۰ - $\frac{۱}{۱۶}$	۸	H,V,O	
			۰ - $\frac{۱}{۱۶}$	۸	F,H,V,O	

a - F = کف، H = افقی، V = عمودی، O = سقفی،
b - درطرح ۸،

(جدول ۴-۷)



شکل(۲ ـ ۷) ـ انواع اتصالات لب روی هم که برای جوشکاری قوسی آلیاژهای آلومینیوم ترجیح داده می شود.

۵ ـ ۱ ـ ۷ ـ تمیز کاری :

آلودگیهایی که می بایست ازسطح قطعات پاک شوندعبارتند از کثافات ، ذرات فلزی ، روغن و گریس ، رطوبت وپوشش اکسیدی ضخیم . منبع دیگر آلودگی لایه اکسید روی سیم جوش است . فلزات پایه ازقبیل ۱۱۰۰ و۳۰۰۳ لایه اکسید بسیار نازکی (همانگونه که کارخانه عرضه می کند) داردودرآلیاژهای سری ۵xxx و۶xxx معمولاً لایه اکسید تیره وضخیم می باشد . هرچه اکسیدضخیم تر باشد ، زیانش روی جوش مایع وجامدبیشترواحتمال خطر تخلخل زیادتراست . هنگام جوشکاری هر ماده خارجی که روی جوش باقی بماند ، می تواندمنبعی برای جوشهای معیوب باشد .

برای ایجاد بهترین جوش ، تمیزکاری وبرداشت اکسید می بایست دقیقاً قبل از جوشکاری انجام گیردوسطوح قطعات از آلودگی ها تمیز گردد .

۶ـ۱ـ۷ـ جریان متناوب :

تقریباً تمام دستگاههای جوش TIG اتوماتیک ودستی جهت آلیاژهای آلومینیوم باضخامت۰۴/۰ تا $\frac{۳}{۸}$ اینچ (یک تا ۹/۵ میلیمتر) توسط مولدهای جریان متناوب با فرکانس بالا ، گازمحافظ آرگن و الکترودهای تنگستنی غیر آلیاژی انجام می گیرند .

الکترودهای تنگستنی زیر کونیم‌دارو هلیوم ومخلوط گاز محافظ آرگن و هلیوم نیزباجریان متناوب جوشکاری انجام می شوند . گازمحافظ کافی ، تعیین کننده خط مرزی نقره‌ای سفید درهرطرف درزجوش می‌باشد . معمولاًجریان متناوب جوشکاری بهترین کیفیت را از نظرخصوصیات ظرفیت کشش جریان ، قابلیت کنترل قوس و عمل تمیز کنندگی قوسی برای جوشکاری آلیاژهای آلومینیوم تامین می نماید .

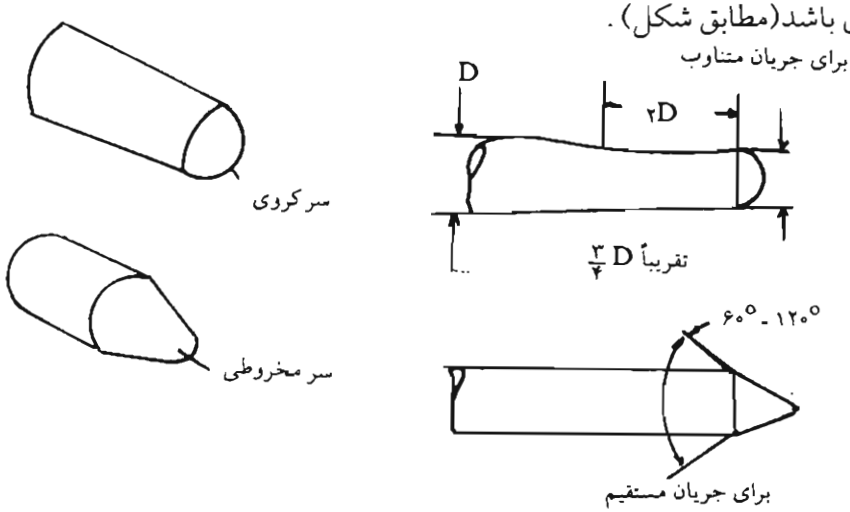
طول قوس بایدبرای بدست آوردن نفوذ کافی ، جلوگیری ازخوردگی کناره جوش ، عرض زیاد درز جوش و از دست دادن کنترل نفوذو طرح جوش ، کوتاه نگهداشته شود . طول قوس بایدحدوداًبرابرقطر الکترود تنگستنی باشد . در جوشهای گوشه ای ، قوسی کوتاه وجریان کافی برای جلوگیری از برآمدگی پاشنه مورد احتیاج است ، قوس کوتاه نیزاطمینان می دهد که گاز خنثی بطور کامل جوش را همانطور که تشکیل می گردد ، احاطه نماید .

۷ـ۱ـ۷ـ الکترود مصرف نشدنی :

درجوشکاری TIG با جریان متناوب ، الکترودهای تنگستنی غیر آلیاژی و تنگستنی زیر کونیم دار توصیه می شود . الکترودهای زیر کونیم دار کمتر با آلومینیوم بصورت آلیاژدرمی آیند وسرعت جریان نسبتاً بیشتری دارند . الکترودهای تنگستنی غیر آلیاژی ناخالصیهای موجوددر جوش و نامیزان بودن جریان را بحداقل می رسانند . الکترودهای تنگستنی بایک درصد توریم که جریان نسبتاً بیشتری نسبت به تنگستن غیر آلیاژی و قیمت نسبتاً کمتری نسبت به الکترودهای زیر کونیم دار . دارندنیزمورد استفاده قرارمی گیرند . ضرراصلیشان درجوشکاری با جریان متناوب تمایل جزیی به چکیدن است . این چکیدن دراثر بعضی ناخالصیهای تنگستنی در

جوش بوجودمی آید . با داشتن کارگر باتجربه وتجهیزات خوب ناخالصیها کم وبخوبی پراکنده می شوند . برای بهترین نتایج با الکترود های یک درصد توریم ، الکترود می بایست سطح سنگ زنی شده ای داشته باشد . الکترود هایی با ۲ درصد توریم معمولاً درجوشکاری آلیاژهای آلومینیوم باجریان متناوب مورداستفاده قرارنمی گیرند .

هنگام جوشکاری TIG آلومینیوم با جریان متناوب ، سر الکترود بایستی نیم کروی باشد(مطابق شکل) .



(شکل ۳ـ۷) ـ سرالکترود بکاررفته برای جوشکاری TIG آلیاژهای آلومینیوم

سر الکترود با استفاده از الکترودی که یک مقدار بزرگتر از آنچه که برای جریان جوشکاری مورد نیاز بوده ، آماده می شود . سنگ زدن سر الکترودبه شکل کروی در آوردن آن ، با جوشکاری الکترود در چند ثانیه و جریانی که ۲۰ آمپر بیشتر از آنچه که مورد نیاز بوده و گرفتن الکترود بطور عمودی بدست می آید .

الکترودهای تنگستنی توریم داردر جوشکاریTIG آلومینیوم با جریان مستقیم معمولاً مورد استفاده قرار می گیرند . سر الکترود می بایستی با نوک درشت مخروطی سنگ زنی شود . برای ایجادحداکثر نفوذ ،زاویه داخلی مخروط بین ۶۰ تا ۱۲۰ درجه باشد (مطابق شکل بالا) .

وقتی الکترود با آلومینیوم آلوده شود ، بایستی سرآن تمیز یا تعویض گردد . آلودگی کم را می توان با افزایش جریان هنگام ایجاد قوس روی یک تکه فلزقراضه

سوزاند وبرطرف نمود. آلودگی سخت را می توان با سنگ یا جدا کردن قسمت آلوده الکترودبرطرف کرد و مجدداً طرح الکترودصحیح راروی یک تکه قطعه آلومینیوم قراضه به شکل دلخواه درآورد.

۸ ـ ۱ ـ ۷ ـ مولد برق:

برای اتصال آلیاژهای آلومینیوم با روش TIG جریان متناوب ومستقیم بکار می رود.

قطب مستقیم و معکوس جریان مستقیم جوشکاری مورداستفاده قرار می گیرد. ترانسفورماتورهای جوشکاری جریان متناوب یک فاز می بایست ولتاژ مدار بازی از ۸۰ تا ۱۰۰ ولت داشته باشد.

۹ ـ ۱ ـ ۷ ـ قطب مستقیم ومعکوس:

با قطب مستقیم، جریان مستقیم حرارت درسطح فلز ایجاد می گردد، نفوذ عمیقی را بوجود می آورد و مجاز است که از شدت جریانهای بیشتر برای یک اندازه الکترود داده شده نسبت به آنهایی که می توانند باقطب معکوس بکارروند، استفاده شود. در نتیجه الکترودهایی با قطر کمتر می توانند با جریان جوشکاری بکار روند که این عمل به باریک شدن درز جوش کمک می نماید. بدلیل باریکی و نفوذ عمیق بدست آمده، آماده کردن لبه، کمترو سیم کمتری نیز احتیاج داردو جوشکاری نسبت به زمانی که از قطب معکوس استفاده می گردد، سریعتراست. بدلیل حرارت زیاد ایجاد شده روی سطح فلز، ذوب سریعتر انجام می گیردحتی درمقاطع ضخیم احتیاج به پیش گرمایی نیست وپیچیدگی کمی درفلزپایه وجود دارد.

جوشکاری TIG با جریان مستقیم (قطب مستقیم) خصوصاً برای اتصال مقاطع ضخیم آلومینیوم تا ۶ سخامت یک اینچ مناسب ومورداستفاده قرارمی گیرد.

قطب معکوس جریان مستقیم بندرت برای جوشکاری آلومینیوم مورداستفاده قرار می گیرد. این قطب نفوذ کم عمقی ایجاد کرده، کنترل قوس آسان می باشد و

عمل پاک کنندگی خوبی دارد. بهرحال قطب معکوس جریان مستقیم باعث می شود که اکثر حرارت قوس درالکترود بوجود آید. این عمل ایجاب می کند که از قطرالکترود بیشتر استفاده نمود. اگر از اندازه های معمولی الکترود استفاده گردد، قطعه کارباید نازک باشد. الکترودهای فوق تاضخامت $\frac{۱}{۸}$ اینچ راجوش می دهند. مثلاًبرای قطر الکترود $\frac{۱}{۴}$ اینچ ۱۲۵ آمپرموردنیازمی باشد.

جدول زیرشرایط واقعی برای جوشکاری اتصالات لب به لب درفلز با ضخامت تا۰/۰۵ اینچ با قطب معکوس جریان مستقیم رانشان می دهد.

ضخامت فلز به اینچ	قطرالکترود به اینچ (b)	قطرسیم جوش به اینچ	جریان گاز به فوت مکعب درساعت	جریان جوشکاری (dcrp) به آمپر (c)
٪۲۰	$\frac{۱}{۸}$ - $\frac{۵}{۳۲}$	٪۲۰	۱۵_۲۰	۴۰_۵۵
٪۳۰	$\frac{۳}{۱۶}$	$\frac{۳}{۶۴}$ یا ٪۲۰	۱۵_۲۰	۵۰_۶۵
٪۴۰	$\frac{۳}{۱۶}$	$\frac{۳}{۶۴}$	۲۵_۳۰	۶۰_۸۰
٪۵۰	$\frac{۳}{۱۶}$	$\frac{۱}{۱۶}$ یا $\frac{۳}{۶۴}$	۲۵_۳۰	۷۰_۹۰

a ـ جوش ایجاد شده با یک پاس درحالت کف. استفاده از یک میله پشتی با یک شکاف زیاد توصیه می شود. b ـ الکترود تنگستنی توریم دار. c ـ جریانهای زیادتر با الکترود بزرگتر ممکن است برای جوشکاری اتوماتیک بکار رود.

جدول(۵ ـ ۷) ـ نمونه شرایط کاربرای جوشکاریTIGواتصالات لب به لب ساده با استفاده از قطب معکوس جریان مستقیم(a)

۱۰ ـ ۱ ـ ۷ ـ گاز محافظ :

آرگن، هلیوم ومخلوطی از آنهابعنوان گازهای محافظ درجوشکاریTIG آلیاژهای آلومینیوم مورداستفاده قرار می گیرند. انتخاب گاز تا اندازه ای بستگی به نوع جریان بکار رفته دارد. جوشهای ایجادشده با جریان متناوب، چه با گاز محافظ

آرگن وچه با هلیوم انجام گیرند تفاوت کمی را از لحاظ صحت ومقاومت نشان می دهند .

با حفاظت هلیوم نفوذعمیق‌تر می شود ، بنابراین هلیوم گاهی اوقات درسرعتهای بالا و مقاطع ضخیم تر بکارمی رودو همچنین جوشها خواص مکانیکی نسبتاً بیشتری از خود نشان می دهند . بهر حال آرگن بدلایل زیر بیشتراستفاده می شود :

۱ ـ آرگن باعث کنترل بهتر حوضچه مذاب خواهدشد .

۲ ـ آرگن آسانتریافت می شودو قیمت کمتری نسبت به هلیوم دارد .

۳ ـ قوس آرگن صاف تروآرامتر ، نقش تمیزکنندگی آن بیشتروشروع قوس آن آسانتر است .

۴ ـ درمواردبخصوص گاز کمتری احتیاج دارد .

۵ ـ تیرگی کمتری درآرگن وجوددارد ، فلز روشن ترمی ماند و کارگر به آسانی می تواندحوضچه جوش رابیند .

با گاز محافظ آرگن ولتاژجریان داده شده وطول قوس کمتر می باشد . زیرا ولتاژکم احتمال سوختگی راکاهش می دهد وهمچنین ویژگی درجوشکاری عمودی وسقفی مزایایی دارد ، زیرا احتمال ذوب شدن فلزوجاری شدن آن به طرف پایین کم است .

آرگن برای جریان مستقیم (قطب معکوس)مناسب تراست ، زیرا قوس آسانتر برقرارشده وکنترل قوس بهتری انتظارمی رود . گازمحافظ هلیوم یا مخلوطی ازآرگن هلیوم همیشه با جریان مستقیم(قطب مستقیم) درجوشکاری آلومینیوم مورداستفاده قرارمی گیرد . هلیوم یامخلوط آرگن ـ هلیوم به عمیق شدن ، باریک شدن نفوذلازم جهت ایجادبهترین خواص وحداقل بودن منطقه حرارت دیده کمک می نماید .

۱۱ ـ ۱ ـ ۷ ـ مشکلات جوشکاری TIG برای آلیاژهای آمونیوم :

مشکلات عمومی وعلل آنهادرجدول زیر شرح داده می شوند :

مشکلات شروع قوس :

۱ـ تنظیم غلط شکاف جرقه های فرکانس (HF)

۲ـ مدار جوشکاری ناقص

عمل تمیزکاری ناقص توسط قوس :

۱ـ تنظیم غلط واحدهای فرکانس (HF)

۲ـ ولتاژ مدار باز خیلی کم است .

۳ـ گازمحافظ نامناسب که توسط جریان گاز نامناسب، پخش دریکطرف نازل گاز، مرکز نبودن لوله اتصال با نازل گاز، فاصله نامناسب نازل تافلز، حالت غلط مشعل جوشکاری و انتخاب محیط ایجاد می شود .

درزجوش کثیف :

۱ـ پوشش گازمحافظ ناقص که توسط جریان گاز غلط، معیوب یا کثیف شدن نازل، فاصله نامناسب نازل تافلز، حالت غلط مشعل جوشکاری ، مرکزنبودن لوله اتصال تا نازل گاز، اندازه نازل غلط در«حد امکان کوچک استفاده گردد» ، انتخاب محیط ، ناخالصی گازمحافظ بعلت نشت هوا یا آب ایجاد میشود .

۲ ـ عمل تمیزکاری ضعیف با قوس

۳ـ قوس بی ثبات

۴ ـ آلودگی الکترود

۵ ـ کثیف بودن فلز یا سیم جوش

آلودگی الکترود توسط آلومینیوم :

۱ ـ غلط گرفتن مشعل

۲ ـ بیرون آمدن الکترود اضافی از مشعل

۳ ـ مواد الکترودداشتباه است (استفاده ازالکترود زیر کونیم دارباجریان متناوب) .

جدول(۶ ـ ۷) ـ مشکلات عمومی باجوشکاریTIGوعلل بکاررفته آنها.

(دنباله جدول ۶ـ۷)

طرح الکترود غلط :

۱ ـ اندازه الکترود غلط برای جریان

۲ ـ طرح غلط انتهای الکترود قبل از جوشکاری

۳ ـ موادالکترود غلط(استفاده ازالکترود زیرکونیم دار با جریان متناوب)

آلودگی درز جوش توسط الکترود :

۱ ـ اندازه کوچک الکترودبرای جریان

۲ ـ غلط گرفتن مشعل در دست

۳ ـ مواد الکترودغلط (استفاده ازالکترود زیرکونیم داربا جریان متناوب)

درز جوش زبر :

۱ ـ قوس بی ثبات

۲ ـ غلط گرفتن مشعل در دست

۳ ـ جریان غلط

درز جوش خیلی وسیع :

۱ ـ جریان اضافی

۲ ـ سرعت جوشکاری خیلی کم

۳ ـ قوس خیلی بلند

۴ ـ طول الکترود بیرون زده از نازل خیلی کم است .

۵ ـ حالت غلط مشعل جوشکاری

نفوذ نامناسب :

۱ ـ آماده کردن لبه غلط برای خصوصیات قوس (شکاف خیلی باریک)

۲ ـ سیم اضافی برای حوضچه مذاب

۳ ـ جریان نامناسب

(دنباله جدول ۶ـ۷)

۴ ـ طول قوس خیلی بلند
۵ ـ سرعت جوشکاری خیلی زیاد

مشکلات در اضافه کردن سیم جوش :
۱ ـ گرفتن مشعل یا سیم جوش یا هر دو بطور غلط در دست
۲ـ جریان، سرعت جوشکاری و اندازه سیم غلط
۳ ـ تنظیم غلط واحدهای فرکانس (H.F)
۴ ـ عایق ضعیف درواحدهای فرکانس (H.F)یاهدایت کننده ها
۵ ـ غلط بستن اتصالات

دید ضعیف قوس و حوضچه جوش :
۱ ـ حالت غلط فلز
۲ ـ حالت غلط مشعل جوشکاری
۳ ـ ماسک کثیف یا کوچک
۴ ـ اندازه غلط نازل گاز

بیشتر گرم شدن مولد برق :
۱ ـ برق اضافی (۲ ماشین جوشکاری مشابه که بطور موازی کار می کنند و کار یکی نامناسب است).
۲ ـ فن خنک کننده ضعیف کار می کند.
۳ ـ اتصال زمینی ضعیف واحدهای فرکانس(H.F)
۴ ـ ظرفیت عبور جریان ضعیف کار می کند.
۵ ـ کار ضعیف انحراف باطریها
۶ ـ رکتیفایر کثیف است .

بیشتر گرم شدن مشعل جوشکاری به هدایت کننده هاو کابل ها :
۱ ـ اشتباه دراتصالات یعنی شل بسته شده اند .

(دنباله جدول ۶ـ۷)

۲ ـ مشعل جوشکاری، هدایت کننده ها وکابلها خیلی کوچکند.
۳ ـ جریان آب سرد نامناسب است.
خستگی جوشکار:
۱ ـ حالت غلط فلز (در حد امکان جوش درحالت کف انجام گیرد)
۲ ـ ترتیب نشستن غلط جوشکار
۳ ـ ناقص بودن هواکش
۴ ـ عدم رعایت قوانین ایمنی ازنظر ماسک، لنز ودستکش
۵ ـ وزن کابلها (وزن کابل راکاهش یا درمحل مناسبی آویزان نمایند).
۶ ـ کارهای کمکی خیلی زیاد مثل تمیز کاری و براده برداری

۱۲ ـ ۱ ـ ۷ پیش گرمایی:

پیش گرمایی ممکن است در جوشکاری TIGبا جریان متناوب برای قطعات ضخیم‌تراز $\frac{۳}{۱۶}$ اینچ باصرفه باشد. جوشکاری TIGباجریان مستقیم(قطب معکوس) منحصر به فلزات نازک است وبا این فرآیند پیش گرمایی لازم نیست. هنگامیکه جوشکاریTIGبا استفاده از جریان مستقیم(قطب مستقیم) بکار می رود، پیش گرمایی قطعات ضخیم نیز مورد احتیاج نمی باشد، بدلیل اینکه حرارت وارده زیاد جهت قطعه کار آماده می گردد، روشهای متفاوتی می توانددرپیش گرم کردن قطعه کامل یا مجموعه مورد جوش بکار گرفته شود، یا فقط ناحیه مجاور به جوش می تواند با استفاده از مشعل گاز حرارت ببیند.

درجه حرارت پیش گرمایی به فلزمربوط می شود. برای اطمینان از نفوذ لازم در شروع جوش اغلب ۲۰۰ درجه فارنهایت (۹۳°c) بدون تنظیم مجدد جریان در طول ادامه جوشکاری کافی است. درجه حرارت پیش گرمایی برای آلیاژهای آلومینیوم عمل آمده بندرت از ۳۰۰°F تا ۴۰۰°F (۱۴۹°c تا ۲۰۴°c) بیشتر می شود، زیرا

خواص لازم برخی از آلیاژهای آلومینیوم در حرارت های بالاتر از درجه مشخص بطور نامتناسب تغییر می نماید. آلیاژهای آلومینیوم منیزیم داری که ۴ تا ۵/۵ درصد منیزیم دارند نبایستی بین ۲۰۰°F و ۴۵۰°F (۹۳°c و ۲۳۳°c) پیش گرمایی شوند، زیرا با این عمل مقاومتشان در مقابل ترک خوردن ناشی از خوردگی تنشی کاهش می یابد. برای بحداقل رساندن تنش های حرارتی وکمک به درجه حرارت جوشکاری، قطعات ریختگی بزرگ و پیچیده را باید تقریباً تا ۸۰۰°F (۴۲۶°c) پیش گرمایی نمود.

برای بحداقل رساندن خطر ترک خوردگی، چنین قطعات ریختگی رابایستی بعد از جوشکاری به آرامی سرد نمود.

۱۳ ـ ۱ ـ ۷ روش جوشکاری :

برای آلیاژهای آلومینیوم، جوش TIG و MIG تقریباً بطور کامل جانشین دیگر فرآیندهای جوشکاری قوسی می شود. این فرآیندهای جوشکاری قوسی با گاز، کیفیت جوش را در حد مطلوب رسانده و پیچیدگی را به حداقل می رساند و احتیاج به فلاکس ندارد، درنتیجه باقی مانده فلاکس روی نقاطی که دسترسی به آنها مشکل است وداخل مجموعه های جوش شده که کاملاً غیر قابل دسترسی است قرار نمی گیرد که بتواند بعنوان یک منبع خوردگی عمل نماید. بعلاوه جوشکاری می تواند در تمام حالات انجام گیرد، زیرا فلاکسی وجود ندارد که توسط وسایل مکانیکی از بین برود. قابلیت دیدخوب است. گاز محافظ اطراف قوس را محافظت می نماید بنابراین حوضچه جوش تمیز می باشد.

۱۴ ـ ۱ ـ ۷ رعایت نکات ایمنی وحفاظت فنی :

برای جوشکاری آلومینیوم با روش TIG بایستی جوشکار طبق استاندارد AWS از شیشه شماره ۱۱ استفاده نماید. لباس حفاظتی برای حفاظت جوشکاراز شدت اشعه قوس مورد احتیاج می باشد. هواکش مناسب که گاز محافظ را بهم نزند در

محیط جوشکاری لازم است که غبارها و گازها را به خارج از محیط جوشکاری برانند .

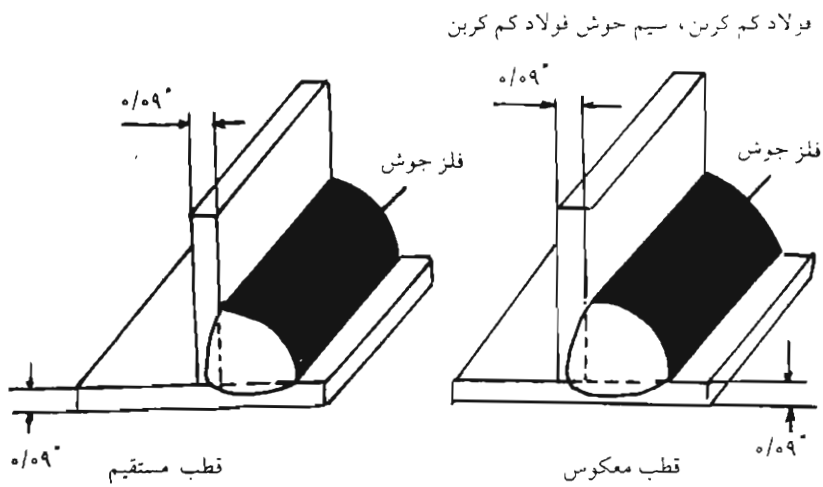
فصل ۸

توانایی راه اندازی وایجاد قوس الکتریکی با جوشکاری MIG وMAG

۱ ـ ۸ ـ آشنایی با وسایل کلی جوشکاری MIG وMAG

۱ ـ ۱ ـ ۸ ـ مولدجوشکاری :

جریان متناوب بندرت برای جوشکاری باروش MIG بکارمی‌رود . در اکثرموارد ازقطب معکوس جریان مستقیم استفاده می شود ، اگر چه گاهی اوقات که به نفوذ کمی نیاز باشد ازقطب مستقیم جریان مستقیم استفاده می گردد . شکل زیر ، عمق نفوذ بدست آمده را باقطب مستقیم و معکوس تحت شرایط یکسان مقایسه می نماید . انواع مولدهای جریان مستقیم یکی نوع متحرک (ژنراتور ها باموتورهای الکتریکی یا موتورهای احتراق داخلی) ودیگری نوع ثابت (رکتیفایر)می باشد . از انواع جریان ثابت (کاهش ولتاژ) وولتاژ ثابت (پتانسیل ثابت) برای کار موجود می باشد .



T	دی اکسیدکربن	نوع اتصال	گاز محافظ
گوشه	dc ، ۱۲۰ آمپر	نوع جوش	جریان
افقی	۱۹ ولت	حالت جوشکاری	ولتاژ
فولاد کم کربن باقطر $\frac{1}{32}$"	۲۸۰ اینچ بردقیقه	سیم الکترود	نرخ ذوب

(شکل ۱ـ۸) ـ عمق های نفوذ بدست آمده درجوشکاری MIG باقطب مستقیم و معکوس جریان مستقیم تحت شرایط یکسان

۲ـ۱ـ۸ـ دستگاه کنترل :

کنترل گاز و جریان را به عهده دارد .

۳ـ۱ـ۸ـ کپسول گاز :

توضیح در۳ـ۱ـ۱ جوشکاری TIG

۴ـ۱ـ۸ـ تنظیم کننده گاز :

توضیح در ۴ـ۱ـ۱جوشکاری TIG

۵ـ۱ـ۸ـ انبر مخصوص :

انبرهای الکترودی که در جوشکاری MIG بکار می روندمعمولاً تفنگ نامیده می شوند ، زیرا وجه تشابه این انبرها این است که در خارج انبر تپانچه ای (پیستوله) وجود دارد و مشابه این انبر هارادر جوشکاری TIGبکار می برند و بهمین نام نیز اطلاق می گردند .

انبرهایی که برای فرآیند MIG مورد استفاده قرار می گیرند پیچیده تر از انبرهایی است که جهت جوشکاری با الکترود دستی بکار می روند . اولاً در انبرهای MIG سیم الکترود از وسط انبر عبور می کند که سرعت آن ازقبل تعیین شده است ، ثانیاً انبر باید طوری طرح ریزی گردد که انتقال جریان به سیم الکترود وحمل گاز محافظ نیز در آن در نظر گرفته شود . سیستم خنک کننده انبر (هوا یا آب) و کنترلهای تغذیه سیم و گاز محافظ می توانند به ترکیب انبرهای MIG اضافه گردند .

۶ـ۱ـ۸ـ وسیله خنک کننده انبر :

وقتی که از دستگاه خنک کننده آب استفاده می شود ، وزن انبر الکترود کمتر خواهد شد و بطور قابل ملاحظه ای مس کمتری جهت هدایت برق بکار می رود و مشکل برداشت پخش ذرات جوش راکم می کند و بدین ترتیب عمر تجهیزات

جوشکاری زیادمی‌شود . طرح مناسب تاسیسات ونگهداری آنهابطورقابل ملاحظه‌ای مسئله خوردگی و ترک را همزمان با تجهیزات MIG از بین می برد . سیستم آب سردکن گردش مدار بسته نسبت به شیر آب ترجیح داده می شود ، زیرا آنهامسئله خوردگی را توسط مواد جلوگیری کننده ، متوقف می نمایندو ذرات زائد در ته مخزن قرار می گیرند . آب شیر می تواندبا فیلتر صاف شود ، ولی این روش موادی را که باعث خوردگی می شوداز بین نمی برد و مسئله هزینه آب هم مورد بحث است . مزیت دیگر سیستمهای گردشی مدار بسته این است که نتایجی را که با استفاده از آب شیر با درجه حرارت پایین ناشی می شود ، درسیستم گردشی ایجاد نمی نماید .

۷ ـ ۱ ـ ۸ ـ موتور تغذیه سیم جوش :

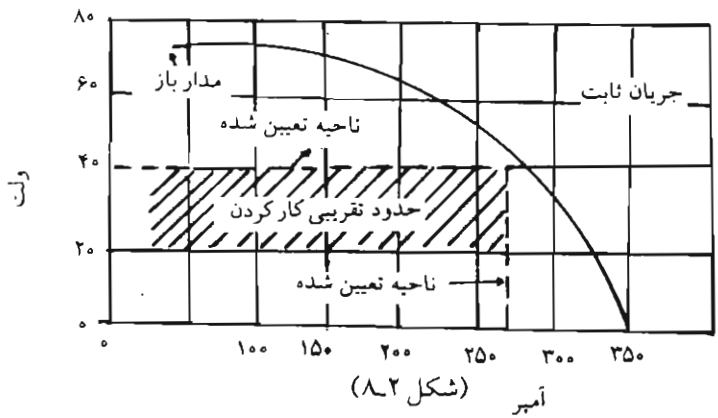
انواع زیادی ازسیستم های تغذیه سیم وجود دارند که برای گرفتن دردست قابل انعطاف می باشند . بهر حال یکی از سیستم ها ، مطلوب می باشد . اکثر سیستمهای تغذیه سیم از نوع ثابت هستند ، یعنی سرعت تغذیه سیم قبل از جوشکاری مشخص می گردد(میلیمتر بر دقیقه) . تغذیه سیم در جوشکاری نیمه اتوماتیک توسط یک کلید که در انبروجود دارد ، قطع و وصل می شود و درجوشکاری اتوماتیک این عمل به وسیله دگمه های کنترل انجام می پذیرد . سیستمهای تغذیه سیم با سرعت متغیر فقط برای مولد برق جریان ثابت مناسب هستند وبنابراین نسبت به انواع تغذیه ثابت کمتر مورد استفاده قرار می گیرند . سیستمهای تغذیه سیم ممکن است از نوع فشاری ، کششی و فشاری ـ کششی باشند . نوع تغذیه سیم بکار رفته معمولاً به اندازه وترکیب سیم الکترود و گاهی اوقات به فاصله بین قرقره های سیم وانبر الکترود بستگی دارد .

۲ ـ ۸ ـ آشنایی با جریانهای جوشکاری

۱ ـ ۲ ـ ۸ ـ مولد برق جریان ثابت :

مولدهای برق جریان ثابت همانطور که برای جوشکاری با الکترود دستی بکار

می روند ، جهت جوشکاری MIG نیز استفاده می شوند . یک نمونه منحنی ولت ـ آمپر برای مولدبرق جریان ثابت در شکل زیر نشان داده شده است .



(شکل ۲ـ۸)

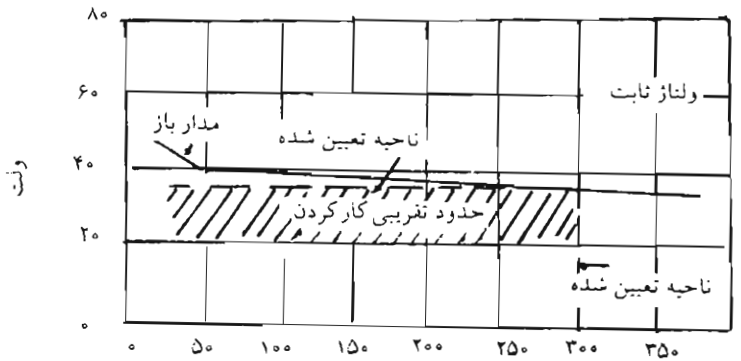
وقتی که از الکترودهای روکش شده استفاده می شود ، برای انجام صحیح شروع قوس ، ولتاژ مدار باز (تا ۸۰ ولت ومعمولاً بالای دو برابر ولتاژ تعیین شده) مورد نیاز است ، در صورتیکه در جوشکاری MIG به این مقدار ولتاژاحتیاجی نمی باشد .

در جوشکاری MIG وقتی که سیم الکترود با فلز تماس پیدا می کند ، طول قوس یا در اصل ولتاژ قوس صفر است . چون جریان مدار کوتاه انجام می گیرد ، سیم ذوب گشته و قوس سریع ایجاد می شود . همانطور که مقاومت قوس زیاد و جریان مدار کوتاه کاهش می یابد ، ولتاژ تا آن اندازه ای که برای کار لازم است با یک اندازه تعیین شده توسط ماشین ومنحنی ولت آمپر آن بالا می رود . استفاده از مولدهای برق جریان ثابت برای جوشکاری MIG به سرعت درحال کاهش می باشد . آنها هنوز دربعضی دستگاهها بدلیل مزایا ومحدودیتشان برای فرآیندهایMIG ودستی بکار می روند .

۲ ـ ۲ ـ ۸ ـ مولد برق ولتاژ ثابت :

مولدهای برق ولتاژ ثابت ازنوع موتور ژنراتور وترانسفورماتور یکسو کننده

هستند ومعمولاً برای جوشکاری مناسب‌تر می‌باشند وبطور وسیع برای فرآیند MIG مورد استفاده قرار می گیرند . با این نوع مولدبرق ، صرف نظر از جریان ایجاد شده ، ولتاژ تقریباً ثابت می ماند . شکل زیر یک نمونه منحنی ولت ـ آمپر را نشان می دهد . که در آن نوع ولتاژ ثابت مولد برق مشخص شده است . ولتاژ مدار باز معمولا ۴۰ تا ۵۰ ولت است ، در صورتیکه ولتاژ تعیین شده حدود ۳۵ ولت می باشد .



(شکل ۳ـ۸)

بدلیل مقدار نسبتا کم شیب منحنی ولت ـ آمپر ، وقتی که جوشکاری با شدت جریان کم انجام می گیرد ، تغییرات موج در جریان رخ می دهد . بهمین دلیل یک سیستم جریانی ثابت ممکن است برای فرآیند MIG مورداحتیاج باشد . اکثر مولدهای برق ولتاژ ثابت به بعضی وسایل جهت تغییر دادن شیب منحنی ولت ـ آمپر مجهز می شوند . این کنترل شیب تاثیر محدودی در مقدار جریان مدار کوتاه که یک مولد برق آزاد می کند ، دارد .

۳ ـ ۸ ـ شناسایی کپسولهای گاز

۱ ـ ۳ ـ ۸ ـ کپسول آرگن :

توضیح در ۱ ـ ۳ ـ ۱ جوشکای TIG

۲ ـ ۳ ـ ۸ ـ کپسول هلیوم :

توضیح در ۲ ـ ۳ ـ ۱ جوشکاری TIG

۳ ـ ۳ ـ ۸ ـ کپسول دی اکسید کربن Co_2 :

کپسولCo_2 به صورت مایع و گاز است . فشارداخل کپسول حدود ۷۰ آتمسفر است . گاز مصرفی کپسول حدوداً ۱۲۳۱۹ لیتر است . وزن پر کپسول Co_2 ۸۳ کیلوگرم ، وزن کپسول خالیCo_2 ۶۰ کیلوگرم ، بنابراین وزن Co_2 موجود در کپسول۲۳ کیلوگرم می باشد . رنگ کپسولCo_2 مشکی یاخاکستری ، ارتفاع کپسول حدوداً ۱۳۰۰ میلی متر ، قطر خارجی کپسول حدوداً ۲۳۹ میلی متر وقطر داخلی کپسول تقریباً ۲۱۶ میلیمتر است .

۴ ـ ۳ ـ ۸ ـ کپسول ازت :

ازت یک گاز خنثی واقعی نیست ، بنابراین نباید بعنوان یک گاز محافظ برای جوشکاری فولاد بکار رود . در بعضی از کشورهای جهان برای جوشکاری مس بکار می رود . در قوس یا در درجه حرارتهای بالا با گازهای دیگر ترکیب می شود . نمونه های خالص فشرده ازت ۹۹/۸ درصد می باشد .

۵ ـ ۳ ـ ۸ ـ کپسول اکسیژن :

توضیح در۳ ـ ۳ ـ ۱ جوشکاری TIG

۴ ـ ۸ ـ آشنایی با تنظیم کننده های گاز

۱ ـ ۴ ـ ۸ ـ مانومتر یک مرحله ای :

توضیح در ۱ ـ ۴ ـ ۱ جوشکاری TIG

۲ ـ ۴ ـ ۸ ـ مانومتر دو مرحله ای :

توضیح در ۲ ـ ۴ ـ ۱ جوشکاری TIG

۳ـ۴ـ۸ ـ فلومتر :

فلومترها کنترل سرعت گازرابه عهده دارند . آنهاممکن است‌برای گازمخصوصی طراحی گردند ، اگر چه بعضی از فلومترها هستند که چند مقیاس اندازه گیری دارند ومی توانند برای گازهای مختلف بکار روند . فلومترها اندازه گاز محافظ را به فوت مکعب در ساعت نشان می دهند . فلومترهایی وجود دارند که با دست کار می کنند واندازه گاز محافظ را تا ۵۷۰۰ لیتر درساعت نشان میدهند(۹۵لیتر در دقیقه) . اکثر فلومترها با یک شیر در طرف خروجی گاز کارمی کنند و اندازه آنها توسط یک شاخص که در یک لوله شیشه ای قرار دارد خوانده می شود . فلومترها می توانند جدا از رگلاتور خریداری شده و به رگلاتور نصب شوند ویا بصورت یک رگلاتور فلومتردار خریداری شوند . فشارگاز داخلی فلومتر توسط سازنده مشخص می گردد و رگلاتور بایستی مطابق با درستی مجموعه تنظیم گردد . در رگلاتور نوع فلومتر دار فشار می تواند تنظیم ونگهداشته شود . (تنظیم بهتر فقط بعد از دوباره درست کردن بدست می آید) .

۴ ـ ۴ ـ ۸ ـ کاربرد رگلاتورها :

رگلاتورها برای هر فشار و ظرفیتی که مورد نیاز است موجود می باشند . وقتی از گاز سلیندرهای تکی استفاده می شود ، رگلاتوری که ظرفیت حدود ۳۵۰۰ لیتر گاز در ساعت(حدود ۵۸ لیتر در دقیقه) خارج می کندمعمولاًمناسب می باشد . وقتی از سیلندرهای گاز چند انشعاب یا ازسیستم انبوه استفاده شود ، رگلاتورهایی که ظرفیت آن ها حدود ۱۱۳۵۰۰۰ لیتر گاز در ساعت(حدود ۱۸۹۱۷ لیتر در دقیقه) خارج می کنند ، مورد نیازمی‌باشد . رگلاتورهای خطوط توزیع معمولاً رگلاتورهای خطی بافشارکم دراندازه‌های مختلف جهت نیازهای ایستگاه مخصوص جوشکاری

هستند. از رگلاتورهای دومحفظه‌ای وقتی استفاده میشود که خطوط توزیع باحجم زیاد کار می کند. ظرفیت کل بایستی از کل مصرف تمام ایستگاههای خطی باشد. رگلاتورهای یک محفظه ای ودو محفظه ای می توانند جهت تاسیسات تک سلیندری بکار روند. رگلاتورهای یک محفظه ای عموماً نسبت به دو محفظه ای بدلیل هزینه کمترش بیشتر استفاده می شود.

۵ ـ ۸ ـ آشنایی با مشعل جوشکاری

۱ ـ ۵ ـ ۸ ـ مشعلهای خنک شده با هوا:

اساس انبری که با هوا خنک می شود درشکل(۴ ـ ۸)نشان داده شده است. اجزاء مهم این انبر تفنگی عبارتند از:

الف ـ نازل (معمولاً از جنس مس یا مس برلیوم دار ساخته می شود) که قطر داخلی آن معمولاً ۲۲ ـ ۱۰ میلی متر است که به اندازه انبر بستگی دارد.

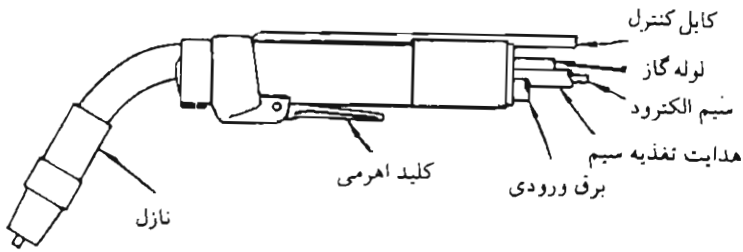
ب ـ لوله اتصال، که جنس آن آلیاژ مس است(به نام سراتصال نیزنامیده می‌شود) و هدایت سیم الکترود را از میا ن انبر به عهده دارد و جریان را نیز به سیم الکترود می رساند.

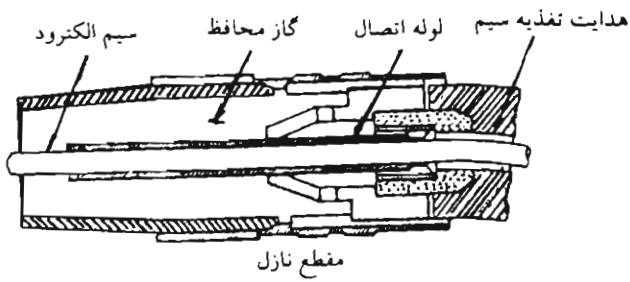
ج ـ لوله تغذیه سیم، که سیم الکترود را از منبع تغذیه می نماید. سیم الکترود از میان این لوله عبور می کند.

د ـ لوله ای که گاز محافظ را به نازل می رساند.

اکثر انبرهای الکترودMIG، ماشه یا متوقف کننده سیم تغذیه و گاز محافظ دارند که در یک زمان باهم قطع می گردند. انبرنوع خم شده ازناحیه گلو، اتصال مثبت را بدون نیاز به خم کردن لوله اتصال تامین می نماید. این نوع انبر معمولاً برای جوشکاری در تمام حالات مورد استفاده قرار می گیرد. چون قدرت جذب حرارت بستگی به جرم انبر الکترود دارد، انبرهایی که با هوا خنک می شوند نسبت به انبرهایی که باآب خنک می گردند، سنگین ترند. کابلهای برقی که فقط توسط انتشارحرارت خنک می شوندنیزاز کابلهایی که توسط آب خنک می گردند سنگین تر

هستند . گاز محافظی در حداکثر جریان برروی انبرهایی که با هوا خنک می شوند ، تاثیر می گذارد . چون دی اکسید کربن باعث می شود که انبر الکترود دردرجه حرارتهای پائین تری نسبت به آرگن کار کند ، شدت جریان بیشتری می تواند با حفاظت دی اکسید کربن استفاده شود .





(شکل ۴ـ۸) ـ انبرالکترود دستی که با هوا خنک می شود

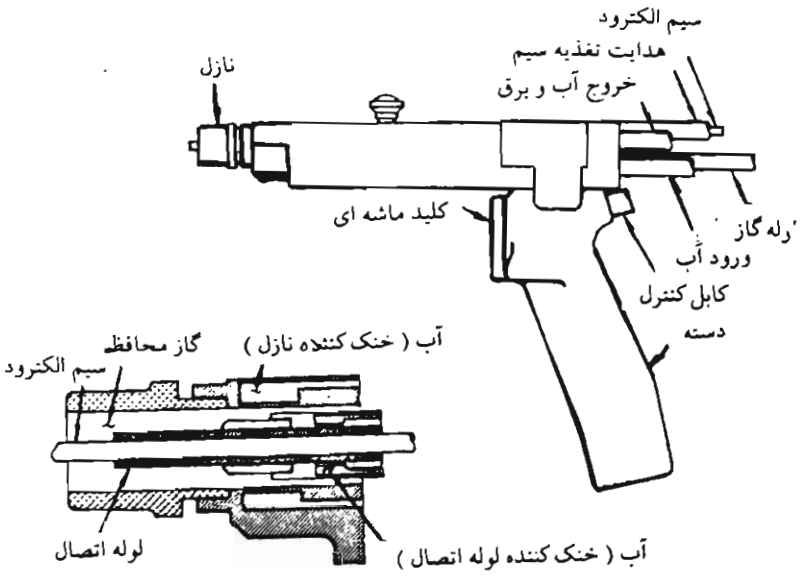
۲ ـ ۵ ـ ۸ ـ مشعل خنک شده با آب :

انبری که با آب خنک می شود شبیه به انبر یست که با هوا خنک می گردد با این تفاوت که در انبر خنک شده توسط آب لوله هایی برای گردش آب سرد وجود دارد که آب را در اطراف لوله اتصال ونازل می رساند . انبری که باآب خنک می شود ، چسبیدن ذرات جوش رابه نازل کاهش می دهد . شکل (۵ ـ ۸)اجزاءاصلی انبری را که با آب خنک می شود نشان می دهد . انتخاب بین انبرهای خنک شده باآب و هوا بستگی به نوع گاز محافظ ، جریان جوشکاری ، ولتاژ ، طرح اتصال و کارمورد

نظری که انجام می شود، دارد. برای جریان جوشکاری هم سطح، انبرهای خنک شده یا آب بطور قابل ملاحظه ای در درجه حرارتها پایین تر کارمی کنند. قوسهایی که با دی اکسید کربن (Co_2)حفاظت می شوند، حداقل مقدار حرارت را به انبر الکترود انتقال می دهند. قوسهایی که با آرگن ـ آرگن اکسیژن، هلیوم، هلیوم ـ اکسیژن ویا آرگن ـ دی اکسید کربن محافظت می شوند، حرارت بیشتری را به انبر الکترود منتقل می کنند. بهرحال نوع اتصال، تاثیر بیشتری بر مقدار حرارت انتقال یافته به انبر الکترود نسبت به انجام گاز محافظ دارد. در جوشکاری اتصالات گوشه یا T، بمراتب حرارت بیشتری به انبر الکترود انتقال می یابد تا اتصالات لب به لب، لب روی هم ولبه ای که حرارت را در جهات مختلف منتشر می نماید. کابلهای برق وانبرهایی که توسط آب خنک می شوند در مواردی بکار می روند که جریان مورد نیاز از ۲۰۰ تا ۷۵۰ آمپر باشد. بهر حال وقتی چنین انبرهای الکترودی با دست گرفته می شوند که مقدار جریان از حد فوق بیشتر است.

کار کردن با این انبرها خواسته یا ناخواسته بستگی زیادی به جوشکار دارد که بتواند حرارت منتشر شده از قوس ورسوب جوش راتحمل نماید. طرح انبرهای الکترود بطور قابل ملاحظه ای با هم تفاوت دارندوآن هم بستگی به ساخت ومورد نیاز مخصوص دارد. برای مثال انواع انبری که در این بخش نشان داده می شود، سیم الکترود معمولاً از یک مکانیزم تغذیه سیم نوع فشاری ازمیان یک لوله قابل انعطاف به خارج از انبر رسانده می شود. یک تغییر جزئی دراین انبر ها و آنهم ایجاد یک موتور کوچک در دسته انبر است که سیم الکترود را از یک منبع دور می کشد.

تغییرات دیگر مکانیزم تغذیه سیم این است که خودش سیم را روی قرقره قرار می دهد. انبرهای الکترود زیادی طرح می شوند که یک خمی در پشت نازل آن ها وجوددارد که ظاهر خارجی آنها شبیه به یک مشعل گاز است(مثل مشعل خنک شده با هوا). خیلی از جوشکاران انبرهای الکترودی را از این طرح تهیه می کنند که برای گرفتن دردست نسبت به انواع با گلوی مستقیم آسانتراست.



(شکل ۵ـ۸) ـ انبرالکترود دستی که با آب خنک می شود

۳ـ۵ـ۸ـ نازل وانواع آن :

نازلها معمولاً از جنس مس یا مس برلیوم دار ساخته می شوند که قطر داخلی آنها از ۱۰ تا۲۲ میلیمتر می باشد وبستگی به اندازه انبر دارد .

۶ـ۸ـ آشنایی با گازهای محافظ :

مقصود از گاز محافظ این است که مابتوانیم حوضچه مذاب ، منطقه حرارت دیده و مجاور آن را از اکسید شدن وسایر آلودگیها جلوگیری نماییم . واکنش فلزی مثل تیتانیوم ضمن جوشکاری نیازبه حفاظت وسیعتری درمنطقه مجاورجوش دارد .

گازهای خنثی مثل آرگن و هلیوم معمولاً برای حفاظت مورد استفاده قرار می گیرند ، اما دی اکسید کربن(Co_2) بسیار زیاد ودر همه جا بکارمی رود و اکسیژن و دی اکسید کربن اغلب با گازهای خنثی مخلوط می شوند . رفتارشیمیایی وموارد کاربرد گازهای جوشکاری ومخلوط های آنها عموماً در فرایندجوشکاری قوسی که

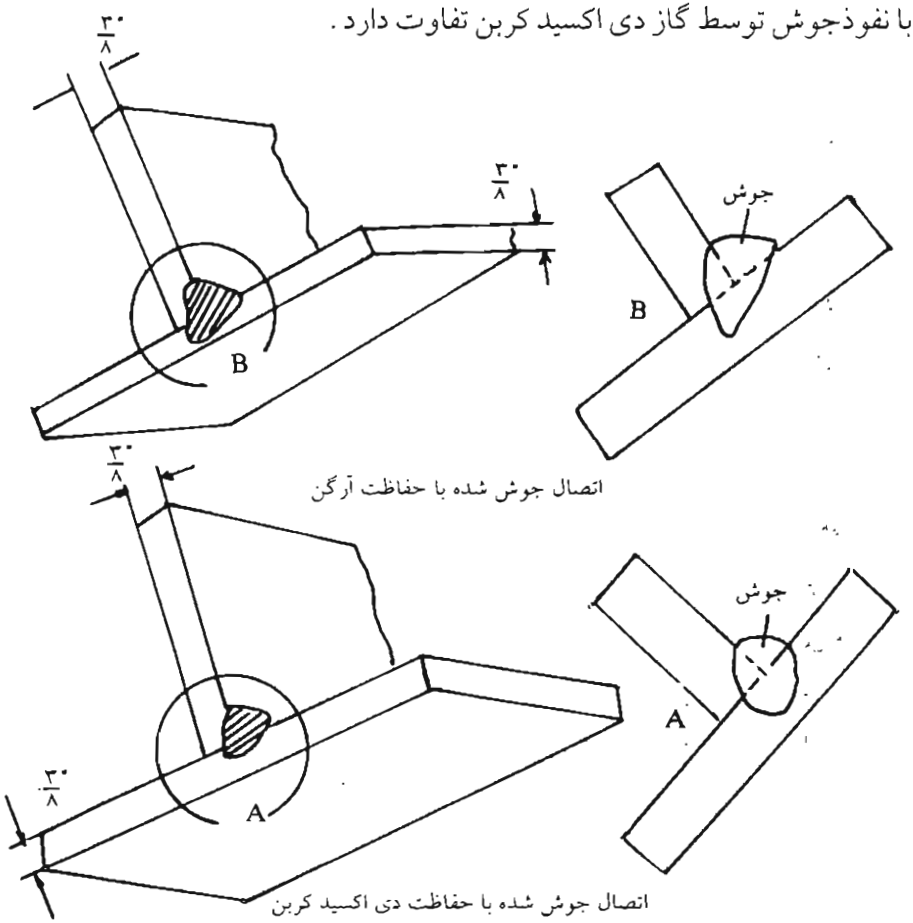
در جدول زیرموجود هستندمورداستفاده قرار می گیرند .

گاز محافظ	موارد کاربرد جوشکاری
گازهای خنثی برای فلز	
آرگن	عموماً برای تمام فلزات
هلیوم	آلیاژهای مس و آلومینیوم، برای حرارت بیشتر وبه حداقل رساندن تخلخل
۷۵ درصد آرگن و ۲۵ درصد هلیوم یا ۲۵ درصد آرگن و ۷۵ درصد هلیوم	مثل هلیوم، اماباقوس آرامتر و کنترل شده بیشتر
هلیوم با۱۰ درصد آرگن	آلیاژهای با نیکل زیاد
گازهای احیاء کننده برای فلز	
ازت	مس؛با قوس خیلی قوی
آرگن به اضافه ۲۰ تا ۳۰ درصد ازت	مس، قوس قوی، اما کاروکنترل بهترنسبت به آنچه که با ازت تنها بدست می آید (بندرت بکار می رود)
گازهای اکسیدکننده برای فلز	
آرگن به اضافه یک تا ۲ درصد اکسیژن	فولادهای کربن دار ، آلیاژی و زنگ نزن
آرگن به اضافه ۳ تا ۵ درصد اکسیژن	فولادهای کربن دار، فولادهای آلیاژی و زنگ نزن با استفاده از سیم اکسیدزدا
آرگن به اضافه ۵ تا ۱۰ درصد اکسیژن	فولاد با استفاده از سیم الکترود اکسیدزدا
آرگن به اضافه ۲۰ تا ۳۰ درصددی اکسیدکربن	فولاد ،بخصوص باقوس مدارکوتاه
آرگن به اضافه ۵ درصد اکسیژن به اضافه ۱۵ درصد دی اکسیدکربن	فولاد، بااستفاده از سیم الکترود دی اکسیدزدا
دی اکسیدکربن	فولادهای کربن داروکم آلیاژ، بااستفاده ازسیم الکترود دی اکسیدزدا
دی اکسیدکربن به اضافه ۳ تا ۱۰ درصد اکسیژن	فولادبا استفاده از سیم الکترود دی اکسیدزدا
دی اکسیدکربن به اضافه ۲۰ درصد اکسیژن	فولادها

(جدول ۱ـ۸) ـ گازهای محافظ بکاررفته جهت جوشکاری MAG,MIG

۱ـ۶ـ۸ـ گاز آرگن :

آرگن در جوشکاری فولادهای معمول نیست و ترجیح داده می شود که به صورت مخلوط با زمینه آرگن استفاده گردد . هنگام استفاده از آرگن در جوشکاری فولادکربن دار معمولی با قطب معکوس جریان مستقیم ، درکناره جوش خوردگی سراسری (Under cut) ایجاد می شود . شکل درز جوشی که با گاز محافظ آرگن بدست می آید با شکل درزجوشی که توسط هلیوم ودی‌اکسید کربن ایجادمی شود ، تفاوت دارد . همچنین از طرف دیگر ، تحت شرایط یکسان ، نفوذ جوش با گاز آرگن با نفوذجوش توسط گاز دی اکسید کربن تفاوت دارد .



(شکل ۶ـ۸) ـ نمونه هایی از نفوذ بدست آمده بااستفاده ازگاز محافظ دی اکسید کربن و آرگن در حالت کف گوشه ای تحت شرایط یکسان

آرگن نسبت به هلیوم امکان یونیزاسیون کمتری دارد که نتیجه آن برای طول قوس داده شده، ولتاژ قوسی کمترمی باشد و بنابراین آرگن نسبت به هلیوم در آمپراژ داده شده ، حرارت کمتری را بدنبال دارد و این عمل باعث می گردد که آرگن نسبت به هلیوم برای جوشکاری مقاطع نازک ترجیح داده می شود. آرگن حدود ۱۰ برابر از هلیوم سنگین تر است و بنابراین آرگن بعنوان پوشش حفاظتی روی سطح جوش در حالت کف و افقی گوشه مناسب می باشد. آرگن از هلیوم ارزانتر است و تهیه آن آسانتر بوده و در اثر جاها نسبت به هلیوم بیشتر استفاده می گردد.

۲ـ۶ـ۸ گاز هلیوم :

علاوه‌برنکاتی که در ۲ ـ ۶ ـ ۱ جوشکاری TIG بیان گردید، گازمحافظ هلیوم برای طول قوس داده شده وآمپراژ ایجادشده نسبت به آنچه که باآرگن بدست می آید، ولتاژ قوسی زیادتری را لازم دارد ودر نتیجه با آمپراژ داده شده با گاز هلیوم، حرارت بیشتری ایجاد می شود. این خصوصیت هلیوم (بدلیل عمل یونیزاسیون زیاد)، برای جوشکاری مقاطع ضخیم وفلزات باهدایت حرارتی بالاترجیح داده می‌شود.

۳ـ۶ـ۸ـ گاز دی اکسید کربن(Co_2):

گاز Co_2 درفشار و درجه حرارت معمولی بی رنگ وغیرسمی است و نمی سوزد و تقریباً بوی تندی دارد. گازCo_2 ازسوختن گازطبیعی ، سوختن روغن و یا کک بدست می آید. رطوبت خیلی زیاد در گاز Co_2 در جوش ایجاد تخلخل می نماید.

Co_2 ۱/۵ برابر از هوا سنگین تر است و هر لیتر آن تقریباً ۱/۹۴ گرم وزن دارد. Co_2 از ۲۷ درصد کربن و ۷۲ درصد اکسیژن بدست می آید. Co_2 برای فولاد معمولی ، فولادهای کم آلیاژ و گاهی اوقات فولاد زنگ نزن بکار می رود.

۴ـ۶ـ۸ـ مخلوط آرگن و دی اکسید کربن :

اندازه گیرهایی که برای مخلوط آرگن و دی اکسید کربن موجود می‌باشند، عبور

جریان گازرا از ۲۸ تا ۲۸۵۰۰ لیتردرساعت بادرجه دقت از ۱± درصدانجام می دهد. یک اندازه گیر زمانی ، جریان گاز را از ابتدا تا زمانیکه تانک پر می شود ، جهت فشاری که از پیش تعیین شده است، مشخص می نماید. همانطور که در اثر مصرف، فشار پائین می آید ، اندازه گیر دوباره کار می کنند تا تانک پر شود. کنترلرهایی که به فضای کمی نیاز دارند در بالای تانک نصب می شوند. این کنترلرها امکان نشت را از بین می برند.. وقتی که گازها مخلوط می شوند و کا ر منبع تولید گاز ۳/۷ اتمسفر است ، واحد، فشار خط رابین ۲/۷ و ۳ آتمسفر نگه می دارد. مخلوط آرگن با ۲۰ تا ۳۰ درصد دی اکسید کربن اساساً با قوسهای مدار کوتاه بکار می رود و بندرت برای قوس اسپری استفاده می شود.

۵ـ۶ـ۸ـ مخلوط آرگن و اکسیژن :

تجهیزات بکار رفته برای آرگن و اکسیژن شامل یک رگلاتور آرگن و فلومتر ، و یک رگلاتور اکسیژن و فلومتر با یک اتصال y می باشد. برای تنظیم مخلوط مواد زیر را بکار ببرید:

۱ ـ رگلاتور آرگن و اکسیژن را به شیرهای سیلندرها محکم کنید.

۲ ـ فلومتر آرگن و اکسیژن را محکم کنید و بطور عمودی قرار دهید.

۳ـ رگلاتور آرگن و اکسیژن را برای فشاری حدود ۱/۷ آتمسفر تنظیم نمایید.

۴ ـ فلومتر آرگن را برای سرعت مشخص تنظیم نمایید .

۵ ـ فلومتر اکسیژن را برای سرعت مشخص تنظیم کنید .

یک مقدار جزیی از اکسیژن که به گاز خنثی اضافه شود تغییر محسوسی در عمل قوس و خصوصیات انتقال فلز ایجاد می کند. اضافه شدن یک تا ۵ درصد اکسیژن معمولی است ، اگر چه حتی نیم در صد اکسیژن ، تغییر زیادی ایجاد می کند.

۶ـ۶ـ۸ـ مخلوط هلیوم و آرگن :

توضیح در ۳ـ۶ـ۱ جوشکاری TIG

۷ـ۶ـ۸ـ مخلوط دی اکسید کربن و اکسیژن :

۳ تا ۱۰ درصد اکسیژن به اضافه دی اکسید کربن زمینه مناسبی برای جوشکاری فولاد است ، به شرط اینکه سیم الکترود مورد جوش دارای مواد اکسید زدا باشد .

۷ـ ۸ ـ آشنایی با سیستم تغذیه سیم

۱ ـ ۷ ـ ۸ ـ سیستم تغذیه سیم به روش فشاری :

اکثر سیستمهای تغذیه سیم از نوع فشاری هستند که یک سیم از یک سیم پیچ یا قرقره و یا استوانه که توسط غلتک ها تغذیه فشرده و به میان یک لوله قابل انعطاف (کابل تغذیه سیم) انبر الکترود انتقال می یابد، کشیده می شود . طول لوله برای سیم الکترود فولادی می تواند تا حدود ۳۰۵۰ میلیمتر و برای سیم الکترود آلومینیومی تا حدود ۱۸۳۰ میلی متر باشد و آن هم بستگی به قدرت سیم دارد . بعضی از مکانیزمها ۴ غلتک برای حرکت سیم دارند و خیلی از مکانیزمها فقط ۲ غلتک که یکی از آنها(معمولاً پایینی)متحرک است .

معمولاً غلتک پایینی (یا هر یک از دو غلتک پایینی)یک شیار Vشکل محیطی دارد . غلتک بالایی شیار ندارد ، اما گاهی اوقات برای دندانه دار شدن روی سیم ، کنگره ای می شود . قطع نظر از این سیستم، مکانیزم یک غلتک تغذیه سیم باید طوری طرح گردد که بتواند فشار غلتک را روی سیم همانطور که احتیاج است ، افزایش یا کاهش دهد .

۲ـ۷ـ۸ـ روش کشش :

در این سیستم یک موتور ، حرکتی در دسته و یک قرقره سیم به قطر خارجی ۱۰۰ میلیمتر ("۴) که به آن وصل می شود ، دارد . دستگاه انبر فشردگی خاصی دارد که می توان با دست به آسانی با آن کار کرد . تجهیزات انبر نسبتا ظریف هستند و برای استفاده با سیم الکترودی که قطر آن کمتر از ۱/۲ میلیمتر ("۰/۰۴۷)است مناسب تر می باشد . وقتی که وزن کل رسوب جوش کم و زمانیکه کار بایستی در

یک فضای محدودانجام گیرد، این سیستم هنگام جوشکاری مقاطع نازک مناسب می‌باشد. سیستم تغذیه سیم نوع کششی دیگری ساخته شده است که یک جعبه دنده و یک غلتک متحرک در انبر الکترود دارد. سیم از میان یک لوله از یک قرقره یا سیم پیچی کشیده می شود. جعبه دنده و غلتک های متحرک می توانند توسط یک موتور در دسته انبر الکترود یا توسط یک شفت قابل انعطاف از یک موتور معینی که در یک سگدست (Console) است نیرو بگیرد. این سیستم مزیتی دارد که می تواند با سیمهای قطر کمتر استفاده گردد و در یک زمان استفاده از قرقره یا سیم پیچهای بزرگ را ممکن می سازد. انبر نسبت به وقتی که سیستم نوع کششی را خود در بردارد کمتر قابل حمل می باشد.

۳ـ۷ـ۸ـ روش فشاری ـ کششی :

این روش برای سیمهای با مقاومت کم مناسب می باشد. انبر با یک موتور و غلتک های متحرک مجهز شده و به عنوان یک راهنما برای کنترل سرعت تغذیه سیم استفاده می شود.

انبر، سیم را از میان یک لوله قابل انعطاف می گیرد و انتهای دیگر آن به یک مکانیزم حرکتی سیم وصل شده است. سرعت مکانیزم با کشش سیم تنظیم می گردد. سیمهای باقطر کم (حتی سیمهای آلیاژ آلومینیوم نرم) می توانند با طول ۱۵۲۵۰ میلیمتر ("۶۰۰) یا بیشتر، از منبع به انبر الکترود توسط یک سیستم کششی فشاری هدایت گردند. برای اینکه سیمها به سختی کشیده نشوند، لوله انبر ممکن است یک آستر پلاستیکی داشته باشد.

۴ـ۷ـ۸ـ سیستم تغذیه سیم با سرعت قابل تنظیم :

این روش با مولدهای برق جریان ثابت استفاده می شود، زیرا آنها به انحراف ولتاژ قوی بستگی دارد جهت اینکه سرعت تغذیه سیم را افزایش یا کاهش دهند. این سیستمها معمولاً با موتورهای جریان مستقیم که سیم پیچی سری با سرعت

قابل تغییر دارند ، بکارمی روند . یک موتور سیم پیچی سری با مقاومت قابل تغییربا قوس جوشکاری بطورموازی وصل می شود . یک رله جریان برای جلوگیری از حرکت موتور وقتی که جریان جوشکاری برقرارنیست ، در مدار قرار می گیرد . با شروع قوس فقط لازم است که سیم الکترود رابه قطعه کار مربوطه بزنیم ووقتی قوس شروع می شود و جریان مدار کوتاه رله کنترل را بسته و حرکت موتور نیز شروع می شود . سیستمهای تغذیه سیم با سرعت قابل تغییر ، خود باید تنظیم شوند زیرا هنگامیکه سرعت تغذیه سیم برقرار می گردد ، هر انحرافی در ولتاژ قوس منتج به تغییر متقابل سرعت موتور می شود . برای مثال اگر به علت ناهمواری سطح ، ولتاژ قوس کمتر گردد ، حرکت موتور کند شده وبایستی طول قوس را به حال اولش برگردانیم . باتوقف قوس ، جوشکاری متوقف شده و رله جریان قطع شدن قطره و توقف تغذیه سیم را انجام می دهد .

۸ ـ ۸ ـ شناسایی اصول راه اندازی و ایجاد قوس الکتریکی با جوشکاری MAG وMIG:

۱ ـ ۸ ـ ۸ ـ مزایا :

مزیت اصلی این فرآیند برجوشکاری قوس الکترود دستی ، سرعت بیشتر آن می باشد که اساسا مربوط به پارامترهای زیر است :

الف ـ تغذیه سیم بطور مداوم است بطوریکه جوشکار نیاز به توقف جوشکاری جهت تعویض الکترود ندارد ، در صورتیکه در جوشکاری با الکترود دستی عمل فوق مورد نیاز است .

ب ـ در این فرآیند نیاز به برطرف کردن سرباره از سطح جوش نیست ، زیرا سرباره ای وجودندارد ، درصورتیکه درجوشکاری با الکترود دستی ، سرباره بایستی از سطح جوش برطرف گردد .

ج ـ استفاده ازسیم الکترودبا قطر کمتر نسبت به قطرالکترود جوشکاری دستی ، که در این فرآیند به شدت جریان بیشتری نیاز است و در نتیجه رسوب بیشتری روی فلز انجام می گیرد . دراین فرآیند ، هیدروژن کمتری جذب جوش می گردد که برای

جوشکاری فولادهای قابل سخت شدن این خصوصیت مهم است. در جوشکاری با گاز محافظ امکان نفوذ جوش با قطر الکترود کمتر وجود دارد و بنابراین نفوذ پایه را در فلز نسبت به جوشکاری با الکترود دستی بیشتر می نماید. این فرآیند برای جوشکاری فلزات نازک نسبت به جوشکاری با الکترود دستی نیز مناسب تر می باشد، گرچه جوشکاری TIG برای فلزات نازک بدون سیم جوش استفاده می شود.

حداقل ضخامت فلزی را که می توان با فرآیندالکترود دستی جوشکاری نمود ۱/۵ میلیمتر است، در صورتیکه با فرآیند MIG فلزات نازکتر از ۱/۵ میلیمتر ("۰۶/۰) با استفاده از قطر الکترود کمتررامی توان جوشکاری کرد، که بستگی به مهارت جوشکار و حالت جوشکاری دارد.

با کنترل دقیق خصوصیات جریان می توان فلزبا ضخامت ۰/۵ میلیمتر ("۰۳/۰) را باموفقیت جوشکاری نمود. در روش جوشکاری گازی، کیفیت جوشها نسبت به روش الکترود دستی بیشتراست، زیرا سرباره ای وجودندارد. سرباره درجوشکاری الکترود دستی عامل مستقیم عیوب جوش می باشد و گاهی اوقات هم عامل مستقیم نیست، زیرا سرباره می تواند جلوی دید جوشکاران را ازحوضچه مذاب جوش و قوس دشوار سازد.

۲ـ۸ـ۸ـ محدودیتها:

محدودیتهای جوشکاری MIG در مقایسه با الکترود دستی بشرح زیرمی باشد:

الف ـ تجهیزات جوشکاری MIG پیچیده ترند، هزینه بیشتری داشته و کمتر قابل حمل می باشند.

ب ـ در فرآیند MIG، انبربایستی به قطعه کارنزدیک باشد، بنابراین برای جوشکاری محلهایی که دسترسی به آنها مشکل می باشد، مناسبت جوشکاری MIG نسبت به فرآیند الکترو د دستی کمتر است.

ج ـ در فرآیندMIG احتمال ترک خوردن فلز جوش در جوشکاری فولادهایی با

قابلیت سخت پذیری توسط قوس وجود دارد، زیرا سرباره ای وجود ندارد که سرعت سرد شدن را کاهش دهد.

د- در جوشکاری گاز، نیاز زیادی به حفاظت قوس در مقابل جریان هوا می باشد، زیرا عبور جرّیان گاز دور از جوش است به همین دلیل جوشکاری MIG نسبت به جوشکاری با الکترود دستی در خارج از کارگاه کمتر مورد استفاده قرار می گیرد.

۳-۸-۸- طول قوس:

طول قوس بستگی به ولتاژ دارد.

۴-۸-۸- فشار گاز:

فشار گاز باید به حدی باشد که از محفوظ بودن حوضچه مذاب کاملاً اطمینان حاصل کنیم قبل از شروع جوشکاری باید جریان گاز را برقرار نمود و مقدار فشار را روی رگلاتور تنظیم نمود. حتماً باید مقداری گاز از انبر خارج گردد تا اطمینان حاصل کنیم که در سرانبر هوا وجود ندارد وسپس جوشکاری را شروع نماییم.

۵-۸-۸- حفاظت در برابر اکسید شدن:

بعد از قطع قوس باید چند لحظه گاز محافظ روی جوش قرار گیرد تا اکسید نشود و این مقدار گاز اضافی محافظ توسط دستگاه کنترل جوشکاری انجام می گیرد.

۶-۸-۸- شروع قوس:

قبل از شروع قوس، سطح مورد اتصال یا جوشکاری را کاملاً تمیز نموده و با فشار دادن دگمه روی انبر و برخورد سیم با فلز، قوس برقرار می شود و تا پایان جوشکاری باید زاویه انبر و فاصله نازل را تا سطح فلز رعایت نمود.

۷ـ۸ـ۸ـ روش راه اندازی و ایجاد قوس الکتریکی با جوشکاری MAGوMIG :

پس از وصل کلیه کابلها واتصالات دستگاه MIG و MAG ، بایستی مخزن سردکننده را بررسی نمود که آب در آن وجود دارد و جریان گاز محافظ را بر طبق فلز مورد جوش انتخاب نمود ، این عمل توسط رگلاتور انجام می گیرد . قطر سیم جوش را بر مبنای ضخامت فلز و شدت جریان را بر مبنای قطر الکترود تنگستنی انتخاب کرد و دستگاه جوشکاری را راه اندازی و قوس را برقرار نمود .

۸ـ۸ـ۸ـ رعایت نکات ایمنی و حفاظت فنی :

تمام تاسیسات مجموعه گاز باید مطابق با استاندارد انجمن آتش نشانی بین المللی 566,51/565 ساخته شوند . رگلاتورها یا فلومتر ها برای هر گازی جداگانه مورد استفاده قرارمی گیرند . اثر گریس ، روغن یا هرگونه آلودگی در هر وسیله که به مولد اکسیژن اتصال یافته است می تواند یک انفجار شدید ایجاد نماید . تمام ماشینهای جوشکاری برای جلوگیری از حوادث شوکهای الکتریکی باید به زمین اتصال داشته باشند . کابلهای دستگاه نبایستی بریدگی داشته و در تماس با روغن ، رنگ یا سیالات دیگر نباشندزیرا ممکن است ایجاد خرابی کنند . قسمتهای خط دار شده کابل وتمام اتصالات جهت جلوگیری از ایجاد جرقه و بیشتر گرم شدن بایستی بدون تاخیر ، تعمیر و تعویض گردند .

شرایط جلوگیری از آتش سوزی در قسمتهای سوخته شده در سطح کار بایستی طبق قرار داد انجام گیرد . جلوگیری از آتش سوزی بویژه وقتی که دی اکسید کربن به عنوان گاز محافظ بکار می رود مهم است ، زیرا خطر آتش سوزی در نتیجه پخش جوش بیشتر از وقتی است که از گازهای دیگر استفاده می شود . لباس مقاوم و حفاظت تجهیزات از کارهای اساسی است . برای جوشکاری متعادل ، شیشه ماسک بایستی دو یا سه درجه نسبت به جوشکاری الکترود دستی تیره تر باشد ، زیرا قوس روشن تر و اشعه ماوراء بنفش بیشتری وجود دارد بخصوص وقتی که از گاز آرگن وهلیوم استفاده می شود . لنزهایی که خیلی تیره هستندچشم راخسته می کنند .

برای تاسیساتی که چند قوس وجود دارد از عینکهای روشن استفاده می گردد . هواکش همیشه مورد نیاز است زیرا اکسیژن مصرفی و گاهی ازن ایجاد می گردد و بخارات سمی از روکش های فلزی یا سیالات گریسی ممکن است موجود باشد .

روکشهای روی ، کادمیم ، مس ، سرب ، و ترکیبات دیگر مثل ترکیبات کلر دار باید قبل از جوشکاری از محل مورد جوش برطرف گردند . ترکیبات کلر دار و مواد احتمالی مثل کادمیم تحت تاثیر قوس ، گازهای سمی ایجاد می نماید . تمام تمیز کاریهایی که با محلولهای فرار انجام می گیرند باید از کارهای جوشکاری ایزوله گردند ، زیرا بخارات می توانند با یک فاصله قابل ملاحظه ای بویژه در کارخانجات حرکت نمایند و ایجاد خطرکنند . اگر هواکش مناسب بکار رود ، دی اکسید کربن خطرناک نیست حتی اگر چه دی اکسید کربن به منو اکسید کربن و اکسیژن تجزیه گردد در کاهش حرارت قوس دوباره منو اکسید کربن به دی اکسیدکربن تبدیل می شود بعد آزمایشات نشان می دهد که منواکسیدکربن متمرکز یافته تا ۱۸ سانتیمتری (۷")قوس خطرناک نیست . در ضمن مجاز نیست که جوشکاران برای شنیدن عبور جریان گاز محافظ سر انبر را به نزدیک گوش خود بگیرند یا برای نمایان ساختن سیم الکترود از سر انبر ، دست خود را جلوی انبر بگیرند تاسیم نمایان شود .

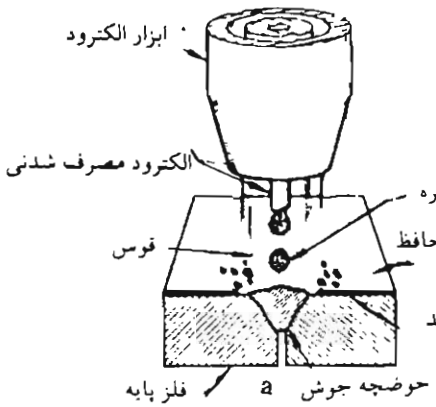
فصل ۹

توانایی گرده سازی ساده و مرکب با جوشکاری MAG,MIG روی فولاد معمولی

۱ ـ ۹ ـ آشنایی با خصوصیات قوس

۱ ـ ۱ ـ ۹ ـ انتقال اسپری(پاششی) : Spray-Arc mode

در قوس اسپری ، فلز از انتهای سیم الکترود با یک جریان محوری بصورت قطرات ریز به طرف حوضچه مذاب منتقل می گردد . این روش در شکل (۱ ـ ۹) نشان داده شده است .



(شکل ۱ـ۹) ـ قوس اسپری

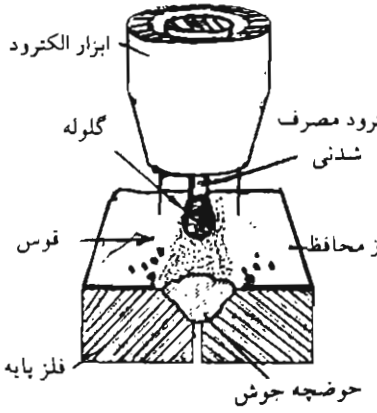
این قطرات ریز از انتهای الکترود جریان پیدا می کند . قطراتی که به طرف حوضچه مذاب جریان دارند به یکدیگر متصل نیستند . اندازه این قطرات ممکن است متفاوت باشد ولی در قوس اسپری کمتر از قطر سیم الکترود است .

قوس اسپری با شدت جریان زیاد و معمولاً باگازمحافظ آرگن انجام می گیرد . قوس اسپری حقیقی نمی تواند با گازمحافظی که کاملاً دی اکسید کربن است بدست آید. قوس اسپری ، حرارت وارده زیاد ، نفوذحداکثر و سرعت رسوب بیشتری ایجاد می نماید . در جوشکاری فولاد این قوس اسپری به جوشکاری در حالت کف و افقی گوشه محدود می باشد .

۲ ـ ۱ ـ ۹ ـ انتقال گلوله ای Globular Transrer (قطره پاشی) :

انتقال گلوله ای با شدت جریان کمتری انجام می گیرد و با تشکیل یک قطره نسبتا بزرگ فلز مذاب در انتهای سیم الکترود مشخص می گردد ، (شکل صفحه بعد) .

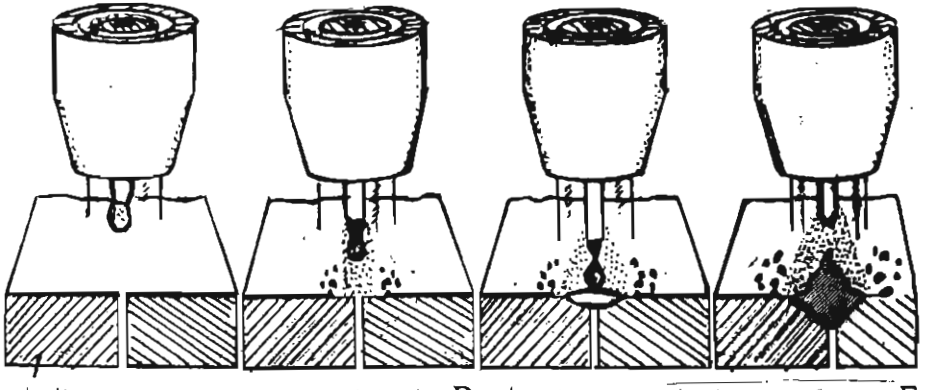
این قطره تحت تاثیر نیروی جاذبه زمینی به موقع داخل حوضچه مذاب می افتد. انتقال گلوله ای با تمام گازهای محافظ قابل اجراست. با انتقال گلوله ای نمی توان جوشکاری سقفی انجام داد، زیرا فلز مذاب الکترود به داخل نازل انبر الکترود می‌افتد و آن را معیوب می سازد.



(شکل ۲ـ۹) ـ انتقال گلوله ای

۳ ـ ۱ ـ ۹ ـ انتقال مدار کوتاه The short - Circuiting mode :

انتقال روش مدار کوتاه دراکثرمواردجوشکاری MIG مورداستفاده قرارمی گیرد مراحل انتقال مدار کوتاه در شکل زیر نشان داده شده است :



(شکل ۳ـ۹) ـ انتقال مدارکوتاه

روش مدار کوتاه برای جوشکاری ورقه های نازک بدلیل حرارت وارده کم ، مناسب می باشد و اغلب کمتر جهت جوشکاری فلزات ضخیم مورد استفاده قرار می گیرد . این روش برای تمام حالات جوشکاری مجاز و با گاز دی اکسید کربن ، مخلوط آرگن و دی اکسید کربن و گازهایی با زمینه هلیوم بکار می رود .

در شروع سیکل قوس مدار کوتاه ، انتهای سیم الکترود ذوب شده و به صورت دانه کوچکی ازفلزمایع درمی‌آید(قسمت c ، شکل ۳ ـ ۹) . سپس فلزمذاب به طرف فلزحرکت می کند . (این حالت در قسمت d شکل نشان داده شده است) . درمرحله بعد ، فلز مذاب با فلز برخورد می کند و مدار کوتاه را ایجاد می نماید . در این مرحله از سیکل ، انتقال فلز توسط کشش سطحی و نیروی جاذبه زمینی ، قوسی را برقرار می سازد ، (قسمت e شکل ۳ ـ ۹) . بالاخره پل فلزمذاب توسط نیروی جاذبه زمینی شکسته می شود ، این عمل معمولاً برای عبور جریان می باشد و مقدار و سرعت آن توسط مولد کنترل می گردد . در این مرحله ، اتصال الکتریکی شکسته وقوس دوباره برقرار می شود (قسمتf ، شکل ۳ ـ ۹) . با قوس مجدد عمل سیکل دوباره تکرارخواهد شد . قوس متناوباً خاموش و روشن شده که این عمل در هر ثانیه ۲۰ تا ۲۰۰ بار انجام می گیرد که مطابق با شرایط الکتریکی از قبل تعیین شده است .

قسمت c تا f شکل قوس مدار کوتاه را با جریان کم نشان می دهد . همانطور که شدت جریان با استفاده از گاز محافظ دی اکسید کربن افزایش می یابد ، انتقال فلز مذاب از یک فرکانس زیاد مدار کوتاه به یک فرکانس کمترمدار کوتاه تغییر می یابد و قطره مذاب بادامنه وسیعتر جریان پیدا می کند . انتقال فلزدرشدت جریانهای زیادو ولتاژ معمولی خیلی شدیدتر است . انتقال مدار کوتاه ، معمولاً با شدت جریان کمتر و دقت بیشتر ولتاژ قوس شرکت می نماید . برای مثال اگر سیم الکترودبه قطر ۰/۸ میلیمتر و شدت جریان مورد نیاز ۱۲۰ آمپر و گاز محافظ دی اکسید کربن بکار رود ، روش انتقال مدار کوتاه مناسب به ولتاژ قوس حدود ۲۰ ـ ۱۹ ولت نیاز دارد . درصورتیکه ولتاژ قوسی به ۲۶ ـ ۲۵ ولت افزایش یابد ، روش مدار کوتاه به انتقال گلوله ای تغییر می یابد . با کاهش شدت جریان ، عمق نفوذ کمتر خواهد شد بجز در

حالتی که تاثیر کم نفوذ در اثر ولتاژ قوسی باشد. با کاهش ولتاژ می توان افزایش کمی در نفوذ فلز ایجاد نمود، در صورتیکه با کاهش ولتاژ قوس که همراه با گاز دی اکسید کربن است، طول قوس کوتاهتری ایجاد می گردد.

۴ ـ ۱ ـ ۹ ـ انتقال ضربه ای : pulsod-arc Trans Rer

انتقال قوس ضربه ای یک نوع انتقال اسپری است که در ضربه هایی با فواصل فضایی معینی وبا نظم نسبت به فواصل بی نظم ایجاد می شود. در زمان فواصل بین ضربه ها جریان جوشکاری کاهش می یابد و هیچ انتقال فلزی صورت نمی گیرد. عمل ضربه ها طوری است که در یک زمان از دو مولد در دوسطح، جریان گرفته می شود. یک مولد در لحظه ای که جریان ضربه است، عمل انتقال فلز را انجام می دهد و در لحظه ای که ضربه نیست یک حالت پیش گرمایی برای ضربه بعدی می باشد و مولد دیگر حداکثرجریان را بوجود می آورد که به قطره الکترود نیرو می دهد که به سمت اتصال مورد جوش روانه گردد. جریان حداکثر یک جریان نیم موجی است، زیرا پیوسته تکرار می شود و قطرات از الکترود در هر ثانیه ۶۰ یا ۱۲۰ بار به طرف اتصال روانه می گردد. قطر سیم الکترودی که برای این روش مورد استفاده قرار می گیرد (۱/۶ ـ ۱/۲) میلیمتر ($\frac{1}{16}$" تا ۰/۰۴۵") می باشد.

روش قوس ضربه ای نسبت به انتقال اسپری، برای مقاطع نازک قابل استفاده است، زیرا حرارت وارده کم می باشد. روش قوس ضربه ای برای تمام حالات جوشکاری مناسب است.

۲ ـ ۹ ـ شناسایی سیم جوش :

۱ ـ ۲ ـ ۹ ـ ترکیبات سیم :

ترکیب سیم الکترود تاثیر مناسبی در کار دارد. بدلیل اهمیت ترکیب سیم الکترود، خیلی از مصرف کنندگان در نتیجه تجربه ای که دارند، خودشان مشخصات سیم را ارائه می دهند. (جدول ۱ ـ ۹) دسته بندی استاندارد AWS و

حدود ترکیبات را برای ۱۰ نوع الکترود مختلف که برای جوشکاری MIG فولاد کم کربن مورد استفاده قرار می گیرد، نشان می دهد.

طبقه بندی	درصد ترکیبی C	Mn	Si	P, max	S, max	دیگر
الکترودهای فولادی نرم						
E70S - 1 ..	0.07 - 0.19	0.90 - 1.40	0.30 - 0.50	0.025	0.035	.....
E70S - 2 ..	0.06 max	0.90 - 1.40	0.40 - 0.70	0.025	0.035	0.05-0.15 Ti, 0.02-0.12 Zr, 0 05-0.15 Al
E70S - 3 ..	0.06 - 0.15	0.90 - 1.40	0.45 - 0.70	0.025	0.035	.....
E70S - 4 ..	0.07 - 0.15	0.90 - 1.40	0.65 - 0.85	0.025	0.035	.....
E70S - 5 ..	0.07 - 0.15	0.90 - 1.40	0.30 - 0.60	0.025	0.035	0.50 - 0.90 Al
E70S - 6 ..	0.07 - 0.15	1.40 - 1.85	0.80 - 1.15	0.025	0.035	.....
E70S - G ..	هیچ ماده شیمیایی مورد نیاز نیست					
الکترودهای فولادی کم آلیاژ						
						.0.15 max Ni, 0.40 - 0.60 Mo
E70S - 1B.	0.07 - 0.12	1.60 - 2.10	0.50 - 0.80	0.025	0.035	
E70S - GB.	هیچ ماده شیمیایی مورد نیاز نیست					
الکترود تشعشعی						
E70U - 1 ..	0.07 - 0.15	0.80 - 1.40	0.15 - 0.35	0.025	0.035	.....

a ـ نیکل، کرم، مولیبدن و وانادیم ممکن است وجود داشته باشد اما عملاً اضافه نمی شود.

جدول (۱ ـ ۹) ـ دسته بندی و حدود ترکیبات برای سیمهای الکترود جهت جوشکاری MIG (AWS A5/18 - 69)

مقدار کربن برای بعضی از سیمهای نشان داده شده در جدول دارای وسعت زیادی هستند و گاهی اوقات برای اطمینان از پایداری، وسعت خیلی زیاد است و توضیح در این است که چرا خیلی از مصرف کنندگان الکترودهای جوشکاری، در مورد خصوصیات ترکیب سیم خودشان نظر می دهند. بعضی از مصرف کنندگان مقدارکربن ۰/۰۳ ± درصد را حداکثر تغییری می دانند که می توان در موارد بحرانی جایز شمرد. اکثر مصرف کنندگان مقدار کربن سیمهای الکترود را ۰/۰۶ یا ۰/۰۷ درصدترجیح می دهند، زیرا مقدار کربن فلز اصلی بیشتر از این می باشد و درجه رقت (dilution) فلز پایه (اصلی) که هنگام جوشکاری ایجاد می شود

مقدار کربن رسوبی را افزایش می دهد.

۲ ـ ۲ ـ ۹ ـ انتخاب ترکیبات سیم:

انتخاب ترکیب در گاز بکار رفته، نوع قوس (اسپری، گلوله ای، مدار کوتاه)، حالت جوشکاری، شرایط کاری و شرایط فولاد مورد جوش موثر است. هزینه سیمهای الکترود فقط باید بعد از شرایط فوق که در بالا مشخص شد، مورد بررسی قرار گیرد. اولین شش ترکیب لیست شده در جدول قسمت ۱ ـ ۲ ـ ۲ وقتی که در اندازه، مقدار و نوع بسته بندی یکسان خریداری شوند، تغییری در هزینه آن نمی گذارد. الکترودهای فولاد کم آلیاژ E۷۰S-1B ممکن است به اندازه ۴۰ درصد بیشتر از هر شش دسته بندی اول از الکترودهای نشان داده شده در جدول قسمت ۱ ـ ۲ ـ ۲ هزینه بردارد.

برای انتخاب سیمهای الکترود، درمیان مصرف کنندگان یک عدم توافقی است، اما دربعضی سطوح دلیل منطقی وجوددارد. برای مثال سیمهای الکترود E۷۰S-4، E۷۰S-5، E۷۰S-6 مقدار بیشتری عناصر اکسیدزدا (منگنز، سیلیسیم و آلومینیوم) نسبت به E۷۰S-1، E۷۰S-2، E۷۰S-3 دارند و بنابراین برای استفاده با گاز محافظ دی اکسید کربن مناسب هستند (جدول ۲ ـ ۹). وقتی گاز محافظ آرگن زیاد است سیم الکترودهای E۷۰S-1، E۷۰S-2 مناسب می باشند. سیم الکترود با ترکیب شبیه به E۷۰S-1 که حداقل مقدار دی اکسید زداها را از هر دسته بندی نشان داده شده در جدول قسمت ۱ ـ ۲ ـ ۲ دارد، برای جوشکاری فلزی که عاری از رنگ زدگی است و در حالات کف و افقی با استفاده از قوس اسپری و گاز محافظ آرگن اکسیژن یا آرگن ـ دی اکسید کربن بکار می رود، مناسب می باشد.

برای خارج شدن از حالت جوشکاری فوق و زمانیکه قطعه کار زنگ زده است، الکترودهای E۷۰S-2 و E۷۰S-3 معمولاً مناسبترند. الکترودهای E۷۰S-2 و E۷۰S-3 نیز برای جوشهای خوب در فولاد نیمه کشته قابل استفاده می باشند.

وقتی فلز تمیز نیست یا وقتی که یک واکنش کم، گاز محافظ وجود داشته باشد،

الکترودهای E۷۰S-4 مناسبتر است ، زیرا مقدار بیشتری مواد اکسید زدا در آن وجود دارد . الکترودی که ترکیبات آلومینیوم دارد مثل الکترود E۷۰S-5 برای شدت جریانهای زیاد و قوس ، اسپری بکار می روند نبایستی با انتقال نوع گلوله ای استفاده شوند .

وقتی جوشکاری با الکترود E۷۰S-5 انجام گیرد ، بعضی از زنگها یا پوسته های دندانه ای روی فلز می تواند بدون آسیب رسیدن به کیفیت جوش تحمل شوند . بعضی از کارخانجات الکترودی مثل E۷۰S-6 را بدلیل تنوع و روان بودنش در کار ترجیح می دهند . این ترکیب برای استفاده با گاز محافظ دی اکسید کربن و کارهای مطلوب با قوس اسپری در شدت جریانهای زیاد و قوس مدار کوتاه در شدت جریانهای کم مناسب است . برای خواص مکانیکی بهتر وجوش سالم اکثراً الکترود فولاد کم آلیاژ مثل E۷۰S-1B را ترجیح می دهند . بعضی از کارخانجات اصرار دارند که این درجه الکترود برای جوشهای بحرانی در فولاد کم کربن ، وقتی که گاز محافظ دی اکسید کربن می بایست استفاده شود ، بکار می رود . خصوصیت انجماد سریع الکترود مناسبت آن را برای جوشکاری غیر از حالت کف مهیا می سازد .

الکترود تشعشعی (Emissive) از دسته بندی E۷۰ - U-1 با سطح مخصوصی درست شده که قادر است با قطب مستقیم جریان مستقیم بدون کاهش ثبات قوس استفاده گردد . الکترودهای تشعشی برای پخش نشدن ، کار با قوس اسپری و استفاده ازآرگن بعنوان گاز محافظ طرح شده اند و ممکن است در حالات کف و افقی برای جوش در فولاد نیمه کشته بکار روند . استفاده از قطب مستقیم جریان مستقیم با این الکترودها ، سرعت رسوب زیادتری را نسبت به آنهایی که با قطب معکوس جریان مستقیم بکار می روند ، مجاز کرده است .

حداقل مقاومت کششی برای تمام دسته بندیها ـ ـ ـ ـ ـ ۷۲۰۰۰psi

۰/۲ حداقل مقاومت تسلیم برای تمام دسته بندیها ـ ـ ـ ـ ـ ـ ۶۰۰۰۰psi

حداقل ازدیادطول در ۲ اینچ برای تمام دسته بندیهابجز E۷۰S _ IB ـ ـ ـ ـ ۲۲ درصد(b)

E۷۰S_IB ـ ۱۷ درصد(b)

گاز محافظ مناسب :

E۷۰S _ 1 ـ آرگن باضافه اکسیژن(C)

E۷۰S_۲و۳ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ آرگن باضافه اکسیژن ؛(C) دی اکسیدکربن

E۷۰S-1B؛ E۷۰S_ ۴و ۵و۶ ـ دی اکسیدکربن

E۷۰ U_۱ ـ ـ ارگن باضافه اکسیژن (C)؛ آرگن

E۷۰S-GB و E۷۰S-G ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ مشخص نشده است

قطب جریان مستقیم :

E۷۰S-۱B ، E۷۰S - ۱ تا ۶ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ معکوس

E۷۰U - ۱ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ مستقیم

E۷۰S-GB و E۷۰S-G ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ ـ (d)

a ـ خواص مکانیکی جوش از یک نمونه آزمایش کششی فلز جوش شده تعیین می گردد، با گاز محافظ و قطب جریان داده شده است .

b ـ بجز برای الکترود E۷۰U -۱ ، برای هر افزایش از یک نقطه درصد طول بالای حداقل مقاومت کششی ، مقاومت تسلیم یا هر دو ، ممکن است ۱۰۰۰ psi تا یک حداقل ۷۰۰۰۰ psiبرای مقاومت کششی و ۵۸۰۰۰ psiبرای مقاومت تسلیم ، کاهش یابد .

c ـ یک تا ۵ درصد اکسیژن

d ـ نوع و قطب جریان مشخص نشده است .

جدول (۲ ـ ۹)ـ حداقل خواص مکانیکی و گازهای محافظ مناسب و قطب جریان مستقیم برای تمام دسته بندیهای الکترود فولاد زنگ نزن (69 - a5/18)(a)

۳ـ۲ـ۹ـ ساخت سیمها :

اگر چه سیمهای بکار رفته جهت جوشکاری MIG یک تکه هستند، این سیمها قابل استفاده بوده و گاهی اوقات برای جوشکاری فولاد آلیاژی بکار می روند.

۴ـ۲ـ۹ـ قطر سیمها :

قطر سیمهای استاندارد جهت جوشکاری MIG به میلیمتر و به اینچ عبارتند از :

($\frac{1}{8}$" ، $\frac{3}{32}$" ، $\frac{5}{64}$" ، $\frac{1}{16}$" ، "۰/۰۴۵ ، "۰/۰۴ ، "۰/۰۳۵ ، "۰/۰۳ ، "۰/۰۲۵ ، "۰/۰۲)

۳/۲ ، ۲/۴ ، ۲ ، ۱/۶ ، ۱/۲ ، ۱ ، ۰/۹ ، ۰/۷۵ ، ۰/۶ ، ۰/۵ معمولاً با یک اندازه سیم ، جوشهایی با حداقل قسمت برای موارد مخصوص جوشکاری انجام می گیرد. وقتی در یک مورد تجربه حاصل می شود. بهتر می توان اندازه سیم را انتخاب نمود. هیچ قوانینی برای انتخاب اندازه سیم اجراء نمی شود اما وقتی یک انتخاب اساسی انجام می گیرد بایستی ازآن پیروی نمود.

۱ ـ سرعت ذوب یک سیم به شدت جریان آن مربوط می شود. اگر دو سیم با قطرهای مختلف در جریان یک نی کار کنند ، سیم با قطر کوچکتر نرخ ذوب بیشتری دارد.

۲ ـ نفوذ هر کاری به شدت جریان آن بستگی دارد. اگر جوشی با دو اندازه سیم مختلف انجام گیرد ، جوش ایجاد شده با اندازه قطر کمتر ، نفوذ بیشتری را نشان می دهد.

۳ـ سیمهایی که قطر بیشتری دارند ، درز جوش عریض تری را نسبت به سیمهای با قطر کوچکتر رسوب می نمایند (باحرکت و شرایط اتصال یکسان).

۴ ـ ضخامت فلز پایه در اندازه قطر سیم موثر است. جوشهای گوشه و لب روی هم در ورقه ای به ضخامت ۰/۸ میلیمتر("۰۳۱)معمولا به اندازه سیم به قطر ۰/۶ (" ۰۲۵/۰) تا ۰/۷۵ میلیمتر ("۰۳/۰) نیاز دارد. این سیمها با ضخامت فلز پایه تا ۲ میلیمتر ($\frac{5}{64}$")بخوبی کار می کنند. همانطور که ضخامت فلز پایه زیاد می شود ،

اندازه قطر سیم نیز می تواند افزایش یابد.

۵ ـ حالت جوشکاری در انتخاب قطر سیم موثر است. جوشکاری MIG برای حالت از بالا به پائین (عمودی سرازیر) با ضخامت تا ۱۰ میلیمتر ("۰/۴) قابل اجراست قطر سیم برای این ضخامت فلز متفاوت است و می تواند از ۰/۷۵ ("۰/۰۳) تا ۱/۲ میلیمتر ("۰/۰۴۵) باشد. ورقه های لب به لب پخ زده می توانند بطور عمودی قرار گیرند و با قطر سیم از ۰/۷۵ ("۰/۰۳) تا ۱/۲ میلیمتر ("۰/۰۴۵) جوشکاری شوند.

۶ ـ جوشهای نوع نفوذی مثل نقطه جوش قوسی، برای ایجاد وسیعترین سطح مشترک در حد امکان نیاز به بزرگترین اندازه سیم دارند.

۵ ـ ۲ ـ ۹ ـ بسته بندی سیمها:

سیم الکترود در قرقره های استوانه ای بسته بندی می شوند. جدول زیر اندازه و وزن انواع بسته بندی سیمهای الکترود را با قطرهای مختلف که معمولاً موجود می باشد نشان می دهد.

اندازه بسته بندی به اینچ	وزن بسته بندی به پوند	قطر سیمها به اینچ، اندازه بسته بندی موجوددرستون یک									
		۰/۰۲۰	۰/۰۲۵	۰/۰۳۰	۰/۰۳۵	۰/۰۴۵	$\frac{۱}{۱۶}$	$\frac{۵}{۶۴}$	$\frac{۳}{۳۲}$	$\frac{۱}{۸}$
قرقره ای										
5/8 ID,4 OD, 1 1/2 wide	2 1/2	...	...	...	X	X	...	...	...	...
2 ID, 11 3/4 OD, 4 wide	15	...	X	X	...	...	...	...	...	...
2 ID, 11 3/4 OD, 4 wide	25	...	...	...	X	X	X	X	X	X
2 ID, 14 OD, 4 wide	60	...	...	...	X	X	X	X	X	X
حلقه ای										
2 1/2 ID,6 OD, 1 1/2 wide	9	...	X	X	X	X	X	...	...	...
12 ID, 2 1/2 wide	25	...	...	...	X	X	X	X	X	...
12 ID, 4 wide	60	...	...	...	...	...	X	X	X	X
16 ID, 4 wide	100	...	...	...	...	...	X	X	X	X
22 ID, 4 wide	150	...	...	...	...	...	X	X	X	X
لوله ای										
20 ID, 16 high	250	...	...	...	...	X	X	X	X	X
20 ID, 30 high	500	...	...	...	...	X	X	X	X	X
23 ID, 30 high	750	...	...	...	...	...	...	X	X	X

جدول (۳ ـ ۹) نمونه بسته بندی سیم الکترود فولادی جهت MIG

چند عامل بایستی در انتخاب شکل بسته بندی مورد استفاده قرار گیرد. تقریباً بدون استثناءسنگین تر بودن قرقره یاسیم پیچی هزینه آن را در هر پوند پائین می آورد و بعضی از سیمها وقتی در بسته بندیهایشان قرار می گیرند و کنار گذاشته می شوند دوامشان کمتر می گردند ، بنابراین حمل ماده اولیه اضافی به صرفه نمی باشد. نوع تغذیه کننده بکار رفته اغلب با اندازه بسته بندی سیم در ارتباط می باشد. برای مثال وقتی که انبر الکترود سیم سرخود مورد استفاده قرار می گیرد، حداکثر وزن قرقره ۴۵۰ تا ۱۱۳۰ گرم(یک تا ۲/۵ پوند)می‌باشد. قرقره های کوچک اقتصادی ترند. زیرا آلودگی آنها کمتر است. وقتی قرقره در دستگاه قرار می گیرد ، در معرض هوا آلوده می شود، بنابراین ازقرقره هایی که برای یک تا ۲ شیفت کار استفاده می گردد، انتخاب شود.

بعضی از ظرفهای سیم از۵ /۱۱۳ تا ۳۰۴/۵ کیلو گرم (۲۵۰ تا ۷۵۰ پوند) می باشد. (جدول را ببینید). بسته بندی سنگینی علاوه بر پایین آوردن هزینه اولیه (به پوند) زمان مورد نیاز برای عوض کردن سیم در مقایسه با قرقره های کوچکتر را کاهش می دهد، این عمل در تولیدات زیاد یک امر مهم به شمار می آید.

۳ ـ ۹ ـ شناسایی اصول گرده سازی ساده ومرکب

۱ ـ ۳ ـ ۹ ـ انتخاب گاز :

انتخاب گاز محافظ برای استفاده معین به موارد زیر بستگی دارد :

جنس و ضخامت فلز پایه، هزینه و تاثیرپذیری گازهای مختلف ، طرح اتصال ، حالت جوشکاری ، روش مورد استفاده ، فیکسچر ، سرعت وکیفیت مورد نیاز.

۲ ـ ۳ ـ ۹ ـ فلزات مورد جوش :

فرآیند MIG اولین بار برای جوشکاری آلیاژهای منیزیم ، آلومینیوم و فولاد زنگ نزن بکار رفته بود ، بدلیل اینکه این روش از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می باشد ، طبیعت این فرآیند حکم می کند که می توان اکثر فلزات وآلیاژها را با آن

جوشکاری نمود. بهر حال مناسبت این فرآیند برای بعضی از فلزات بیشتر است و خیلی کم اتفاق می افتد که نتوان فلزی را با آن جوشکاری نمود. با این روش می توان فولادهای کربن دار و کم آلیاژ، فولاد زنگ نزن، آلیاژهای مقاوم به حرارت، آلومینیوم و آلیاژهای آن(سریهای ۳۰۰۰، ۵۰۰۰، ۶۰۰۰)، مس و آلیاژهای آن را نسبت به آلیاژهایی با روی زیاد و آلیاژهای منیزیم جوشکاری نمود.

فلزاتی که با روش MIG جوشکاری می شوند و نیاز به روشها و شرایط خاصی دارند عبارتند از:

فولادهای با مقاومت زیاد

آلیاژهای آلومینیوم (سریهای ۲۰۰۰ و ۷۰۰۰)

آلیاژهای مس که درصد زیادی روی دارند مثل برنز منگنزدار، چدن، فولاد منگنزدارآستنیتی، تیتان وآلیاژهای آن و فلزات دیرگداز. جوشکاری این فلزات با روش MIG ممکن است به پیش گرمایی یا گرم کردن بعدی فلز با استفاده از سیم جوش مخصوص، کنترل دقیق نسبت به کنترل معمولی گاز محافظ و استفاده از گاز محافظ در پشت قطعه احتیاج باشد. فلزاتی که نقطه ذوب کمی دارند تابع جوشکاری MIG یا هر فرآیند قوسی دیگری نیستند.

سرب، روی، قلع نمونه ای از این گروه فلزات می باشند. برای مثال روی در ۹۰۶°c می جوشد که این مقدار زیر درجه حرارت قوس است و بنابراین گازهای سمی ایجاد می کند (سرب نیز همانطور است). فلزاتی که نقطه ذوب بالایی دارند و با فلزات نقطه ذوب پائین روکش می گردند(مثل سرب، روی، کادمیوم و قلع) مشکل یا غیر ممکن است که بطور رضایتبخش جوشکاری شوند، زیرا حرارت جوشکاری باعث بخار روکش می شود که در نتیجه خواص مکانیکی جوش ضعیف می گردد. وقتی که قرار است فلزات روکش شده جوشکاری گردند، ابتدا بایستی روکش را از سطوح اتصال کاملاً برداشت و در صورتیکه بعد از جوشکاری رویه فلز نیاز به اصلاح داشته باشد بایستی آن را روکش کاری نمود، مگر اینکه نیازی به این کارنباشد. اگرچه آلومینیوم و آلیاژهای آن با فرآیندMIG جوشکاری می شوند، ولی

فولادی که روکش آلومینیومی دارد ضمن جوشکاری ایجاد مشکلاتی می نماید ، بدلیل اینکه آلومینیوم در درجه حرارت پایین تری بخار می گردد .

۳ـ۳ـ۹ـ تمیز کاری فلز :

قبل از جوشکاری فلز ، کار باید عاری از گریس ، روغن ، رنگ ، خطوط ، روغنهای برشکاری ، روکش کاری ، اکسید یا هرگونه آلودگی و ماده خارجی دیگر باشد . فسفر ، سرب ، روی ، کادمیم وآلیاژهای با نقطه ذوب پایین قبل ازجوشکاری باید از بین بروند . فلزات بایستی با لایه اکسید نازک اسید شویی گردند و اکسیدهای ضخیم باید توسط عملیات ازبین بروند .

۴ـ۳ـ۹ـ انتخاب مولد :

مولدهای برق برای جوشکاری MIG حداقل در۴ مورد با یکدیگر اختلاف دارند که هر کدام بایستی در هنگام انتخاب مولد برق جهت کار داده شده ، مورد بررسی قرار گیرند .

۱ ـ نوع معمولی مولد ، یعنی موتور یا موتور احتراق داخلی یا ترانسفورماتور رکتیفایر دار

۲ ـ اندازه ظرفیت جریان

۳ ـ خصوصیات جریان (جریان ثابت یاولتاژ ثابت)

۴ ـ درجه پیچیدگی مطابق با شرایط مختلف قابل تغییر است .

انتخاب بین یک موتور ژنراتور و ترانسفورماتور رکتیفایردار در جایی مطرح است که این دستگاهها وجود داشته باشند . در جایی که این مولدها وجود داشته باشند معمولاً انتخاب ترانسفورماتور رکتیفایردار نسبت به موتور ژنراتور از نظر ارزان بودن ، نگهداری و تولیدات جوشکاری بهتر می باشد . اندازه جریان خروجی دستگاه با حداکثر جریانی که مورد احتیاج است موثر می باشد و می تواند برای یک نصب مخصوص پیش بینی گردد . این نکته معمولاً مهمترین نیاز کار

است . اگر چه اکثر ماشینهای جوشکاری با مولدهای برق جریان ثابت هنوز هم برای کارموجود می باشند ولی ماشینهای جدیدی ببازار آمده مثل فرآیند MIG (فرآیند قوسی سیم جوش فلاکس دار) که معمولاً از نوع ولتاژ ثابت می باشند ، زیرا خصوصیات جریان آنها برای کار مناسب تر است .

درجه پیچیدگی اصولاً بر حسب مقدار و نوع تنظیم خروجی برق ، یک عامل مهم انتخاب می باشد . مولدهای برق رکتیفایر نوع ولتاژ ثابت با ظرفیت یکسان از نظر هزینه با هم تفاوت دارند . ساده ترین نوع این مولدها یک شیب ولت ـ آمپر ثابت با ضریب القایی ثابت در مدار می باشد . اگر چنین ماشینهایی برای کاربرد مخصوص (از نظر ضخامت فلز پایه ، مونتاژ ، اندازه گوشه یا شرایط مخصوص دیگر)طرح ریزی شده باشند می توانند بخوبی یک ماشین پیچیده کار کنند ، اما ، اگر شرایط جوشکاری تغییر یابد ، نتیجه کار ممکن است رضایتبخش نباشد . اکثر ماشینهای پیچیده کنترل شیب ثابت ، کنترل ضریب القایی ثابت و کنترل ولتاژ در یک اندازه وسیع مجهز هستند . چنین ماشینهایی می توانندتقریبا برای تمام شرایط موجود در جوشکاری MIG موارد استفاده قرار گیرند . برای مثال : با این نوع ماشین یک جوشکار با تجربه می تواند دو قطعه به ضخامت ۶ میلیمتر را با استفاده از شدت جریان بالا و قوس نوع اسپری جوش دهد . (یک شیب ولت ـ آمپر تقریبا مستقیم و یک ضریب القایی زیاد استفاده می شود) .

در چند دقیقه ، شیب ، ضریب القایی ، ولتاژ و جریان (جریان توسط سرعت تغذیه سیم معینی می گردد)می تواند با توانایی ماشینی مورد نظر با قوس مدار کوتاه جهت جوشکاری ورقه های نازک تغییر یابد . اگر یک مولد برق برای تولیدات زیاد بکار رود ، (تحت شرایط جوشکاری ثابت) سادگی و ارزان بودن ماشینی بهترین انتخاب می باشد ، حال اگر یک مولد برق تحت شرایط جوشکاری متغییر استفاده شود، ماشینی که متنوع تر و گرانتر است مورد نیاز می باشد .

۵ـ۳ـ۹ـ گرم کن :

برای جلوگیری از یخ بستن رگلاتور ، همانطور که دی اکسید کربن مایع به گاز تبدیل می شود ، لازم است که یک واحد الکتریکی حرارتی بین سیلندر و رگلاتور وصل گردد .

۶ـ۳ـ۹ـ خشک کن :

در صورتیکه گاز مصرفی Co_2 دارای رطوبت بوده و جوش را متخلخل نماید بنابراین بایستی بعد از گرم کن یک ماده خشک کننده یا رطوبت گیر قرار داد که گاز بعد از خروج ازاین ماده وارد رگلاتور می شود .

۷ـ۳ـ۹ـ زاویه انبر :

برای اینکه نتایج خوبی از جوش حاصل گردد ، انبر الکترود نسبت به حالت کف بایستی نزدیک به عمودی نگهداشته شود . زاویه انبر نسبت به خط عمود حدود ۳۰ درجه می باشد . اگر این زاویه بیشتر باشد ، ممکن است که جوش آسیب ببیند . فاصله نازل تا لوله اتصال بایستی ۹ ـ ۶ میلیمتر باشد .

مقدار طول الکترود ، ازلوله اتصال تا حوضچه مذاب بحرانی نیست اگر چه این طول به روش انتقال فلز و سرعت رسوب موثر بستگی دارد . همانطور که حوضچه مذاب وسیع گردد ، سرعت رسوب بیشتر و مقدار پخش ذرات به اطراف زیادتر شده ولی نفوذ کمتری ایجاد می شود . همچنین فاصله انتهای نازل و اثر گاز محافظ کاهش می یابد . معمولاً انتهای نازل تا فلز ۱۸ ـ ۱۵ میلیمتر (خارج از انبر ۱۲ ـ ۶ میلیمتر)می باشد .

۸ـ۳ـ۹ـ جهت حرکت انبر :

درجوشکاری MIG روش راست دستی وچپ دستی مورداستفاده قرار می گیرد و انتخاب روش به درزهایی که بیشتر مناسب است بستگی دارد . در روش راست

دستی جوشکار دید بهتری از حوضچه مذاب دارد ولی در روش چپ دستی استحکام بیشتر است .

۹ ـ ۳ ـ ۹ ـ مشکلات لوله اتصال :

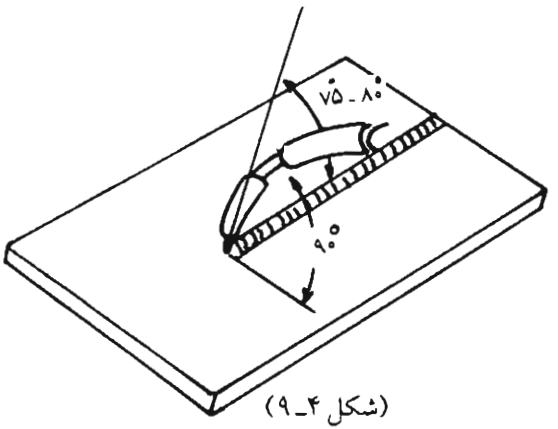
در جوشکاری MIG انتقال جریان از سر لوله مسی یا بعضی آلیاژهای مقاوم به پایین به سیم الکترودتوسط کنتاکت حدود لوله اتصال بستگی دارد . تغییرات در مقاومت این نقطه ولتاژ قوس وبه نوبت خصوصیات قوس را تغییر خواهد داد و ممکن است عیوب جوش را بوجود آورد . شدت جریانی که بایستی از این نقطه عبور نماید بیشتر از فرآیندهای دیگر نظیر جوشکاری زیر پودری است . از این رو حتی کوچکترین بی نظمی در سیم الکترود مثل پیچیدگی های ریز ، رگه هاو پلیسه ها که اثر کمی در جوشکاری زیر پودری دارند ، ممکن است تاثیر زیادی در جوشکاری MIG داشته باشند . این تاثیر با کم شدن اندازه الکترود افزایش می یابد و این عمل که جوشکاری آلیاژها ، مقاومت بیشتری نسبت به فولاد کربندار یا کم آلیاژ دارند از اهمیت بیشتری برخوردار است .

روغنهای باقی مانده ای که قرار است روی سیم الکترود بمانند می توانند در شرایط پرداخت لوله اتصال اثر بگذارند و مقاومت عبور جریان را افزایش دهند . سیم الکترود که حرکت نامناسبی دارد یک مشکل اصلی محسوب می شود زیرا در نتیجه فشار سایش کم از الکترود ، حدود لوله اتصال ، می تواند ایجاد بی ثباتی قوس را بدنبال داشته باشد .

۱۰ ـ ۳ ـ ۹ ـ روش گرده سازی ساده :

قطعه ای از فولاد معمولی به ابعاد ۹×۷۵×۱۵۰ میلیمتر انتخاب و پس از تمیز کاری سطح آن، قطر سیم را در حدود ۱/۲ میلیمتر در نظر می گیریم . چون گاز آرگن گران قیمت است بجای آن از گاز دی اکسید کربن استفاده می کنیم و فشار این گاز را به حدود یک متر مکعب در ساعت می رسانیم . سرعت تغذیه سیم در این

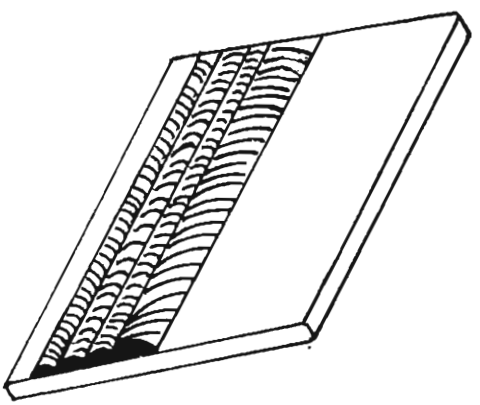
جوشکاری ۸ متر در دقیقه در نظر گرفته شده و فاصله لوله اتصال تا سطح فلز حدود ۲ سانتیمتر می باشد. طبق زاویه انبری که در شکل نشان داده شده یک گرده ساده روی فلز انجام می دهیم تا انتهای فلز و لایه بعدی را با فاصله ایی تا جوش قبلی قرار داده ، این عمل را تا پایان کار ادامه می دهیم.



(شکل ۴ـ ۹)

۱۱ ـ ۳ ـ ۹ ـ روش گرده سازی مرکب :

برای گرده سازی مرکب همان روش و شرایط جوشکاری گرده سازی ساده را در نظر می گیریم. فقط در گرده سازی مرکب لایه دوم را طوری قرار می دهیم که قسمتی از لایه اول را در برگیرد و لایه سوم را طوری انجام می دهیم که قسمتی از لایه دوم را بپوشاند و به همین نحو ادامه می دهیم تا کار به اتمام رسد. این روش جوشکاری گرده سازی مرکب را روکش سازی نیز می گویند. پس از اتمام جوشکاری باید کلیه سطوح لایه های جوش در یک سطح کامل باشد. (مطابق شکل).



(شکل۵ـ ۹) ـ روش گرده سازی مرکب

فصل ۱۰

توانایی جوشکاری انواع اتصالات فولاد معمولی با جوشکاریMAG،MIG در حالات مختلف بدون تهیه پخ

۱ ـ ۱۰ ـ شناسایی انواع اتصالات:

۱ ـ ۱ ـ ۱۰ ـ اتصال لب به لب :

توضیح در قسمت (۲ ـ ۱ ـ ۳)

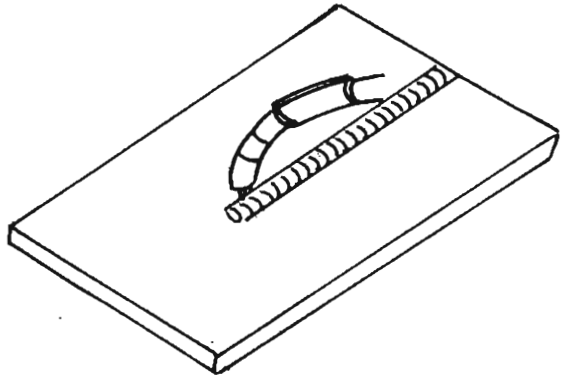
۲ ـ ۱ ـ ۱۰ ـ اتصال گوشه ای :

توضیح در قسمت (۳ ـ ۱ ـ ۳)، (۴ ـ ۱ ـ ۳)و(۵ ـ ۱ ـ ۳)

۲ ـ ۱۰ ـ شناسایی حالات جوشکاری:

۱ ـ ۲ ـ ۱۰ ـ حالت تخت :

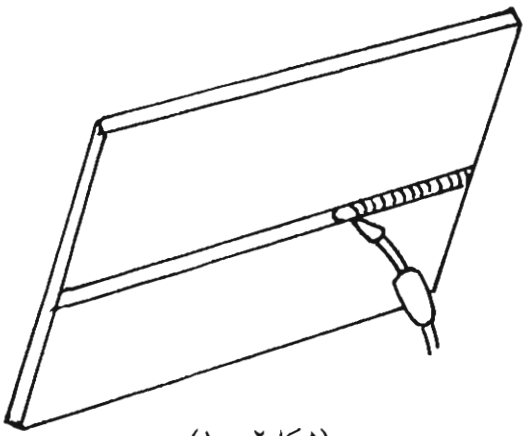
توضیح در قسمت(۱ ـ ۲ ـ ۳)



(شکل ۱ ـ ۱۰)

۲ ـ ۲ ـ ۱۰ ـ حالت افقی روی سطح عمودی :

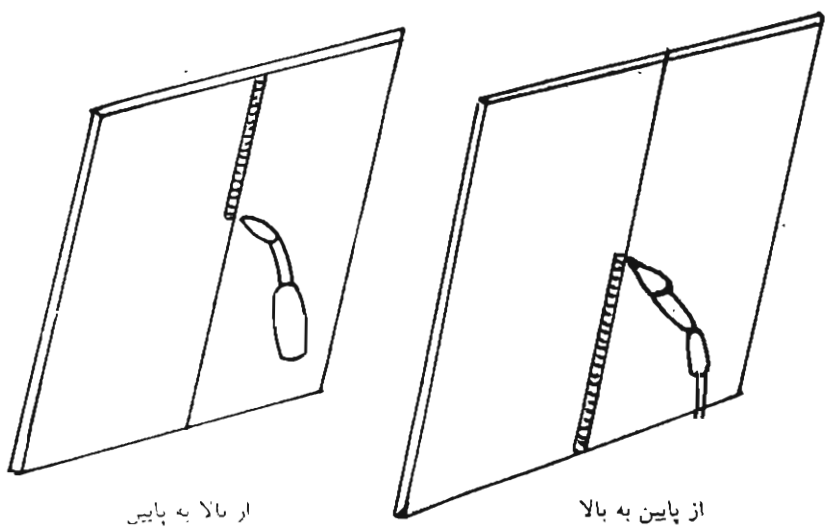
توضیح در قسمت (۲ ـ ۲ ـ ۳)



(شکل۲ـ ۱۰)

۳ـ۲ـ۱۰ ـ حالت قائم از بالا به پایین و از پایین به بالا :

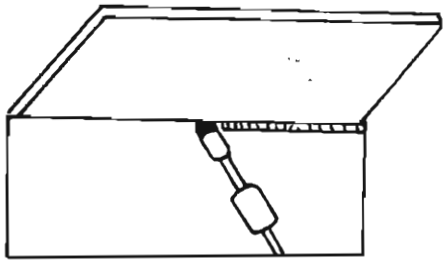
برای جوشکاری ازپایین به بالا توضیح در قسمت (۳ـ ۲ ـ ۳)جوشکاری از بالا **به پایین در جوشکاری MIG و MAG** زیاد بکار می رود و سرعت جوشکاری بیشتر **ازپایین به بالا می‌باشد و برای ورقه های** نازک ازبالا به پایین بیشتراستفاده می شود .



(شکل۳ـ ۱۰)

۴ ـ ۲ ـ ۱۰ حالت سقفی :

توضیح در ۴ ـ ۲ ـ ۳



(شکل ۴ ـ ۱۰)

۳ ـ ۱۰ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات در حالت تخت :

۱ ـ ۳ ـ ۱۰ ـ روش خال جوش زدن :

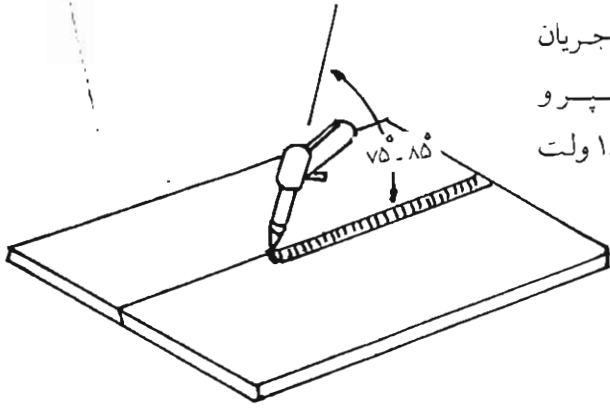
توضیح در ۲ ـ ۳ ـ ۳

فقط نوع دستگاه جوشکاری تفاوت دارد .

۲ ـ ۳ ـ ۱۰ ـ اتصال لب به لب ساده :

پس از خال جوش زدن قطعات انبر را طبق زاویه ای که در شکل نشان داده شده قرار می دهیم و جوشکاری را شروع می کنیم .

قطعه ای به ابعاد ۱/۶ × ۱۰۰ × ۲۰۰ ازفولاد معمولی انتخاب کرده وبه صورت لب به لب قرار می دهیم . و با قطر سیم ۰/۸ میلیمتر و سرعت تغذیه سیم۳/۵ الی ۳/۹ متر در دقیقه و فشار گاز Co_2 ۰/۷ تا ۰/۸ متر مکعب در ساعت جوشکاری را اجرا می نماییم و از روش چپ دستی استفاده می شود . جریان جوشکاری ۱۳۰ ـ ۱۱۰ آمپر و ولتاژ حدود ۱۹ ـ ۱۸ ولت می باشد .

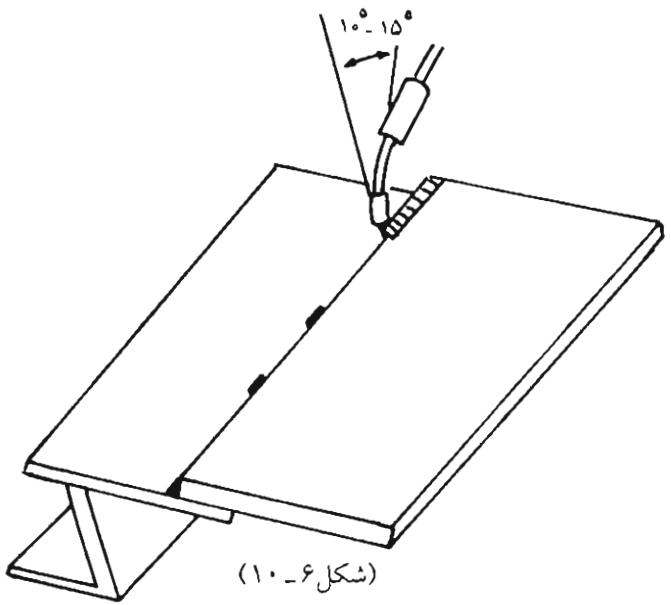


(شکل ۵ ـ ۱۰)

۳ـ۳ـ۱۰ ـ اتصال لب روی هم :

دو قطعه از فولاد معمولی به ابعاد ۲ × ۱۰۰ × ۲۰۰ میلیمتر انتخاب کرده و مطابق شکل زیر مونتاژ و خال جوش زده با قطر سیم یک میلیمتر ، سرعت تغذیه سیم حدود ۳ متر در دقیقه ، فشار گاز Co_2 حدود ۰/۹ متر مکعب در ساعت با جریان ۱۰۰ الی ۱۱۰ آمپر و ولتاژ ۱۹ ـ ۱۸ ولت و سپس جوشکاری را به روش چپ دستی انجام می دهیم .

لبه ها را حدود ۱۵ میلیمتر بر روی یکدیگر می گذاریم . قطعه را طوری قرار می دهیم که جوشکاری بصورت تخت انجام گیرد . (حالت°۴۵) . وقتی جوشکاری یک طرف انجام گردید ، طرف دوم را مثل جوشکاری طرف اول انجام می دهیم .

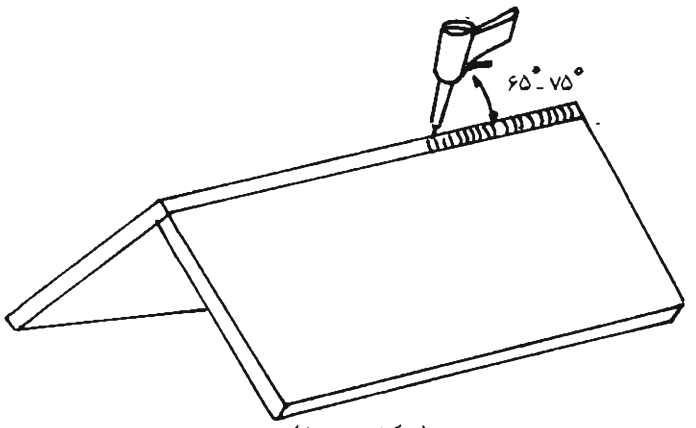


(شکل۶ـ۱۰)

۴ـ۳ـ۱۰ ـ اتصال گوشه ای خارجی :

دو قطعه با ابعاد۳ × ۱۰۰ × ۱۵۰ میلیمتر را انتخاب کرده با قطر سیم۱/۲ میلیمتر ، سرعت تغذیه سیم ۳ الی ۳/۳ متر در دقیقه ، فشار گازCo_2 ۰/۹ الی یک متر مکعب در ساعت با جریان ۱۳۰ تا ۱۵۰ آمپر و ولتاژ حدود ۱۹ تا ۲۱ ولت و جوشکاری را اجرا می نماییم . قطعات مطابق شکل مونتاژ و خال جوشر می گردند و با زاویه °۷۵ ،

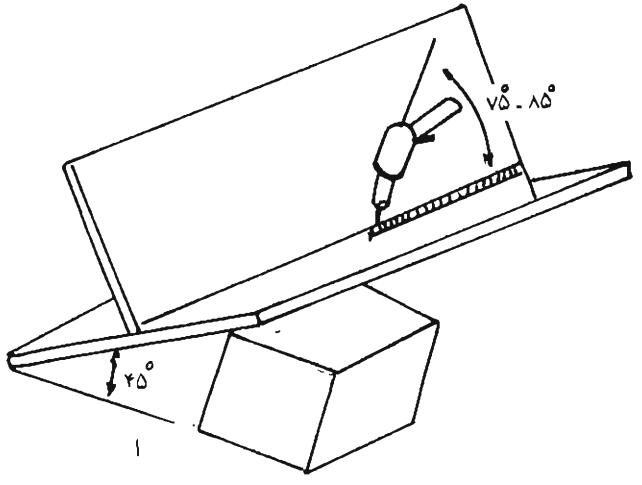
°۶۵ درجه جوشکاری به روش چپ دستی را انجام می دهیم .



(شکل۷ـ ۱۰)

۵ـ۳ـ۱۰ ـ اتصال سپری :

دو قطعه مطابق شکل به ابعاد ۱۰×۱۰۰×۲۰۰ میلیمتر انتخاب کرده و آنها را طوری قرار می دهیم که جوشکاری در حالت تخت انجام گیرد (حالت °۴۵ درجه) . زاویه انبر را ۸۵ ـ ۷۵ درجه قرار داده و جوشکاری را به روش چپ دستی اجرا می نماییم . پس از مونتاژ و خال جوش زدن قطعات جوشکاری ، یکطرف اتصال سپری را انجام داده و سپس طرف دیگر را انجام می دهیم .



(شکل۸ـ ۱۰)

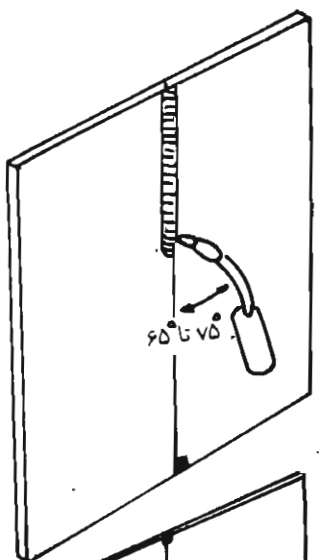
قطر سیم ۱/۶ میلیمتر ، سرعت تغذیه سیم ۵/۶ الی ۶/۴ متر در دقیقه ، فشار گاز Co_2 یک الی ۱/۱ متر مکعب در ساعت و جریان حدود ۳۶۰ ـ ۳۴۰ آمپر و ولتاژ ۳۴ ـ ۳۳ ولت ، انتخاب می گردد .

۴ ـ ۱۰ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات در حالت عمودی :

۱ ـ ۴ ـ ۱۰ ـ اتصال لب به لب ساده از بالا به پایین :

دو قطعه مطابق شکل به ابعاد ۱/۶×۱۰۰×۲۰۰ میلیمتر انتخاب کرده و آنها را در حالت تخت مونتاژ و خال جوش می‌زنیم سپس درحالت عمودی قرارداده و جوشکاری راازبالا به پایین انجام می دهیم.

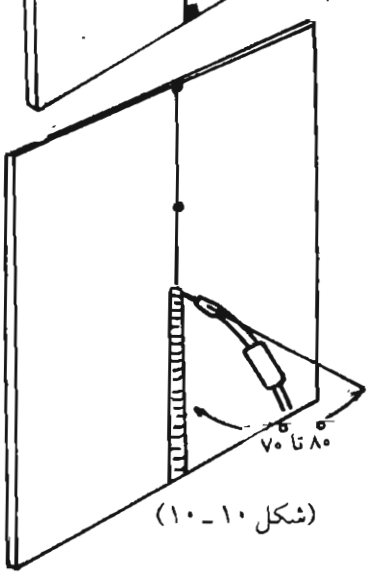
زاویه انبر ۷۵ـ۶۵ درجه نسبت به پایین فلز ، قطر الکترود ۰/۸ میلیمتر ، سرعت تغذیه سیم ۲/۵ تا ۲/۸ متردردقیقه ، فشار گاز Co_2 حدود ۰/۷ تا ۰/۸ متر مکعب در ساعت ، جریان حدود ۹۰ تا ۱۰۰ آمپر و ولتاژ ۱۸ ـ ۱۷ انتخاب می گردد .



(شکل ۹ ـ ۱۰)

۲ ـ ۴ ـ ۱۰ ـ اتصال لب به لب ساده از پایین به بالا :

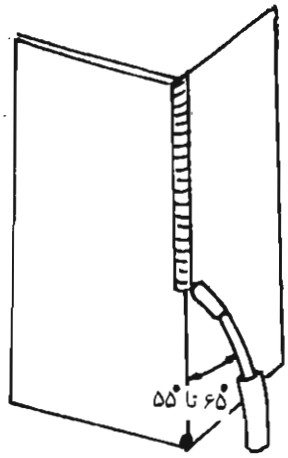
پس از مونتاژ و خال جوش زدن قطعات در حالت تخت آنها را به حالت عمودی قرار داده و انبررا با زاویه ۸۰ـ۷۰ درجه نسبت به پایین فلز قرارداده جوشکاری را با حرکت عرضی به سمت بالا اجرا می نمایم . در این حالت باید دقت نمود که کناره‌های جوش ، خوردگی نداشته باشند . سرعت جوشکاری از پایین به بالا کمتراز سرعت جوشکاری ازبالا به پایین می باشد .



(شکل ۱۰ ـ ۱۰)

۳ـ۴ـ۱۰ـ اتصال گوشه ای خارجی از بالا به پایین :

دو قطعه فولاد مطابق شکل به ابعاد ۱/۵×۱۰۰×۲۰۰ انتخاب کرده و پس از خال جوش و مونتاژ در حالت تخت آنها را به صورت عمودی قرار داده و جوشکاری را از بالا به پایین اجرا می نماییم.

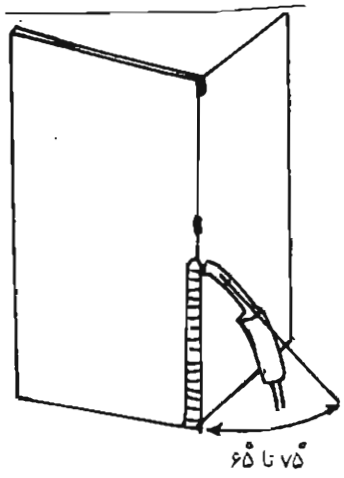


(شکل ۱۱ـ۱۰)

زاویه انبر نسبت به پایین فلز ۶۵ـ۵۵ درجه، قطر سیم ۰/۸ میلیمتر، فشار گاز Co_2 ۰/۷ تا ۰/۸ مترمکعب در ساعت، جریان جوشکاری ۸۰ تا ۹۰ آمپر و ولتاژ حدود ۱۷ تا ۱۸ ولت می باشد.

۴ـ۴ـ۱۰ـ اتصال گوشه ای خارجی از پایین به بالا :

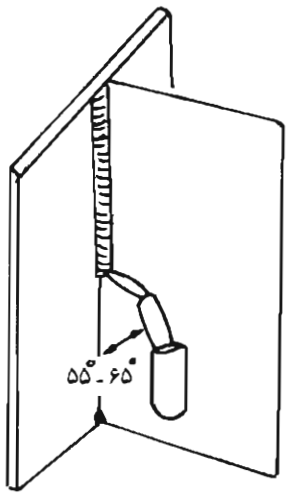
پس از خال جوش و مونتاژ قطعات در حالت تخت آنها را بصورت عمودی قرار داده و جوشکاری را از پایین به بالا انجام می دهیم. زاویه انبر نسبت به پایین فلز ۶۵ تا ۷۵ درجه می باشد. در جوشکاری از پایین به بالا حرکت عرضی می باشد. پس از جوشکاری، باید دقت نمود ذوب اضافی در لبه ها ایجاد نشود و کناره جوش خوردگی نداشته باشد.



(شکل ۱۲ ـ ۱۰)

۵ـ۴ـ۱۰ ـ اتصال سپری از بالا به پایین :

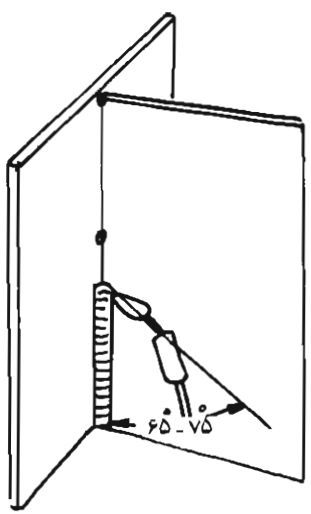
دوقطعه فولادمعمولی به ابعاد۵ ×۱۰۰ ×۲۰۰ میلیمترانتخاب کرده درحالت تخت مونتاژ وخال جوش می‌زنیم‌وبه صورت عمودی جوشکاری راازبالابه پایین اجرامی‌نماییم. قطر سیم ۱/۲ میلیمتر، سرعت تغذیه سیم ۳/۶ـ۳/۳ متر در دقیقه، فشار گاز دی اکسید کربن ۰/۸ ـ ۰/۷ مترمکعب در ساعت، جریان ۱۳۵ ـ۱۲۵ آمپر و ولتاژ را ۲۲ـ۲۱ ولت انتخاب می نماییم. دراینجا به حرکت عرضی نیازی نیست و با زاویه انبر ۶۵ ـ ۵۵ درجه نسبت به پایین فلز جوشکاری را انجام می دهیم. پس از جوشکاری یک طرف اتصال، طرف دیگر را نیز بهمین نحو اجرا می نماییم.



(شکل ۱۳ـ۱۰)

۶ـ۴ـ۱۰ ـ اتصال سپری از پایین به بالا :

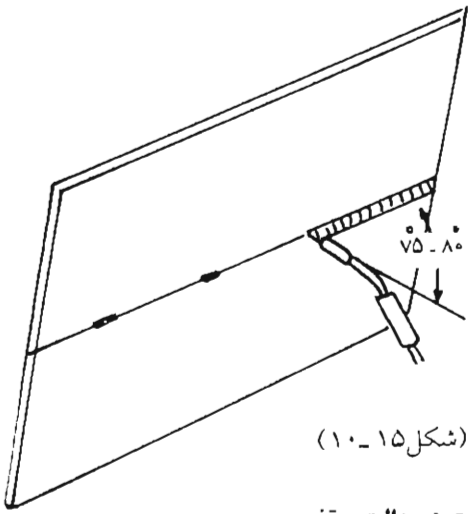
پس از مونتاژ و خال جوش قطعات در حالت تخت آنها را بصورت عمودی قرار داده و جوشکاری را بطرف بالا انجام می دهیم. زاویه انبر نسبت به پایین فلز ۷۵ـ ۶۵ درجه می باشد. گرده جوش در این حالت کمی محدب وبدون خوردگی کناره جوش است. وقتی جوشکاری یک طرف اتصال سپری انجام گردید، جوشکاری طرف دیگر را نیز مثل قسمت اول اجرا می نماییم.



(شکل۱۴ـ۱۰)

۷ ـ ۴ ـ ۱۰ ـ اتصال لب به لب بصورت افقی در حالت عمودی :

دو قطعه فولاد معمولی مطابق شکل به ابعاد ۳×۱۰۰×۲۰۰ میلیمتر انتخاب کرده و پس از خال جوش زدن قطعات در حالت تخت جوشکاری را به صورت افقی که قطعه آن در حالت عمودی قرار گرفته انجام می دهیم. زاویه انبر نسبت به جوش ۸۰ ـ ۷۵ درجه ، قطر سیم ۰/۸ میلیمتر ، سرعت تغذیه سیم ۳/۵ ـ ۳ متر در دقیقه، فشار گاز Co_2 ۰/۷ تا ۰/۸ متر مکعب در ساعت ، جریان جوشکاری ۱۰۰ ـ ۹۰ آمپر و ولتاژ ۱۸ ـ ۱۷ ولت انتخاب می گردد. در اینجا حرکت عرضی تا حدودی مورد نیاز بوده و به صورت ∿∿∿ می باشد.

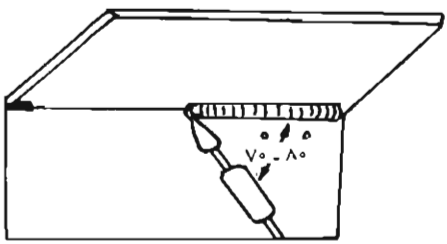


(شکل ۱۵ ـ ۱۰)

۵ ـ ۱۰ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات در حالت سقفی :

۱ ـ ۵ ـ ۱۰ ـ اتصال گوشه ای داخلی :

پس از مونتاژ و خال جوش زدن قطعات در حالت تخت آنها را مطابق شکل قرار داده و در حالت سقفی گوشه ای جوشکاری را انجام می دهیم. زاویه انبر نسبت به جهت جوش شده ۸۰ ـ ۷۰ درجه می باشد. روش چپ دستی را برای جوشکاری انتخاب می نماییم به دلیل این که جایی را که هنوز جوشکاری انجام نشده ، گاز محافظ محافظت می نماید در نتیجه نفوذ جوش بهتر می شود.



(شکل ۱۶ ـ ۱۰)

فصل ۱۱

توانایی جوشکاری انواع اتصالات فولاد معمولی با جوشکاری MIG وMAG در حالات مختلف با تهیه پخ:

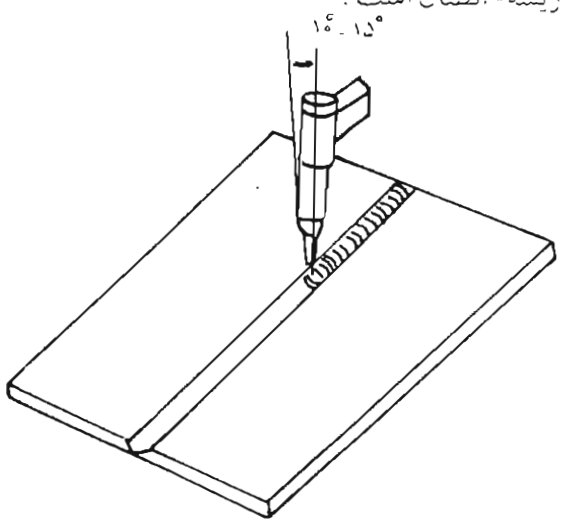
۱ ـ ۱۱ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات در حالت تخت :

۱ ـ ۱ ـ ۱۱ ـ ضخامت فلز مورد اتصال :

توضیح در قسمت (۱ ـ ۱ ـ ۴)

۲ ـ ۱ ـ ۱۱ ـ اتصال لب به لب :

پس از مونتاژ و خال جوش زدن قطعات اولین پاس را در شکاف فلز ایجاد می نماییم . دوقطعه فولادمعمولی به ابعاد ۱۰×۱۰۰×۲۰۰ میلیمتر و زاویه انبر نسبت به شیار جوش شده ۷۵ تا ۸۰ درجه است . برای اولین پاس، قطر سیم ۰/۸ ، سرعت تغذیه سیم ۳/۵ تا ۳/۹ متر در دقیقه ، فشار بر گاز Co_2 ۰/۷ تا ۰/۸ مترمکعب در ساعت . جریان ۱۴۰ ـ ۱۲۰ آمپر وولتاژ ۱۹ ـ ۱۸ ولت انتخاب می گردد این پاس ، «پاس ریشه» اتصال است .

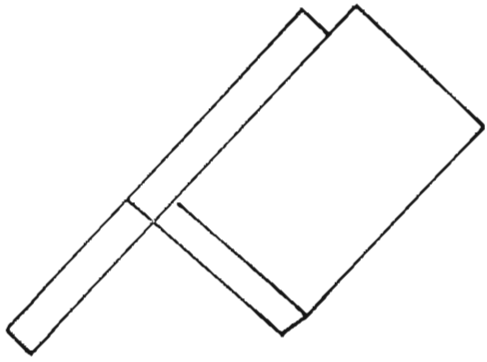


(شکل ۱ـ۱۱) ـ زاویه پخ ۶۰ فاصله دوفلز ۱/۵ میلیمتر پایه پخ فلز ۱/۵ میلیمتر

برای پاسهای پرکننده که ازقوس اسپری استفاده می شود، قطرسیم۱/۶ میلیمتر، سرعت تغذیه سیم ۴/۶ ـ ۵/۶ متر در دقیقه، فشار گاز Co_2 ۱/۱ ـ ۱ مترمکعب در ساعت، جریان ۳۶۰ ـ ۳۴۰ آمپر و ولتاژ ۳۴ ـ ۳۳ ولت انتخاب می گردد. وقتی اولین پاس تمام شد، سطح جوش را باید با برس سیمی تمیز و لایه های پر کننده را اجرا نمود. نفوذ جوش ۲ میلیمتر و ارتفاع گرده جوش نیز دو میلیمتر در نظر گرفته می شود. سطح نفوذ جوش کاملا باید یکنواخت و بدون نفوذ ناقص باشد.

۳ ـ ۱ ـ ۱۱ ـ اتصال گوشه ای خارجی :

پس از خال جوش و مونتاژ قطعات مطابق شکل روش جوشکاری را مطابق قسمت (۴ ـ ۳ ـ ۱۰) اجرا می نماییم، با این تفاوت که در این قسمت جوشکاری در چند پاس انجام می شود. پس از انجام پاس پایه که نفوذ کاملی ایجاد نمود، پاسهای پر کننده را نیز انجام می دهیم. پس از اتمام جوشکاری در لبه های اتصال نباید ذوب جوشکاری ایجاد گردد.



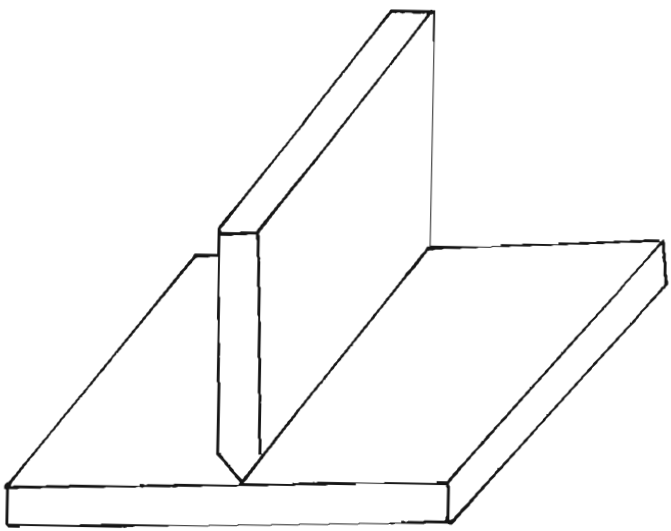
(شکل ۲ـ۱۱)

۴ ـ ۱ ـ ۱۱ ـ اتصال سپری :

پس از مونتاژ و خال جوش زدن قطعات اتصال سپری را به صورت ۴۵ درجه نسبت به سطح زمین قرار می دهیم که جوش درحالت تخت انجام گیرد(درصورت امکان).

پس ازانجام پاس ریشه فلز ، پاس بعدی رادرطرف دیگراتصال اجرامی کنیم ، سپس پاسهای پرکننده رادرهرطرف اتصال به نوبت تاپایان جوشکاری اجرا می کنیم .

روش کار همانند قسمت (۵ـ۳ـ۱۰) می باشد . درصورتیکه قطعه درحالت تخت روی زمین قرارمی گیرد باید دقت نمود که درفلزعمودی خوردگی کناره جوش ایجاد نگردد .

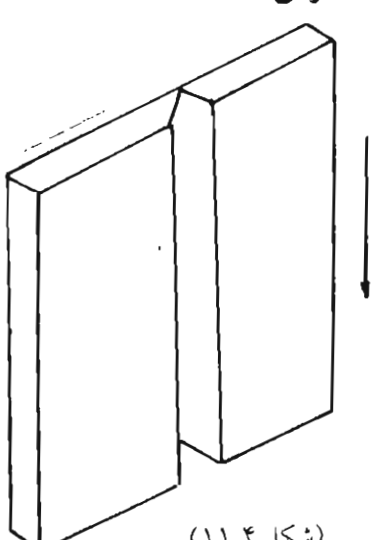


(شکل ۳ـ۱۱)

۲ ـ ۱۱ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات در حالت عمودی :

۱ ـ ۲ ـ ۱۱ ـ اتصال لب به لب از بالا به پایین :

فلزاتی که تا ۱۰ میلیمتر ضخامت داشته باشند می توان جوشکاری از بالا به پایین را روی آنها اجرا نمود . پس از مونتاژ وخال جوش قطعات در حالت تخت ، قطعات رابحالت عمودی قرارداده و جوشکاری را از بالا به پایین انجام می دهیم . روش کارمانند قسمت (۱ ـ ۴ ـ ۱۰) می باشد . پس ازانجام پاس ریشه و

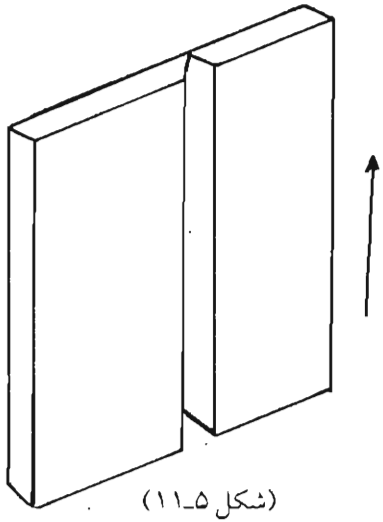


(شکل ۴ـ۱۱)

تمیز کاری آن، پاسهای پر کننده را می توان انجام داد تا جوشکاری کامل شود.

۲ـ۲ـ۱۱ ـ اتصال لب به لب از پایین به بالا :

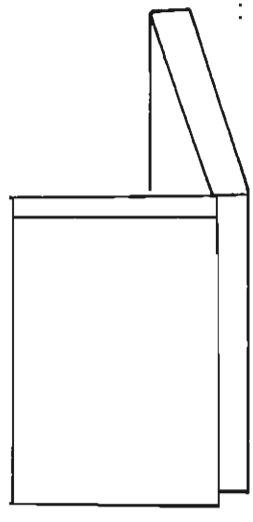
پس از مونتاژ و خال جوش قطعات در حالت تخت، آنها را به حالت عمودی قرار داده و جوشکاری را از پایین به بالا اجرا می کنیم. این حالت و روش برای فلزات ضخیم مورد استفاده قرار می گیرد و روش کار مانند قسمت (۲ـ۴ـ۱۰) می باشد. پس از انجام پاس ریشه، باید تمیز کاری سطح جوش را انجام داده و سپس پاسهای پر کننده را اجرا نمود. پس از اتمام جوشکاری باید دقت نمود که خوردگی کناره جوش وجود نداشته و تمام سطح جوش و نفوذ آن یکنواخت باشد.



(شکل ۵ـ۱۱)

۳ـ۲ـ۱۱ ـ اتصال گوشه ای خارجی از بالا به پایین :

قطعات را در حالت تخت بطوری مونتاژ و خال جوش می نماییم که لبه های داخلی اتصال در مسیر اتصال در مجاور یکدیگر قرار گیرند، سپس آنهارا به صورت عمودی قرار داده و جوشکاری را از بالا به پایین اجرا می نماییم. این روش وحالت جوشکاری تا ضخامت ۱۰ میلیمتر قابل اجرا می باشد. چون سرعت جوشکاری از بالا به پایین بیشتر از حالت پایین به بالا



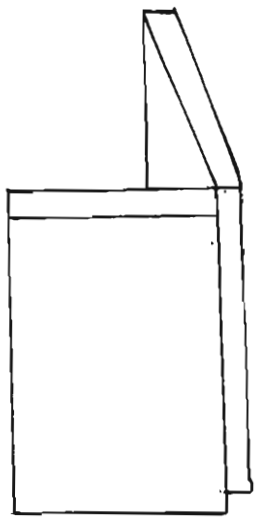
(شکل ۶ـ۱۱)

است بنابراین پیچیدگی قطعات کمترخواهد شد. روشهای جوشکاری مانند قسمت (۳ـ۴ـ۱۰) می‌باشد بااین تفاوت که دراین جا ازچندلایه جوش استفاده می شود.

۴ـ۲ـ۱۱ـ اتصال گوشه ای خارجی از پایین به بالا :

روش خال جوش و مونتاژ شبیه به قسمت (۳ـ۲ـ۱۱)می باشد ، فقط روش جوشکاری از پایین به بالا اجرا می شود . روش کار مانند قسمت (۴ـ۴ـ۱۰) است با این تفاوت که در اینجا از چندین لایه جوش استفاده می شود ، لایه اول برای نفوذبه داخل شیاروlایه های بعدی ، پاسهای پرکننده می باشند .

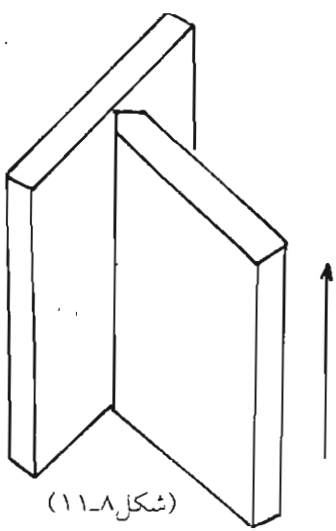
درروش از پایین به بالا معمولاً از حرکت عرضی استفاده می شود و چون حرکت بطرف بالا نسبت به روش از بالا به پایین آهسته تر می باشد و پیچیدگی آن نیز بیشتر است . سطح جوش باید محدب باشد .



(شکل۷ـ۱۱)

۵ـ۲ـ۱۱ـ اتصال سپری :

روش کارشبیه اتصال سپری بدون پخ در قسمت (۶ـ۴ـ۱۰) می باشد با این تفاوت که در اینجا از چند لایه جوش استفاده می شود. پس از مونتاژ و خال جوش ، اتصال در حالت تخت به حالت عمودی قرار داده و از پایین به بالا جوشکاری می کنیم. ابتدا یک پاس پایه



(شکل۸ـ۱۱)

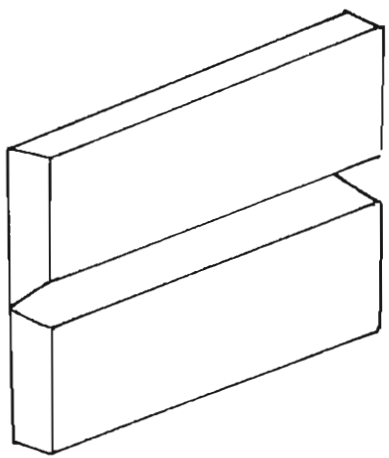
در یک طرف اتصال سپری و بعد پاس دوم را در طرف دیگر اتصال برقرار می کنیم و سپس پاسهای پرکننده را در هر طرف اتصال به نوبت اجرا می نماییم .

۶ ـ ۲ ـ ۱۱ ـ اتصال لب به لب بصورت افقی در حالت عمودی :

دو قطعه از فولادمعمولی به ضخامت ۱۰ میلیمتر و به طول و عرض ۱۰۰×۲۰۰ میلیمتر را با پخ جناغی یکطرفه با فاصله دو فلز ۱/۵ و پایه پخ ۱/۵ میلیمتر با پخ جناغی ۶۰ درجه موناژ و خال جوش می زنیم که به حالت عمودی بوده و جوش به صورت افقی انجام می گیرد .

پاس پایه :

قطر سیم ۰/۸ میلیمتر ، سرعت تغذیه سیم ۴/۵ ـ ۴ متر در دقیقه ، جریان ۱۳۰ ـ ۱۱۰ آمپر ، ولتاژ ۱۸ ـ ۱۷ ولت و با گاز دی اکسید کربن انتخاب می گردد .



(شکل ۹ـ۱۱)

پاس پر کننده :

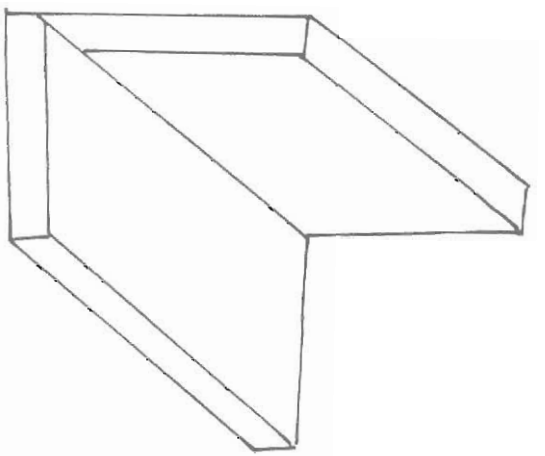
قطر سیم یک میلمتر ، سرعت تغذیه سیم ۴/۵ ـ ۴ متر در دقیقه جریان ۱۶۰ ـ ۱۴۰ آمپر و ولتاژ ۲۰ ـ ۱۹ ولت و با گاز دی اکسید کربن انتخاب می شود . این شکاف با ۴ پاس پر می گردد تا کامل شود . روش کار مانند قسمت (۷ ـ ۴ ـ ۱۰) می باشد .

۳ ـ ۱۱ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات در حالت سقفی

۱ ـ ۳ ـ ۱۱ ـ اتصال گوشه ای داخلی :

پس از اتصال قطعات و خال جوش زدن ، جوشکاری رامانندقسمت (۱ ـ ۵ ـ ۱۰) اجرا می نماییم . در این اتصال از چند لایه جوش استفاده می شود . لایه اول پاس

ریشه و پاسهای بعدی لایه های پر کننده می باشند . پاس پایه باید نفوذ کامل را به اتصال بدهد .



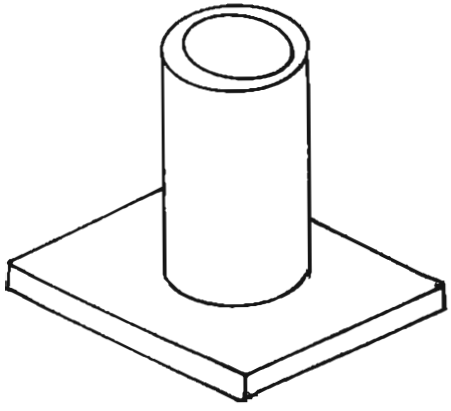
(شکل ۱۰ـ۱۱)

فصل ۱۲

توانایی جوشکاری انواع اتصالات لوله فولاد معمولی با جوشکاری MIG و MAG در حالات مختلف

۱ ـ ۱۲ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات لوله بدون تهیه پخ در وضع چرخشی :

۱ ـ ۱ ـ ۱۲ ـ اتصال لوله به ورق در حالت تخت :

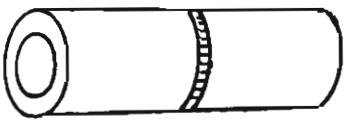


(شکل۱ ـ ۱۲)

پس از مونتاژ و خال جوش زدن لوله به ورق ، آن را در یک فیکسچر گردان قرار داده که قطعه مورد جوش در ضمن جوشکاری حرکت نماید و فقط دست ثابت بماند . انبر MIG را با زاویه حدود ۶۰ درجه نسبت به خط اتصال نگه می داریم تا جوش کامل گردد . زاویه انبر نسبت به فلز افق حدود ۴۵° است .

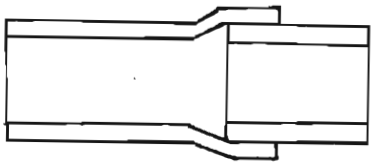
۲ ـ ۱ ـ ۱۲ ـ اتصال لب به لب لوله در حالت تخت :

چون جوشکاری لوله ها را نمی توان از طرف داخل انجام داد بنابراین باید در جوشکاری آنها دقت خاصی نمود و مهارت لازم را داشت . پس از مونتاژ و خال جوش زدن لوله ها آنها را در یک فیکسچر گردان قرار داده و انبر MIG را بطورثابت روی لوله می گذاریم (توسط دست نگهداشته می شود) وتا پایان جوشکاری این عمل را ادامه می دهیم . زاویه انبر نسبت به خط عمود بر لوله حدود ۳۰ درجه می باشد .



(شکل۲ ـ ۱۲)

۳ ـ ۱ ـ ۱۲ ـ اتصال لب روی هم لوله در حالت تخت :

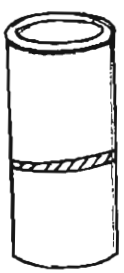


(شکل۳ ـ ۱۲)

در این حالت انتهای یکی از لوله ها را برای اینکه سر لوله دیگر به راحتی در آن جای بگیرد ، کمی باز می کنند و سپس با قرار دادن لوله در لوله ای که سر آن باز شده ، اتصال دو سر دو لوله را در یک فیکسچر گردان قرار داده و انبر MIG را بطور ثابت در محل اتصال قرارمی دهند و تا پایان جوشکاری ادامه دارد روش جوشکاری این اتصال مثل جوش گوشه ای است و باید زاویه انبر را مثل اتصال لب روی هم قرار داد .

۴ ـ ۱ ـ ۱۲ ـ اتصال لب به لب لوله به صورت افقی در حالت عمودی :

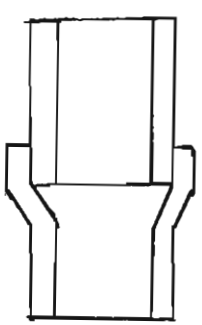
در این مرحله مثل قست (۲ ـ ۱ ـ ۱۲) لوله ها را مونتاژ و خال جوش زده با این تفاوت که لوله بصورت عمودی وجوش به صورت افقی انجام می گیرد ، لوله را در یک فیکسچر گردان قرار داده و انبر MIG را بطور تقریبا عمود با زاویه حدود ۶۰ درجه نسبت به پایین فلز تا پایان جوشکاری نگه می داریم .



(شکل۴ ـ ۱۲)

۵ ـ ۱ ـ ۱۲ ـ اتصال لب روی هم لوله بصورت افقی در حالت عمودی :

مانند قست(۳ ـ ۱ ـ ۱۲) لوله ها را مونتاژ و خال جوش نموده ، با این تفاوت که لوله را به صورت عمودی در فیکسچر گردان قرار داده و جوش به صورت افقی انجام می گیرد . برای اتصال لوله مانند جوش گوشه ای عمل می نماییم . دست را

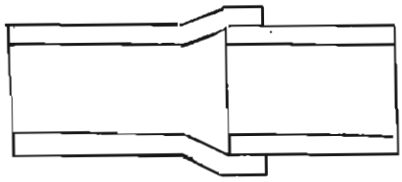


(شکل۵ ـ ۱۲)

بطور ثابت در محل اتصال نگهداشته سپس لوله می چرخد وتا پایان جوشکاری ادامه دارد .

۶ـ۱ـ۱۲ ـ اتصال لب روی هم لوله در حالت سقفی :

کلیه نکات قسمت (۳ـ۱ـ۱۲) را بایستی در این اتصال انجام داد ، با این تفاوت که لوله در سقف قرار گرفته و در روی یک فیکسچر گردان می باشد و جوشکار انبر MIG را بطور ثابت در حمل اتصال و تا پایان جوشکاری نگه می دارد . روش کار مانند اتصال لب روی هم انجام خواهد گرفت .

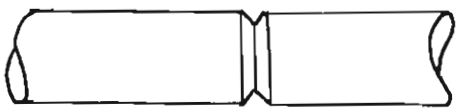


(شکل۶ـ۱۲)

۲ـ۱۲ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات لوله با تهیه پخ در وضع چرخشی :

۱ـ۲ـ۱۲ ـ اتصال لب به لب لوله در حالت تخت :

میله ای به قطر معینی که برابر فاصله دو لوله باشد انتخاب کرده و آن را به شکل عدد ۸خم نموده و درفاصله دو لوله قرار می دهیم و آنها را مونتاژ و خال جوش می نماییم . روش کارمثل قسمت(۲ـ۱ـ۱۲) می باشد ، با این تفاوت که لوله در این جا دارای جدار ه ایی ضخیم است و نیاز به پخ سازی دارد . و جوشکاری در چند پاس اجرا می گردد . ابتدا پاس پایه را انجام داده تا نفوذ کامل بدست آید و سپس پاسهای پرکننده را انجام می دهیم .

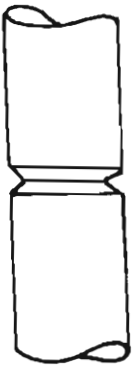


(شکل۷ـ۱۲)

۲ـ۲ـ۱۲ ـ اتصال لب به لب به صورت افقی در حالت عمودی :

روش کار مثل قسمت (۴ـ۱ـ۱۲) است با این تفاوت که لوله را پخ زده و نیاز به

چند پاس جوش دارد. پس از ایجاد پاس پایه که نفوذ کامل بدست آمد، پاسهای پرکننده را تا پایان جوشکاری اجرا می کنیم. مونتاژ این دو لوله مثل مونتاژ (۱ ـ ۲ ـ ۱۲) می باشد.

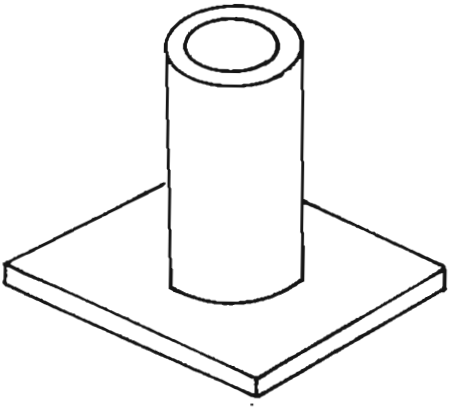


(شکل ۸ ـ ۱۲)

۳ ـ ۱۲ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات لوله بدون تهیه پخ در وضع ثابت

۱ ـ ۳ ـ ۱۲ ـ اتصال لوله به ورق :

پس از مونتاژ و خال جوش، زاویه مشعل MIG را مثل قسمت ۱ ـ ۱ ـ ۱۲ انتخاب نموده با این تفاوت که دراینجا لوله و ورق ثابت و دست جوشکاربرای انجام عملیات جوشکاری حرکت می نماید. برای لوله ها با قطر کم می توان جوشکاری را پشت سرهم انجام داد ولی برای لوله هایی با قطر بیشتر می توان جوشکاری رابه صورت مقطع انجام نمود.



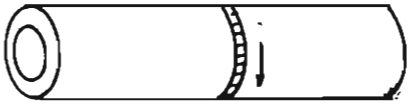
(شکل۹ ـ ۱۲)

۲ ـ ۳ ـ ۱۲ ـ اتصال لب به لب لوله در حالت تخت از بالا به پایین :

لوله ها را مثل قسمت (۲ ـ ۱ ـ ۱۲) مونتاژ و خال جوش زده با این تفاوت که لوله در اینجاثابت و فقط دست جوشکار حرکت می نماید. جوشکار انبر MIG را با زاویه حدود ۶۰ درجه نسبت به پایین درز به طرف پایین و تا پایان کار جوشکاری

حرکت می دهد . در این مرحله جوشکاری ، جوشکار باید زاویه انبر را تا پایان کار ثابت نگهدارد .

چون جدار لوله نازک است جوشکاری را از بالا به پایین انجام می دهیم . جوش را از ساعت ۱۲ شروع کرده تا ساعت ۳ ادامه می دهیم لوله را می چرخانیم تا انتهای جوش روی ساعت ۱۲ قرار گیرد تاساعت ۳ و همچنین تا پایان جوشکاری ادامه می دهیم .

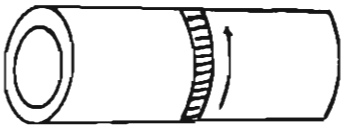


(شکل ۱۰ ـ ۱۲)

۳ ـ ۳ ـ ۱۲ ـ اتصال لب به لب لوله در حالت تخت از پایین به بالا :

لوله ها را مثل قسمت (۲ ـ ۱ ـ ۱۲) مونتاژ و خال جوش نموده با این تفاوت که لوله در اینجا ثابت و دست جوشکار حرکت می کند . در این جا ضخامت جداره لوله کمی بیشتر از قسمت (۲ ـ ۳ ـ ۱۲) است بنابراین جوشکاری را از پایین به بالا اجرا می نماییم .

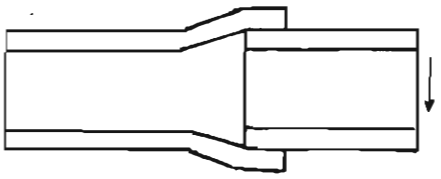
هنگام جوشکاری باید حرکت به صورت عرضی باشد که خوردگی کناره جوش درلوله و برآمدگی اضافی در وسط اتصال ایجاد نشود .



(شکل ۱۱ ـ ۱۲)

۴ ـ ۳ ـ ۱۲ ـ اتصال لب روی هم لوله در حالت تخت از بالا به پایین :

لوله رامثل قسمت(۳ ـ ۱ ـ ۱۲) مونتاژ و خال جوش نموده با این تفاوت که لوله دراینجا ثابت ودست جوشکارحرکت می کند ، چون جداره لوله نازک است جوشکاری از بالا به پایین اجرا می شود ، در اینجا

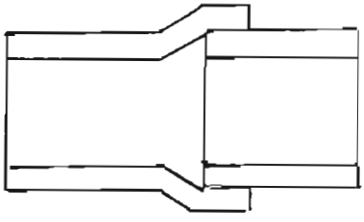


(شکل ۱۲ ـ ۱۲)

روش جوشکاری مثل اتصال لب روی هم اجرا می گردد .

۵ـ۳ـ۱۲ ـ اتصال لب روی هم در حالت تخت از پایین به بالا :

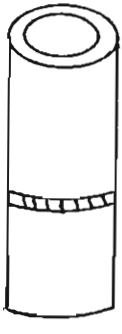
لوله را مثل قسمت (۲ ـ ۱ ـ ۱۲) مونتاژ و خال جوش نموده با این تفاوت که لوله ثابت و دست جوشکار حرکت می کند ، چون لوله ها جداره ضخیم تری نسبت به قسمت (۴ـ۳ـ۱۲) دارند بنابراین جوشکاری را از پایین به بالا اجرا می نماییم . روش جوشکاری اتصال لب روی هم اجرا می گردد .



(شکل ۱۳ ـ ۱۲)

۶ـ۳ـ۱۲ ـ اتصال لب به لب لوله بصورت افقی در حالت عمودی :

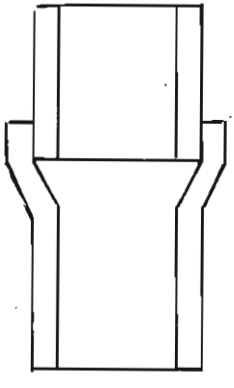
لوله ها را مثل قسمت (۴ ـ ۱ ـ ۱۲) مونتاژ و خال جوش نموده با این تفاوت که دراینجالوله ثابت ودست جوشکار حرکت می کند،چون دراینجا جوش کمی حالت افتادگی دارد باید با کنترل دقیق دست جوش را در دو لبه به یک اندازه ایجاد نمود تا خوردگی در کناره جوش لبه لوله بالایی ایجاد نشود .



(شکل ۱۴ ـ ۱۲)

۷ـ۳ـ۱۲ ـ اتصال لب روی هم لوله بصورت افقی در حالت عمودی :

لوله ها را مثل قسمت (۵ ـ ۱ ـ ۱۲) مونتاژ و خال جوش زده با این تفاوت که لوله ها ثابت ، دست جوشکار فقط حرکت می کند . روش جوشکاری مثل اتصال لب روی هم می ماند در اینجا باید دقت نمود که کناره جوش لوله بالایی



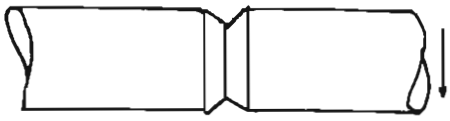
(شکل ۱۵ ـ ۱۲)

خوردگی نداشته باشد .

۴ ـ ۱۲ ـ شناسایی جوشکاری انواع اتصالات لوله با تهیه پخ در وضع ثابت :

۱ ـ ۴ ـ ۱۲ ـ اتصال لب به لب در حالت تخت از بالا به پایین :

لوله ها را مطابق قسمت (۱ ـ ۲ ـ ۱۲) مونتاژ و خال جوش زده ، با این تفاوت که در اینجا لوله ثابت و دست جوشکار حرکت می کند. لوله ها را با زاویه پخ حدود ۶۰ درجه با فاصله ۲/۵ و پایه پخ ۱/۵ میلیمتر مونتاژ می نمایند. ضخامت جداره لوله ۶ میلیمتر و طول هر لوله ۱۰۰ میلیمتر با قطر ۷۵ میلیمتر می باشد. جنس لوله از فولاد معمولی است ، قطر سیم ۰/۸ تا یک میلیمتر و گاز محافظ Co_2 حدود ۰/۷ تا ۰/۸ متر مکعب در ساعت انتخاب می شود. لوله های با جداره تا ۱۰ میلیمتر را می توان از بالا به پایین جوشکاری نمود.



(شکل ۱۶ ـ ۱۲)

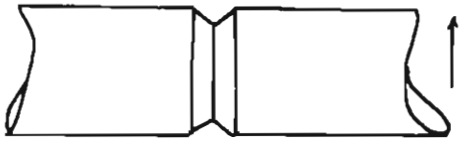
پس از ایجاد پاس پایه ، آن را تمیز نموده و پاسهای پر کننده را اجرا می نماییم. روش کار مثل قسمت (۲ ـ ۳ ـ ۱۲) می باشد.

۲ ـ ۴ ـ ۱۲ ـ اتصال لب به لب لوله در حالت تخت از پایین به بالا :

پس از مونتاژ و خال جوش زدن لوله ها مثل قسمت (۱ ـ ۲ ـ ۱۲) جوشکاری را از پایین به بالا اجرا می کنیم ، چون ضخامت جداره لوله بیشتر از ۱۰ میلیمتر می باشد. روش کار مثل قسمت (۲ ـ ۳ ـ ۵) است. با این تفاوت که در آنجا از روش TIG استفاده شده اما در این بخش از روش MIG نوع گاز دی اکسید کربن و قطر لوله "۸ با جداره $\frac{1}{2}$" می باشد.

پاس پایه :

قطر سیم $\frac{1}{32}$" ، آمپر ۱۵۰ ، ولتاژ ۲۰ ـ ۱۹ ولت



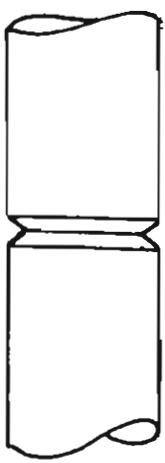
(شکل ۱۷ ـ ۱۲)

پاس پر کننده :

قطر سیم یک میلمتر ، آمپر ۱۳۰ تا ۱۴۰ و ولتاژ ۲۱ ـ ۲۰ ولت . استفاده از حرکت عرضی الزامی است .

۳ ـ ۴ ـ ۱۲ ـ اتصال لب به لب لوله به صورت افقی در حالت عمودی :

پس از مونتاژ و خال جوش زدن لوله ها مثل قسمت (۱ ـ ۲ ـ ۱۲)لوله را به حالت عمودی قرار داده ولی جوش آن بصورت افقی اجرا می گردد . لوله ثابت و دست جوشکار حرکت می کند . پس از ایجاد پاس پایه که نفوذ کامل را بدست آورد ، پاسهای پرکننده را اجرا می کنیم ولی باید دقت نمود که پاس نهایی کناره های آن در لوله بالایی خوردگی نداشته باشند .



(شکل ۱۸ ـ ۱۲)

لوله فولادی به قطر ۸ ـ ۴ اینچ ، قطر لوله ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیمتر ، جداره لوله $\frac{1''}{2}$ ـ $\frac{1''}{4}$ اینچ ، گاز دی اکسید کربن .

پاس پایه :

قطر سیم ۰/۸ میلیمتر ($\frac{1''}{32}$) ، شدت جریان ۱۴۰ آمپر ولتاژ ۲۲ ولت .

پاس پر کننده :

قطر سیم ۰/۸ میلیمتر ($\frac{1''}{32}$) ، شدت جریان ۱۶۰ آمپر ولتاژ ۲۰ ولت .

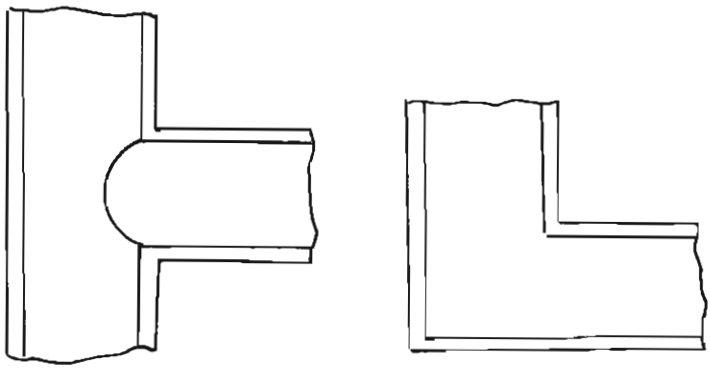
۵ ـ ۱۲ ـ شناسایی جوشکاری انشعابات لوله :

۱ ـ ۵ ـ ۱۲ ـ جوشکاری انشعابات لوله بدون تهیه پخ :

شکل الف ـ اتصال T ، دراینجا مطابق معمول لوله ها رامونتاژ وخال جوش زده ، سپس اقدام به جوشکاری آنها می کنیم تا نفوذ کافی بدست آید .

شکل ب ـ این نوع اتصال در لوله کشی ها زیاد کاربرد دارد و عمل جوشکاری

بدون پخ اتصال انجام می گیرد .

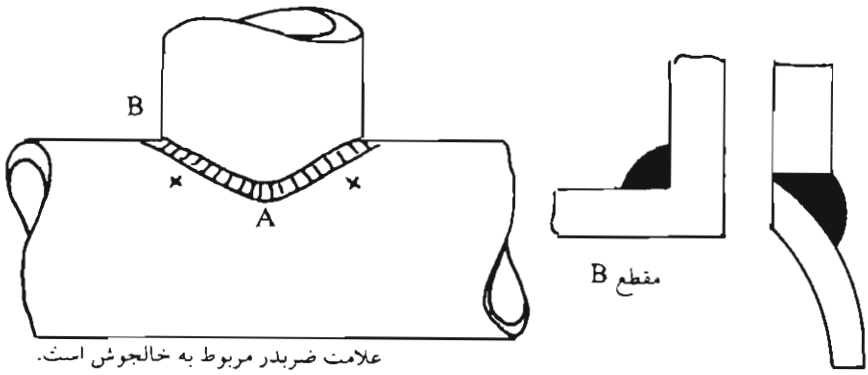


الف ب

(شکل ۱۹ـ۱۲)

۲ ـ ۵ ـ ۱۲ ـ جوشکاری انشعابات لوله با تهیه پخ :

پس از مونتاژ و خال جوش زدن لوله ها ، جوشکاری آن را قسمت به قسمت انجام می دهیم . باید سعی نمود که نفوذ کافی بدست آید تا در صورتیکه این لوله ها جهت مایعات یا گاز ها بکار روند نشتی در آنها نباشد .



(شکل ۲۰ـ۱۲)

فصل ۱۳

توانایی جوشکاری فولادهای زنگ نزن با روش MIG

۱ ـ ۱۳ ـ آشنایی با انواع فولادهای زنگ نزن :

۱ ـ ۱ ـ ۱۳ ـ فولاد زنگ نزن آستنیتی :

توضیح در قسمت (۱ ـ ۱ ـ ۶)

۲ ـ ۱ ـ ۱۳ ـ فولاد زنگ نزن ، مارتن زیتی :

توضیح در قسمت (۲ ـ ۱ ـ ۶)

۳ ـ ۱ ـ ۱۳ ـ فولاد زنگ نزن فریتی :

توضیح در قسمت ۳ ـ ۱ ـ ۶

۲ ـ ۱۳ ـ شناسایی اصول جوشکاری فولادهای زنگ نزن :

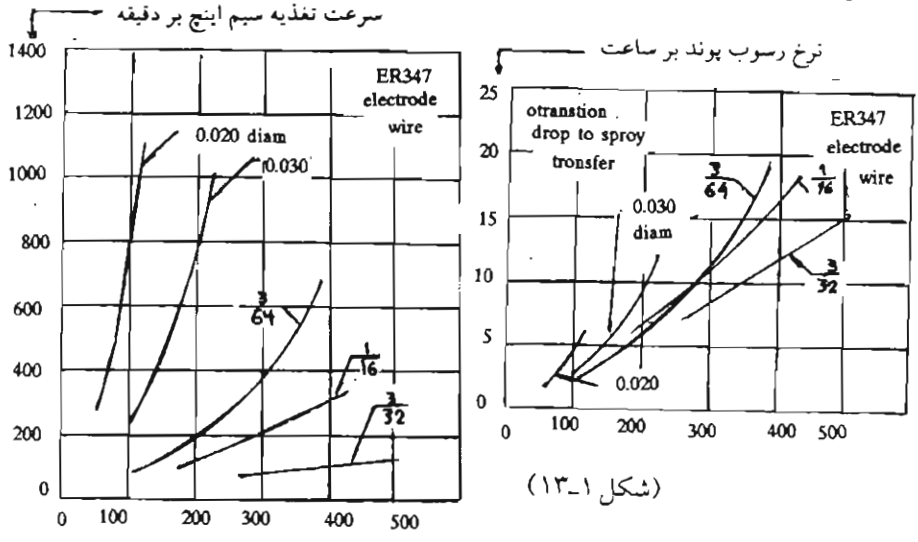
۱ ـ ۲ ـ ۱۳ ـ تمیزکاری :

توضیح در قسمت (۳ ـ ۲ ـ ۶)

۲ ـ ۲ ـ ۱۳ ـ سیم جوش :

قطر سیم جوشکاری MIG معمولاً بین ۰/۰۳۰ و $\frac{۳}{۳۲}$ اینچ می باشد . برای هر قطر سیم یک حداقل جریان جوشکاری معینی بایستی اضافه گردد تا به انتقال اسپری برسد . برای مثال ، هنگام جوشکاری فولاد زنگ نزن در یک محیط آرگن ـ اکسیژن با سیم الکترود فولاد زنگ نزن به قطر $\frac{۳}{۶۴}$ اینچ ، در جریان جوشکاری حدود ۲۲۵ آمپر با قطب معکوس جریان مستقیم، انتقال اسپری بدست خواهد آمد . شکل صفحه بعد (۱ ـ ۱۳) نمونه های سرعت رسوب و مقادیر جریان جوشکاری را برای اندازه های مختلف سیمER347 نشان می دهد ، که در اینجا از مخلوط آرگن

با یک در صد اکسیژن به عنوان گاز محافظ استفاده می گردد. با حداقل جریان ، حداقل ولتاژ قوس نیز بایستی بکار برده شود .



(شکل ۱ـ۱۳)

جدول زیر ۱۷ فلز پایه فولاد زنگ نزن سخت شده رسوبی و آستنیتی و سیم الکترودهای توصیه شده برای جوشکاری آنها را نشان می دهد. سیمهای ساخته شده از فولاد زنگ نزن با سیلیسیم زیاد و سیمهای جوشکاری فولاد زنگ نزن که فقط کرم دارند ، موجود می باشند. وقتی که سیمهای آستنیتی با سیلیسیم زیاد مورد استفاده قرار می گیرند ، بویژه خصوصیات جوشکاری خوب را با انتقال مدار کوتاه دارند. جدول (۱ـ۱۳) سیم های توصیه شده برای جوشکاری MIG و زیر پودری فولادهای زنگ نزن آستنیتی و PH .

فلزپایه	فلزپرکننده
301, 302	ER308
304	ER308
308	ER308
304L	ER308L
309	ER309
310	ER310
316	ER316
316L	ER316L
317	ER317
330	 330
321	ER321
347	ER347
17 - 7 PH Mo ..	17-7 PH
17 - 4 PH .. PH	15-7 Mo
AM - 350	AM - 350
AM - 355	AM - 355

(جدول ۱ـ۱۳)

۳ ـ ۲ ـ ۱۳ ـ گاز محافظ :

انتخاب گاز محافظ برای جوشکاری فولاد زنگ نزن بطور قابل ملاحظه ای نسبت به فولادهای آلیاژی و کربندار محدودتر است. مخلوط چند گاز بطور رضایتبخش آزمایش شده است. روش انتخاب فلز در انتخاب گاز محافظ اثر می گذارد. برای مثال ، با انتقال اسپری یا ضربه ای ، مخلوط ۹۹ درصد آرگن و یک درصد اکسیژن به عنوان گاز محافظ بطور وسیع مورد استفاده قرار می گیرد و معمولاً توصیه می شود.

در بعضی دستگاهها ۹۸ درصد آرگن و ۲ درصد اکسیژن با موفقیت بوده است. برای انتقال مدار کوتاه. مخلوط ۹۰ درصد هلیوم ، ۷/۵ درصد آرگن و ۲/۵ درصد دی اکسید کربن برای محافظت در همه جا بکار می رود. اما هلیوم بدلیل قیمت زیادش معمولا مقام خود را از دست داده است. بهر حال مخلوطی که در بالا از هلیوم و آرگن تقسیم بندی گردیده ، معکوس شده است (یعنی ۹۰ درصد آرگن ، ۷/۵ درصد هلیوم و ۲/۵ در صد دی اکسید کربن) و برای انتقال مدار کوتاه بطور موفقیت آمیز آزمایش گردیده است. علاوه بر تغییرات دیگر ، گاز محافظ در جوشکاری MIG برای فولاد زنگ نزن بایستی حداقل ۹۷/۵ درصد گاز خنثی یابی اثر (آرگن یا هلیوم یا مخلوط هر دو) باشد. وقتی دی اکسید کربن بکار می رود ، معمولاً حداکثر ۲/۵ درصد دی اکسید کربن برای ابقاء کیفیت جوش و مقاومت لازم است.

۴ ـ ۲ ـ ۱۳ ـ جریان جوشکاری :

در این فرآیند قطب جریان مقدمتا بستگی به نفوذ خوب دارد. بیشترین نفوذ با قطب معکوس (الکترود مثبت) بدست می آید. بی توجهی از برخورد الکترونها در سیم الکترود (مثلا در قطب معکوس) یا روی فلز (مثلاً در قطب مستقیم) ، حرارت باعث ریزش قطرات مذاب فلز بر روی فلز پایه می گردد. در اثر قطرات فلز موجود که تحت تاثیر نیروی قابل ملاحظه یونهای مثبت گاز قرار گرفته اند ، قطب

معکوس استفاده می شود که نتیجه اش نفوذ عمیق می باشد. برعکس وقتی قطب مستقیم بکار می رود، نیروی بکار رفته در قطرات فلز توسط یونهای گاز به نگهداری آنها کمک می نماید که نتیجه اش نفوذ کم عمق است. برآوردشده که ۹۵ درصد از تمام جوشکاریهای فولاد زنگ نزن توسط قطب معکوس جریان مستقیم انجام می گیرد.

قطب مستقیم در جایی بکار می رود که نیاز به نفوذ کم عمق داشته باشد. به دلیل مقاومت الکتریکی فولادهای زنگ نزن که مقدارآن بیشتر ازفولاد کربن است، نرخ رسوب الکترود بیشتر است. در میان بعضی از ورقهای مختلف، نرخ رسوب یکسان می تواند برای فولادهای زنگ نزن در حدود ۸۰ درصد جریان نیاز شده و برای فولادهای کربن دار معمولی انجام گیرد، شرایط دیگر یکسان می باشد. بعضی از انواع مقادیر جریان برای شرایط مخصوص در جدولهای ۲ ـ ۱۳ و ۳ ـ ۱۳ نشان داده شده اند.

۵ ـ ۲ ـ ۱۳ ـ نوع انتقال قوس:

الف ـ انتقال اسپری:

برای انتقال اسپری از فلز الکترود به فلز پایه، نیاز اصلی شدت جریان زیاد می باشد. دریک جریان مینیمم که با قطر و نوع سیم الکترود تفاوت خواهد داشت، عبور فلز از میان قوس از حالت قطره ای خیلی بزرگ تا یک جریان قطره ای بسیار ریز از نوک الکترود بصورت محوری خارج می شود. انتقال فلز از حالت ذرات نامنظم و پراکنده به صورت مداوم و منظم در می آید. قوس شبیه به یک مخروط ناقص ویاریک است که انتقال فلز از داخل این مخروط صورت می گیرد، درصورتی که از جریان و ولتاژ زیاد استفاده گردد، حوضچه جوش کاملاً سیال می شود و جوشکاری به حالت کف و افقی محدود می گردد. وقتی که از قطب معکوس استفاده می شود، نرخ رسوب بالاست، نفوذ عمیق و استثنائاً قوس باثبات می باشد. حداقل ضخامت فولاد زنگ نزن که می تواند مناسب جوشکاری

انتقال اسپری باشد حدود $\frac{۱}{۸}$ اینچ است. معمولاً برای انتقال اسپری در مواردی هم ضخامت $\frac{۱}{۴}$ تا یک اینچ استفاده می شود.

قطرالکترود برای انتقال اسپری معمولاً ۰/۰۴۵ تا $\frac{۳}{۳۲}$ اینچ می باشد (جدول قسمت۴ـ۲ـ۱۳). در اتصالات لب به لب بدون پخ برای جلوگیری از چکیدن قطرات مذاب بایستی از تسمه زیر سری استفاده نمود. وقتی که مونتاژ مورد جوشکاری ضعیف یا از زیر سری مسی نمی توان استفاده نمود، برای پاس ریشه جهت به حداقل رساندن چکیدن قطرات، انتقال مدار کوتاه استفاده خواهد شد.

ب ـ انتقال مدار کوتاه :

جوشکاری با قوس مدار کوتاه برای جریانهای کمتر (معمولاً ۵۰ تا ۲۲۵ آمپر)، ولتاژ کم (۱۷ تا ۲۴ ولت) و سیمهای به قطر کم (۰/۰۳۰، ۰/۰۳۵، ۰/۰۴۵ اینچ) بکار می رود. قطر سیمهای فوق بیشتر شناخته شده اند و مورد استفاده قرار می گیرند. اندازه قوس مدار کوتاه که فاصله بین سیم الکترود و فلز می باشد همیشه کوتاه است. برای انتقال فلز که بصورت یک جریان منظم که می تواند از ۲۰تا ۲۰۰ قطر در ثانیه باشد، صورت می گیرد. در نتیجه یک قوس پایدار با انرژی و حرارت وارده کم برای مقاطع نازک می باشد که در تمام حالات بکار می رود. حرارت وارده کم، پیچیدگی فلز را نسبت به قوس اسپری برای جوشکاری اتصالاتی که مجموعه ضعیف دارند، بحداقل می رساند.

ویژگی مدار کوتاه نمی تواند برای انجام کامل کار با واحدهای مولد برق قراردادی و معمولی بدست آید. ماشینهایی موجود هستند که دارای تنظیم کننده های ولتاژ، ولتاژ ورودی وجریان خروجی و مقاومت القایی می باشند، این وسیله برای ایجاد جریانهای کنترل شده بکار می رود که برای اجرای انتقال مدار کوتاه در فولاد زنگ نزن مورد نیاز می باشد.

ج ـ انتقال قوس ضربه ای :

انتقال قوس ضربه ای شبیه به انتقال اسپری است که ضربه ها بجای اینکه اتفاقی باشند، درفواصل مساوی و منظم ایجاد می شوند. در فواصل زمانی بین ضربه ها، جریان جوشکاری کاهش یافته و انتقال فلز رخ نمی دهد. ضربه توسط ترکیب دو

سطح جریان ایجاد شده بوسیله دو مولد برق جداگانه بدست می آید. یک مولد برق، زمینه ای را برای پیش گرمایی و جلو رفتن سیم الکترود و مولد دیگر، یک جریان حداکثر برای نیروی قطرات مذاب سیم از الکترود به فلز را آماده می نمایند. قطرات در هر ثانیه ۵۰ بار از الکترود (یا چند برابر) جدا شده و به سطح فلز روانه می گردند، چون جریان حداکثر با فرکانس خطی انجام می گیرد. قطر سیمهای الکترود از ۰/۰۴۵ تا $\frac{۱}{۱۶}$ اینچ اکثراً برای انتقال قوس ضربه ای جهت فولاد زنگ نزن استفاده می شود. به دلیل حرارت وارده کم، این فرآیند مناسب جوشکاری قطعات نازکتر و همچنین برای جوشکاری با انتقال اسپری معمولی عملی است و پیچیدگی فلز را نیز کمتر می نماید.

۶ـ۲ـ۱۳ ـ طرح اتصال :

طرح اتصالات شبیه به فولاد معمولی است.

۷ـ۲ـ۱۳ ـ عیوب جوش :

توضیح در قسمت (۸ـ۲ـ۶)

۸ـ۲ـ۱۳ ـ جلوگیری از عیوب جوش :

توضیح در قسمت (۹ـ۲ـ۶)

۹ـ۲ـ۱۳ ـ روش جوشکاری فولاد زنگ نزن به روش MIG :

جوشکاری MIG برای تمام فولادهای زنگ نزن مناسب است، زیرا ترکیب فولاد زیاد تغییر نمی کند گاز خنثی بکار رفته و واکنش فلز و گاز وجود ندارد، فلاکسی بکار نمی رود که واکنش سرباره فلز و ناخالصی های غیرفلزی وجود داشته باشد. بنابراین جوشکاری MIG جهت سرعت کار برای فولادهای زنگ نزن قابل قبول است.

تعداد پاس	سرعت جوشکاری اینچ بردقیقه	سرعت تغذیه سیم اینچ بردقیقه	جریان به آمپر (Dcrp)	قطرسیم به اینچ	آماده کردن اتصال و لبه	ضخامت ورقه به اینچ
1	20	110 - 150	200 - 250	1/16	Square butt with backing	0.125 .....
2	15	150 - 200	250 - 300	1/16	Single - V butt, 60° incl angle, no root face	0.250 .....
2	20	225 - 250	275 - 325	1/16	Single - V butt, 60° incl angle, 1/16- in. root face	0.375 .....
3 - 4	5	75 - 85	300 - 350	3/32	Single - V butt, 60° incl angle, 1/16- in. root face	0.500 .....
5 - 6	4	85 - 95	350 - 375	3/32	Single - V butt, 90° incl angle, 1/16- in. root face	0.750 .....
7 - 8	2	85 - 95	350 - 375	3/32	Single - V butt, 90° incl angle, 1/16- in. root face	1.000 .....

(جدول ۲ـ۱۳) ـ شرایط اسمی برای جوشکاری MIG فولاد زنگ نزن با قوس اسپری

تعداد پاسها	سرعت جوشکاری اینچ بردقیقه	سرعت سیم اینچ بردقیقه	ولتاژ به ولت	جریان به آمپر (Dcrp)	قطرسیم به اینچ	آماده کردن لبه و اتصال	ضخامت ورقه به اینچ
1	18	184	21	85	0.030	Nonpositioned fillet or lap	0.063 .....
1	20	184	22	85	0.030	Butt (square edge)	0.063 .....
1	14	192	22	90	0.030	Nonpositioned fillet or lap	0.078 .....
1	12	192	22	90	0.030	Butt (square edge)	0.078 .....
1	15	232	23	105	0.030	Nonpositioned fillet or lap	0.093 .....
1	16	280	23	125	0.030	Nonpositioned fillet or lap	0.125 .....

a ـ با گاز محافظ ۹۰ درصد هلیوم ، ۷/۵ درصدآرگن ، ۲/۵درصد دی اکسیدکربن

(جدول ۳ـ۱۳) ـ شرایط اسمی برای جوشکاری MIG فولاد زنگ نزن آستنیتی با قوس مدارکوتاه (a)

۱۰ ـ ۲ ـ ۱۳ ـ تنش زدایی بعد از جوشکاری :

توضیح در ۱۱ ـ ۲ ـ ۶

۱۱ ـ ۲ ـ ۱۳ ـ جوشکاری لوله فولاد زنگ نزن :

روش جوشکاری مانند فولاد معمولی است ، با این تفاوت که گاز محافظ باید در داخل لوله نیز جهت جلوگیری از اکسید اسیون جوش وجود داشته باشد . حرارت وارده به فلز باید کم باشد ، زیرا اکسید کرم تشکیل خواهد شد که در منطقه حرارت دیده ایجاد ترک می نماید .

فصل ۱۴

توانایی جوشکاری آلومینیوم و آلیاژهای آن بروش MIG

۱۴ ـ ۱ ـ شناسایی اصول جوشکاری آلومینیوم و آلیاژهای آن :

۱ ـ ۱ ـ ۱۴ ـ ترکیبات فلز پایه :

توضیح در قسمت (۱ ـ ۱ ـ ۷)

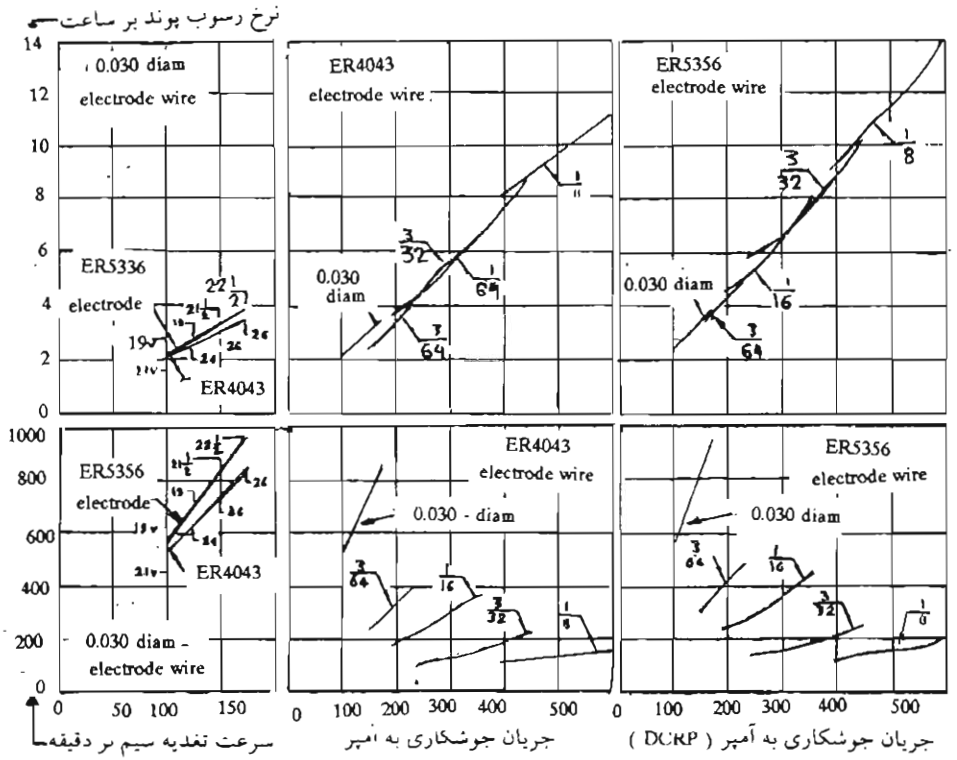
۲ ـ ۱ ـ ۱۴ ـ آلیاژهای ریختگی :

توضیح در قسمت (۲ ـ ۱ ـ ۷)

۳ ـ ۱ ـ ۱۴ ـ ترکیبات سیم جوش :

دسته بندی و ترکیبات سیمها در جدول قسمت (۳ ـ ۱ ـ ۷) جوشکاری TIG آلومینیوم نشان داده شده اند . اندازه های سیم استاندارد در قرقره های یک پوندی و ۱۰ پوندی با قطرهای ۰۳۰ / ۰ تا ۰۴۰ / ۰ اینچ و در قرقره های یک پوندی با قطر $\frac{۳}{۶۴}$ تا $\frac{۱}{۸}$ اینچ موجود هستند . نرخ رسوب و سیم مصرفی بدست آمده با دو الکترود معمولی با اندازه های استاندارد برای شرایط جوشکاری گوناگون در (شکل ۱ ـ ۱۴) نشان داده می شود . مصرف سیم باید طوری انتخاب شود که به همان سرعتی که سیم از انبر بیرون می آید مصرف گردد ، سیم را بیشتر از $\frac{۳}{۸}$ اینچ از پستانک گاز محافظ خارج نکنید . جلوی انبر بیشتر از ۱۰ درجه انحراف نداشته باشد . طول قوس که می بایست مورد استفاده قرار گیرد بستگی به ضخامت فلز ، نوع اتصال و جریان جوشکاری دارد .

هنگام ایجاد جوشهای گوشه ای کوچک و جوشکاری اتصالات لب به لب با شیار باریک ، بهتر است که از قوس کوتاه استفاده گردد . طول قوس معمولاً $\frac{۱}{۸}$ تا $\frac{۳}{۸}$ اینچ است . اندازه سیم بستگی به شرایط و حالات جوشکاری برای کار مورد نظر دارد .



(شکل ۱ـ۱۴)

۴ ـ ۱ ـ ۱۴ ـ آماده سازی اتصالات :

توضیح در قسمت (۴ ـ ۱ ـ ۷)

۵ ـ ۱ ـ ۱۴ ـ تمیز کاری :

توضیح در قسمت (۵ ـ ۱ ـ ۷)

۶ ـ ۱ ـ ۱۴ ـ مولد برق :

تنها جریان مستقیم قطب معکوس (الکترود مثبت) که نفوذ خوبی ایجاد می کند و عامل تمیزکننده ای در سطح کار است درجوشکاری MIG آلیاژهای آلومینیوم مورد استفاده قرار می گیرد . مولدهای برق وجریان مستقیم ضربه‌ای و ثابت وسیستم های سیم مصرفی ، انبر الکترود و سیستم های کنترل بکار رفته در جوشکاریٔ MIG آلیاژهای آلومینیوم مثل جوشکاری MIG سایر فلزات می باشد .

سیستم های فشار ی سیم مصرفی می توانندسیم آلومینیومی با قطر ۰/۰۴۵ اینچ را مورد استفاده قرار دهند ولی برای سیمهای نازک تر ، سیستم کششی یا سیستم رفت و برگشت می بایستی بکار رود. قرقره های متحرک شیار دار ترجیح داده می شوند؛ ذرات کوچک فلزی قرقره های آجدار و دندانه دار احتمالاً کند می شوند که می توانند وارد مجرای سیم گردند و آن را کُند کرده و سیم مصرفی رامتوقف نمایند. هادیهای سیم ، هدایت کننده های ورودی ، خطوط راهنما و بوش ها برای سیم الکترودهای آلومینیومی باید تماماً نایلون یا ساختمان آنها تماماً تفلون باشد.

۷ـ۱ـ۱۴ ـ مشخصات قوس :

افزیش جریان جوشکاری از کم به زیاد ، قوس را از یک انتقال فلزی اتصال کوتاه به انتقال فلزی کروی (گلوله ای) و سپس به یک انتقال اسپری تغییر می دهد به اشکال قسمت های (۱ـ۱ـ۹ ، ۲ـ۱ـ۹ ، ۳ـ۱ـ۹) توجه کنید .

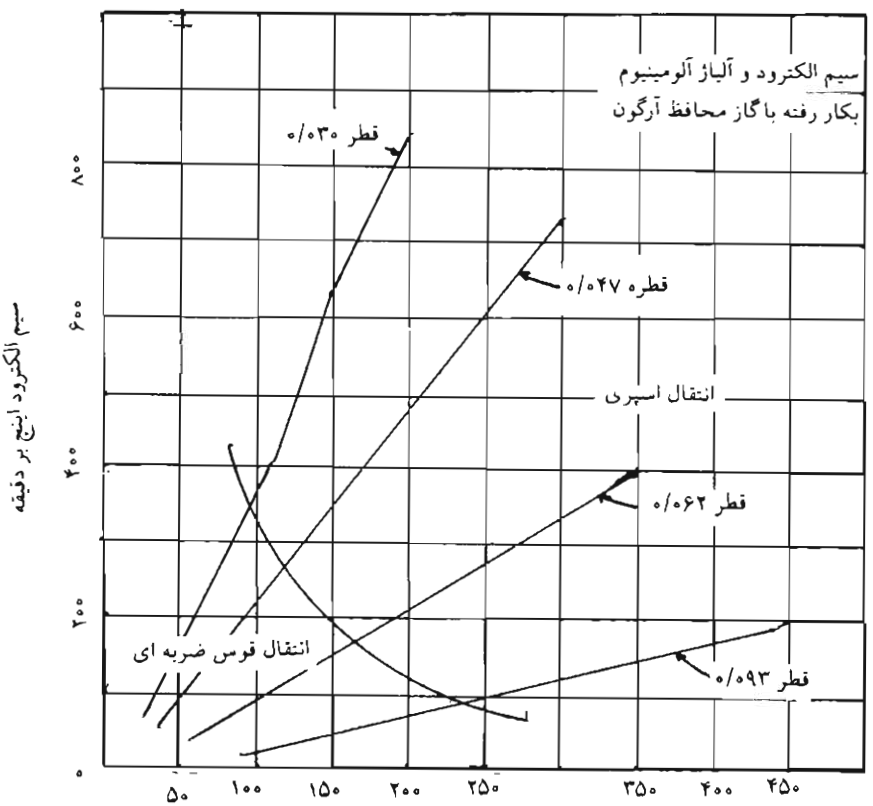
انتقال اسپری ایجاد شده توسط قوس جریان یکنواخت و ضربه ای برای تقریباً تمام جوشکاریهای MIG آلیاژهای آلومینیوم مورد استفاده قرار می گیرد. برای ایجاد انتقال اسپری از قوسهای جریان یکنواخت احتیاج به شدت جریانهای زیادی هنگام جوشکاری آلیاژهای آلومینیوم لازم است.

غیرمعمول نیست که مقدار دانسیته جریان از ۵۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰ آمپر بر اینچ مربع سطح مقطع الکترود بکار رود. در مقابل دانسیته جریان در جوشکاریTIG آلیاژهای آلومینیوم و در جوشکاری MIG فولاد حدود ۱۰۰۰۰ آمپر بر اینچ مربع الکترود می باشد. مقادیر جریان یکنواخت و شدت جریانی که در انتقال از کروی به انتقال اسپری ایجاد می شود بستگی به اندازه الکترود و ولتاژ قوس بکار رفته دارد.

در الکترود به قطر $\frac{۳}{۶۴}$ اینچ و ولتاژ ۳۱ـ۲۲ ولت ، تغییری در نوع انتقال در حدود ۱۲۰ آمپر یا حدود ۷۰۰۰۰ آمپر بر اینچ مربع ایجاد می نماید. با افزایش قطر الکترود به $\frac{۳}{۳۲}$ اینچ ، جریان انتقال به حدود ۲۲۰ آمپر افزایش می یابد ، اما شدت جریان به حدود ۳۰۰۰۰ آمپر بر اینچ مربع کم می شود. وقتی که قطرهای الکترود

بیشتر از استاندارد باشد ، شدت جریان برای انتقال باز هم کاهش می یابد .

جریانهای یکنواخت و سرعت های سیم مصرفی که در انتقال رخ می دهند ، در الکترودهایی با اندازه استاندارد در شکل (۲ ـ ۱۴) نشان داده می شود .



(شکل ۲ ـ ۱۴) ـ تاثیر سرعت تغذیه سیم و جریان جوشکاری برای اندازه های مختلف سیمهای الکترود در جوشکاری MIG . انتقال از قوس ضربه ای به اسپری

۸ ـ ۱ ـ ۱۴ ـ گازهای محافظ :

در جوشکاری MIG آلیاژهای آلومینیوم ، آرگن ، هلیوم یا مخلوطی از دو گاز مورد استفاده قرار می گیرند . جدول زیر گازهایی را که برای انواع ضخامتهای آلیاژ آلومینیوم مورد جوش مناسب هستند فهرست می نماید .

گازهای محافظ و مخلوط آنها که عموما در جوشکاری MIG آلیاژهای آلومینیوم بکار می رود .

ضخامت فلزبه اینچ	گازمحافظ و مخلوط
صفر تا $\frac{3}{4}$	آرگن ۱۰۰ درصد
$\frac{3}{4}$ تا ۲	آرگن ۱۰۰ درصد
	۷۵ درصد آرگن و ۲۵ درصد هلیوم
	۵۰ درصد آرگن و ۵۰ درصد هلیوم
۲ تا ۳	۵۰ درصد آرگن و ۵۰ درصد هلیوم
	۲۵ درصد آرگن و ۷۵ درصد هلیوم
از ۳ اینچ بیشتر	۲۵ درصد آرگن و ۷۵ درصد هلیوم

آرگن :

آرگن معمولاً هنگام جوشکاری فلز نازکتر ، اساسا به دلیل حرارت کمترش در قوس ترجیح داده می شود . آرگن در قوس ، پایدارتر و آرامتر از هلیوم می باشد ، بنابراین پخش جوش خیلی کمتر است .

هلیوم :

هلیوم بدلیل حرارت بیشترش در قوس ، توانایی ایجاد نفوذ بیشتری در رسوبات جوش فلز ضخیم دارد . ضخامت نسبی درز جوشکاری شده با محافظت هلیوم زیادتر است و تحدب کمتری نسبت به محافظت با آرگن دارد و نمونه نفوذی درز جوشکاری شده از طرف دیگر فلز پهن ترمی باشد . جوشکاری با هلیوم خالص جوشهای با ظاهر تیره و با مقداری پاشیدگی ایجاد می کند . هلیوم سبکتر از آرگن

است ، نیاز به سرعت جریان بیشتر گاز دارد و گرانتر است . بنابراین هلیوم بندرت به تنهایی استفاده می گردد .

مخلوط آرگن ـ هلیوم :

این دو مخلوط معمولاً در جوشکاری فلزات ضخیم بکار می روند . با وجودی که مصرف کنندگان ترجیحات و نظریات شخصی دارند ، میزان مخلوط بین ۲۵ و ۷۵ درصد هلیوم می باشد ، ومورد استفاده قرار می گیرد . مخلوط با هلیوم زیاد از قبیل ۷۵ درصد هلیوم و ۲۵ درصد آرگن ، اکثر اوقات هنگام جوشکاری فلزاتی با ضخامت بیشتر از ۲ اینچ بکار می رود و در جوشکاری MIG خارج از حالت جوشکاری استفاده می شود . در فلزاتی با ضخامت بیشتر از ۳ اینچ ، مخلوط با هلیوم زیاد ، نفوذ جوش حداکثر و تخلخل حداقل هنگام جوشکاری فلزاتی با ضخامت یک تا ۳ اینچ در حالت ، کف ، افزایش جریان یا ولتاژ یا هر دو قادر است مقدار هلیوم را کاهش دهد .

۹ ـ ۱ ـ ۱۴ ـ پیش گرمایی :

در جوشکاری MIG آلیاژهای آلومینیوم ، پیش گرمایی قطعات مورد جوش معمولاً فقط زمانی است که حرارت قطعات زیر ۱۵ درجه فارنهایت باشد (حدود ۷°C -) یا فرم قطعات طوری است که پخش حرارت از طریق اتصال سریعتر از انتقال حرارت در حالت عادی صورت می گیرد .

توضیحات بیشتر در قسمت (۱۲ ـ ۱ ـ ۷)

۱۰ ـ ۱ ـ ۱۴ ـ روش جوشکاری آلومینیوم و آلیاژهای آن :

توضیح در قسمت (۱۳ ـ ۱ ـ ۷)

۱۱ ـ ۱ ـ ۱۴ ـ رعایت نکات ایمنی و حفاظت فنی :

توضیح در قسمت (۸ ـ ۸ ـ ۸)

انتشارات مدیریت پژوهش
قیمت: ۳۵۰۰ ریال