

welding

گردآوری و تدوین :

مهندس احسان راستگو

Civilbooks.blogfa.com

معرفی جوش آرگون

در جوش آرگون یا تیگ (TIG) برای ایجاد قوس جوشکاری از الکتروود تنگستن استفاده می شود که این الکتروود برخلاف دیگر فرایندهای جوشکاری حین عملیات جوشکاری مصرف نمی شود.

حین جوشکاری گاز خنثی هوا را از ناحیه جوشکاری بیرون رانده و از اکسیده شدن الکتروود جلوگیری می کند. در جوشکاری تیگ الکتروود فقط برای ایجاد قوس بکار برده می شود و خود الکتروود در جوش مصرف نمی شود در حالیکه در جوش قوس فلزی الکتروود در جوش مصرف می شود. در این نوع جوشکاری از سیم جوش (Filler metal) بعنوان فلز پرکننده استفاده می شود. و سیم جوش شبیه جوشکاری با اشعه اکسی استیلن (MAG/MIG) در جوش تغذیه می شود.

در بین صنعتکاران ایرانی این جوش بانام جوش آلومینیوم شناخته می شود. نامهای تجارتي هلی آرک یا هلی ولد نیز به دلیل معروفیت نام این سازندگان در خصوص ماشینهای جوش تیگ باعث شده بعضا این نوع جوشکاری با نام سازندگان هم شناخته شود. نام جدید این فرایند W.A.T.G و نام آلمانی آن WIG می باشد. همانطور که از نام این فرایند پیداست گاز محافظ آرگون میباشد که ترکیب این گاز با هلیوم بیشتر کاربرد دارد.

علت استفاده از هلیوم این است که هلیوم باعث افزایش توان قوس می شود و به همین دلیل سرعت جوشکاری را میتوان بالا برد و همینطور باعث خروج بهتر گازها از محدوده جوش میشود.

کاربرد این جوش عموماً در جوشکاری موارد زیر است:

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

2- جوشکاری پاس ریشه در لوله ها و مخازن

3- ورقهای نازک(زیر 1mm)

مزایای TIG:

1- بعلت اینکه تزریق فلز پرکننده از خارج قوس صورت میگیرد.اغتشاش در جریان قوس پدید نمی آید.در نتیجه کیفیت فلز جوش بالاتر است.

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

3- امکان جوشکاری فلزات رنگین و ورقهای نازک با دقت بسیار زیاد.

انواع الکترودها در TIG:

1- الکترود تنگستن خالص (سبز رنگ)برای جوش آلومینیوم استفاده می شود و حین جوشکاری پت پت می کند.

2- الکترود تنگستن توریم دار که دو نوع دارد الف-1% توریم دار که قرمز رنگ است ب-2% توریم دار که زرد رنگ می باشد.

3- الکترود تنگستن زیرکونیم دار که علامت مشخصه آن رنگ سفید است.

4- الکترود تنگستن لانتان دار که مشکی رنگ است.

5- الکترود تنگستن سزیم دار که طلایی رنگ است.

این دو نوع آخر جدیدا در بازار آمده اند.

چند نکته در مورد مزایای تنگستن:

1- افزایش عمر الکترود

2- سهولت در خروج الکترونها در جریان DC

3- ثبات و پایداری قوس را بیشتر می کند

4- شروع قوس راحت تر است.

نوع قطبیت مناسب در جوشکاری TIG :

جریان DCEN برای جوشکاری چدن-مس-برنج-تیتانیوم-انواع فولادها

جریان AC برای جوشکاری آلومینیوم و منیزیوم و ترکیبات آن

جوشکاری فولادهای ضد زنگ و ضد خوردگی

خصلت اصلی فولادهای استنلس مقاومت در برابر زنگ خوردگی است (داشتن کرم بیش از 12% موبد همین مطلب است). نیکل موجود در این فولادها حتی به مقدار زیاد هم نمیتواند به تنهایی مقاومت در برابر خوردگی را زیاد کند. ولی با حضور کرم میتواند تا حد زیادی این وظیفه را بخوبی انجام دهد. مزیت اصلی نیکل تسهیل ایجاد فاز آستنیت و بهبود خاصیت مقاوم به ضربه فولادهای کرم نیکل دار است. مولیبدن شرایط خنثی سازی این فولاد را تثبیت می کند و عموماً عامل افزایش مقاومت به خوردگی موضعی (Pitting) است.

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

1- فولادهای ضد زنگ

کرم و کربن عناصر اصلی اینگونه از فولادها را تشکیل میدهد. هر چند که مقدار کربن کمتر از 0/04 درصد است تاثیر کرم بر استحکام کششی حتی در مقادیر 13 و 17 و 20 درصد بسیار ناچیز است. در حالیکه در مقادیر زیادتر کربن با عملیات حرارتی مناسب امکان دستیابی به استحکام کششی منایب و عملیات مکانیکی مورد نظر فراهم میشود.

با توجه به ریزساختار فولادهای کرم دار را به شرح زیر میتوان دسته بندی کرد:

الف- فولادهای کرم دار- فریتی (12 تا 18 درصد کرم - 0/1 درصد کربن)

ب- فولادهای کرم دار- نیمه فریتی (12 تا 14 درصد کرم - 0/08 تا 0/12 درصد کربن)

ج- فولادهای کرم دار- مارتنزیتی (12 تا 18 درصد کرم و بیش از 0/3 درصد کربن)

د- فولادهای کرم دار- قابل عملیات حرارتی (12 تا 18 درصد کرم - 0/15 تا 0/20 درصد کربن)

این دسته بندی را در مورد جوش پذیری نیز میتوان تکرار کرد.

تحت شرایط حرارتی نامناسب فولادهای فریتی (گروه الف) تمایل به تشکیل دانه های درشت نشان میدهند. انرژی حرارتی ناشی از جوشکاری منجر به رشد دانه بندی میشود که نمیتوان آنرا با پس گرمایش برطرف نمود. در نتیجه کاربرد رسوب میکند و در مرز دانه های فریت باعث شکنندگی و کاهش شکیبی مقاومت به ضربه فلز جوش میشود. برای غلبه بر این حالت باید از الکتروود آستنیتی تثبیت شده با 19 درصد کرم و 9 درصد نیکل استفاده نمود. فلز جوشی که بدین ترتیب حاصل میشود دارای خاصیت آستنیتی و مقاومت به ضربه بالا است. فلز جوشی که بدین طریق حاصل میشود از نظر مقاومت به خوردگی مطابق فولدهای ضدزنگ فریتی میباشد اما از نظر ظاهر با فلز مینا تفاوت رنگ دارد. در صورتیکه اجبار در یکرنگی باشد باید از فیلر متال مشابه (مثلا 18 درصد کرم به همراه کمی Ti) استفاده شود. Ti در مقادیر جزئی نقش موثر در ریز دانه کردن فلز جوش دارد.

بعلت رابطه گریز ناپذیر بین رشد دانه ها با از دست رفتن استحکام ضربه ای چاره ای جز کاستن از تنش های حرارتی ناشی از عملیات جوشکاری وجود ندارد و برای نیل به این منظور تمهیداتی نظیر الکتروود با قطر کم و سرعت جوشکاری بیشتر و پیش گرمایش 200 تا 300 درجه سانتیگراد باید به کار رود.

پس گرمایش در حدود 700 تا 800 درجه سانتیگراد خاصیت استحکام به ضربه فلز جوش را بهبود میدهد.

همچنین آنیلینگ (Annealing) به مدت کم نیز باعث تجمع کاربرد شده و تا حدی شکنندگی فلز جوش را جبران میکند و همینطور به تنش گیری نیز کمک میکند. ولی هرگز باعث رفع

کامل درشت دانگی HAZ نمیشود.

اقدامات مشابهی حین جوشکاری فولادهای نیمه فریتی و کوئنچ تمر شده با 12 تا 14 درصد کربن (دسته ب) نیز ضروری است. میدانیم که سرد کردن سریع باعث تشکیل فاز شکننده مارتنزیتی میشود لذا ضرورت دارد که درجه حرارت قطعه حین انجام جوش بالا نگهداشته شود. قطعه کار ابتدا 300 تا 350 درجه پیش گرم میشود. درجه حرارت بین پاسی (Inter pass) 300 درجه مناسب است و از این کمتر نباید شود. ضمناً قطعه کار باید بلافاصله در دمای 700 تا 760 درجه پس گرم شود. این سیکل حرارتی در مجموع باعث ایجاد فلز جوشی با ساختار یکنواخت و چقرمه در کل طول درز جوش مسشود و خطر شکنندگی و رشد دانه ها را تا حدود زیادی مرتفع میکند.

فولادهای کرم دار مارتنزیتی (دسته ج) معمولاً قابل جوش نیستند و صرفاً به منظور تعمیر و اصلاح عیوب جوشکاری بر روی آنها انجام میپذیرد. برای جوشکاری فولادهای کرم دار با 12 تا 14 درصد کرم مقدار کربن در فیلر متال نباید از 0/25 درصد تجاوز کند. این نوع فولاد در هوا سخت میشود. از اینرو هیچ اقدام پیشگیرانه موثری به منظور غلبه بر سخت شده HAZ وجود ندارد. اما با اعمال پیش گرم زیاد که با پس گرم بلافاصله قطعه همراه باشد میتوان تا حدودی مشکل را برطرف کرد و سختی نامطلوب را در حد پایینی نگاه داشت. دمای پس گرم 750 تا 800 توصیه میشود و کمتر از این دما ممکن است باعث تائسر منفی در مقاومت به خوردگی شود.

آنیلینگ در حرارتی بین 650 تا 650 درجه ممکن است باعث رسوب کاربید و بروز خوردگی بین دانه ای شود.

2- فولادهای مقاوم به خوردگی

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

الف- ضریب هدایت حرارتی کم.

ب- ضریب انبساط حرارتی زیاد.

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

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

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

دوستانیکه احتمالاً از مطالب مربوط به نمودار شفلر آنچنان برداشت منسجم و دقیقی نداشتند کاملاً حق دارند و پیشنهاد میکنم به کتب و منابع معتبر برای فهم بهتر مطلب مراجعه کنند. و فرصت بهتر پرداختن به این مطالب مهم فعلاً در توان بنده نیست.

3- فولادهای مقاوم به حرارت

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

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

در حالیکه در جوشکاری قطعات فولادی از نوع آستنیتی با الکترودهای همجنس آن پیشگرم قطعه ضرورتی ندارد فولادهای مقاوم به حرارت از نوع فریتی کرم دار را معمولاً 100 تا 300 درجه پیش گرم و در 750 درجه هم پس گرم و آنیل میکنند. علت اینکار هم

غلبه بر درشت دانگی و تمایل به ترد شدن HAZ است.

قطعات ریختگی از جنش فریت_آستنیت را باید در حالت گرم 700 تا 800 درجه جوش داد و اجازه داد که به تدریج سرد گردد.

جوشکاری فولادهای فریتی و فریتی-پرلیتی با الکترودهای هم جنس قطعه کار کاهش در استحکام ضربه ضربه ای فلز جوش را نشان میدهد لذا پیشنهاد میشود این نوع فولادها را با الکترودهای آستنیتی مقاوم به حرارت جوش داد. در این حالت نیز باید توجه داشت که مقاومت به حرارت فلز جوش آستنیتی در محیط احتراق با گازهای اکسید کننده با هوا تقویت میشود و طبیعتاً این مقاومت به حرارت در محیط گازهای احیا کننده به مقدار زیادی کاهش می یابد برای غلبه بر محیط احتراق با مقدار زیاد گاز گوگرد استفاده از الکترودهایی با کرم زیاد توصیه میگردد.

پیچیدگی (distortion)

پیچیدگی و تغییر ابعاد یکی از مشکلاتی است که در اثر اشتباه طراحی و تکنیک عملیات جوشکاری ناشی میشود. با فرض اجتناب از ورود به مباحث تئوریک تنها به این مورد اشاره میکنیم که حین عملیات جوشکاری به دلیل عدم فرصت کافی برای توزیع یکنواخت بار حرارتی داده شده به موضع جوش و سرد شدن سریع محل جوش انقباضی که میبایست در تمام قطعه پخش میشد به ناچار در همان محدوده خلاصه میشود و این انقباض اگر در محلی باشد که از نظر هندسی قطعه زاویه دار باشد منجر به اعوجاج زاویه ای (Angular distortion) میشود. در نظر بگیرید تغییر زاویه ای هر چند کوچک در قطعات بزرگ و طویل چه ایراد اساسی در قطعه نهایی ایجاد می کند.

حال اگر خط جوش در راستای طولی و یا عرضی قطعه باشد اعوجاج طولی و عرضی (or Transverse shrinkage Longitudinal shrinkage) نمایان میشود. اعوجاج طولی و عرضی همان کاهش طول قطعه نهایی قطعه میباشد. این موارد هم بسیار حساس و مهم هستند.

نوع دیگری از اعوجاج تاویل زدن یا طبله کردن و یا قیه (Bowling) میباشد.

ذکر یکی از تجربیات در این زمینه شاید مفید باشد. قطعه ای به طول 20 متر آماده ارسال برای نصب بود که بنا به خواسته ناظر میبایست چند پاس دیگر در تمام طول قطعه جوش داده میشد. تا ساق جوش 2-3 میلیمتر بیشتر شود. بعد از انجام اینکار کاهش 27 میلیمتری در قطعه بوجود آمد. و این یعنی فاجعه. چون اصلاح کاهش طول معمولاً امکان پذیر نیست و اگر هم با روشهای کارگاهی کلکی سوار کنیم تنها هندسه شکل را اصلاح کرده ایم و چه بسا حین استفاده از قطعه آن وصله کاری توان تحمل بارهای وارده را نداشته باشد و ایرادات بعدی نمایان شود.

بهترین راه برای رفع این ایراد جلوگیری از بروز Distortion است. و (طراح یا سرپرست جوشکاری خوب) کسی که بتواند پیچیدگی قطعه را قبل از جوش حدس بزند و راه جلوگیری از آن را هم پیشنهاد بدهد.

بعضی راهکارهای مقابله با اعوجاج:

1- اندازه ابعاد را کمی بزرگتر انتخاب کرده ... بگذاریم هر چقدر که میخواهد در ضمن عملیات تغییر ابعاد و پیچیدگی در آن ایجاد شود. پس از خاتمه جوشکاری عملیات خاص نظیر ماشین کاری... حرارت دادن موضعی و یا پرسکاری برای برطرف کردن تاب برداشتن و تصحیح ابعاد انجام میگردد.

2- حین طراحی و ساخت قطعه با تدابیر خاصی اعوجاج را خنثی کنیم.

3- از تعداد جوش کمتر با اندازه کوچکتر برای بدست آوردن استحکام مورد نیاز استفاده شود.

4- تشدید حرارت و تمرکز آن بر حوزه جوش در اینصورت نفوذ بهتری داریم و نیازی به جوش اضافه نیست.

5- ازدیاد سرعت جوشکاری که باعث کمتر حرارت دیدن قطعه میشود.

6- در صورت امکان بالا بردن ضخامت چراکه در قطعات با ضخامت کم اعوجاج بیشتر نمود دارد.

7- تا حد امکان انجام جوش در دوطرف کار حول محور خنثی

8- طرح مناسب لبه مورد اتصال که اگر صحیح طراحی شده باشد میتواند فرضاً مصالح جوش را در اطاف محور خنثی پخش کند و تا حد زیادی از میزان اعوجاج بکاهد.

9- بکار بردن گیره و بست و نگهدارنده باری مهار کردن انبساط و انقباض ناخواسته درقطعه

عوامل مهم بوجود آمدن اعوجاج :

1- حرارت داده شده موضعی , طبیعت و شدت منبع حرارتی و روشی که این حرارت به کار رفته و همچنین نحوه سرد شدن

2- درجه آزادی یا ممانعت بکار رفته برای جلوگیری از تغییرات انبساطی و انقباضی. این ممانعت ممکن است در طرح قطعه وجود داشته باشد و یا از طریق مکانیکی (گیره یا بست یا نگهدارنده و خالجوش) اعمال شود.

3- تنش های پسماند قبلی در قطعات و اجزا مورد جوش گاهی اوقات موجب تشدید تنش های ناشی از جوشکاری شده و در مواردی مقداری از این تنش ها را خنثی میکند.

4- خواص فلز قطعه کار واضح است که در شرایط مساوی طرح اتصال(هندسه جوش) و جوشکاری مواردی مانندمیزان حرارت جذب شده در منطقه جوش و چگونگی نرخ انتقال حرارت و ضریب انبساط حرارتی و قابلیت تغییر فرم پذیری و استحکام و بعضی خواص دیگر فلز مورد جوش تاثیر قابل توجهی در میزان تاب برداشتن دارد.مثلا در قطعات فولاد آستنیتی زنگ نزن مشکل پیچیدگی به مراتب بیشتر از فولاد کم کربن معمولی میباشد.

جوشکاری با گاز یا شعله

جوشکاری با گاز شعله یکی ازاولین روشهای جوشکاری معمول در قطعات آلومینیومی بوده و هنوز هم در کارگاههای کوچک در صنایع ظروف آشپزخانه و دکوراسیون و تعمیرات بکارمیرود.در این روش فلاکس یا روانساز یا تنه کار برای برطرف کردن لایه اکسیدی بکار میرود.

مزایا:سادگی فرایند و ارزانی و قابل حمل و نقل بودن وسایل

محدوده کاربرد: ورقهای نازک 0/8 تا 1/5 میلیمتر

محدودیتها: باقی ماندن روانساز لابلای درزها و تسریع خوردگی - سرعت کم -

منطقه Z.A.H وسیع است .

قطعات بالاتر از 2/5 میلیمتر را به دلیل عدم تمرکز شعله و افت حرارت باین روش جوش نمیدهند.

حال می پردازیم به چگونگی تامین حرارت در این فرایند

حرارت لازم در این روش از واکنش شیمیایی گاز با اکسیژن بوجود می آید.

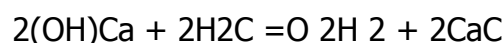
حرارت توسط جابجایی و تشعشع به کار منتقل می شود. قدرت جابجایی به فشار گاز و قدرت تشعشع به توان چهارم درجه حرارت شعله بستگی دارد. لذا تغییر اندکی در درجه حرارت شعله می تواند میزان حرارت تشعشعی و شدت آن را بمقدار زیادی تغییر دهد. درجه حرارت شعله به حرارت ناشی از احتراق و حجم اکسیژن لازم برای احتراق و گرمای ویژه و حجم محصول احتراق (گازهای تولید شده) بستگی دارد. اگر از هوا برای احتراق استفاده شود مقدار ازتی که وارد واکنش سوختن نمی شود قسمتی از حرارت احتراق را جذب کرده و باعث کاهش درجه حرارت شعله می شود. بنابراین تنظیم کامل گاز سوختنی و اکسیژن لازم ایجاد شعله با درجه حرارت بالاست. گازهای سوختنی نظیر استیلن یا پروپان یا هیدروژن و گاز طبیعی نیز قابل استفاده است که مقدار حرارت احتراق و در نتیجه درجه حرارت شعله نیز متفاوت خواهد بود. در عین حال معمولترین گاز سوختنی گاز استیلن است.

تجهیزات و وسایل اولیه این روش شامل سیلندر گاز اکسیژن و سیلندر گاز استیلن یا مولد گاز استیلن و رگولاتور تنظیم فشار برای گاز و لوله لاستیکی انتقال دهنده گاز به مشعل و مسعل جوشکاری است.

استیلن با فرمول $2H_2C$ و بوی بد در فشار بالا ناپایدار و قابل انفجار است و نگهداری و حمل و نقل آن نیاز به رعایت و مراقبت بالا دارد. فشار گاز در سیلندر حدود 2200psi است و رگولاتورها این فشار را تا زیر 15psi پایین می آورند. و به سمت مشعل هدایت می شود. (در فشارهای بالا ایمنی کافی وجود ندارد). توجه به این نکته نیز ضروری است که

اگر بیش از 5 متر مکعب در ساعت از استیلن استفاده شود از سیلندر استن بیرون خواند زد که خطرناک است.

بعضی اوقات از مولدهای استیلن برای تولید گاز استفاده می شود. بر اساس ترکیب سنگ کاربرد با آب گاز استیلن تولید میشود.



روش تولید گاز با سنگ کاربرد به دو نوع کلی تقسیم میشود.

1- روشی که آب بر روی کاربرد ریخته میشود.

2- روشی که کاربرد با سطح آب تماس حاصل میکند و باکم و زیاد شده فشار گاز سطح آب در مخزن تغییر می کند.

رگولاتورها (تنظیم کننده های فشار) هم دارای انواع گوناگونی هستند و برای فشارهای مختلف ورودی و خروجی مختلف طراحی شده اند. رگولاتورها دارای دو فشارسنج هستند که یکی فشار داخل مخزن و دیگری فشار گاز خروجی را نشان میدهند. رگولاتورها در دو نوع کلی یک مرحله ای و دو مرحله ای تقسیم میشوند که این تقسیم بندی همان مکانیزم تقلیل فشار است. ذکر جزئیات دقیق رگولاتورها در اینجا میسر نیست اما اطلاع از فرایند تنظیم فشار برای هر مهندسی لازم است (حتما پیگیر باشید).

کار مشعل آوردن حجم مناسبی از گاز سوختنی و اکسیژن سپس مخلوط کردن آنها و هدایتشان به سوی نازل است تا شعله مورد نظر را ایجاد کند.

اجزا مشعل: الف- شیرهای تنظیم گاز سوختنی و اکسیژن ب- دسته مشعل ج- لوله اختلاط د- نازل

قابل ذکر اینکه طرحهای مختلفی در قسمت ورودی گاز به لوله اختلاط مشعل وجود دارد تا ماکزیمم حرکت اغتشاشی به مخلوط گازها داده شود و سپس حرکت گاز در ادامه مسیر در ادامه مشعل کندتر شده تا شعله ای آرام بوجود آید.

در انتها یادآور می شود مطالب بسیار زیادی در این خصوص وجود داشت که بدلیل عدم امکان نمایش تصاویر که عمدتاً اسکن هم نشده اند بیش از این به شرح و توضیح آنها پرداختم. از جمله این مطالب شناسایی نوع شعله (از لحاظ قدرت و کاربرد) بود. یا نشان دادن چند نوع رگولاتور از نمای شماتیک و

اما هیچکدام از این مطالب و عکسها جایگزین چند ساعت تمرین عملی در کارگاه نیست.

گردآوری و تدوین :

مهندس احسان راستگو

Civilbooks.blogfa.com