

حارنده : مهندس مهدی چمن ارا

مدیر عامل شرکت نوآندیشان سازه

فرآیند جوشکاری تحت گاز محافظ با الکتروود تنگستن :

شرح فرآیند :

این فرآیند در زمان جنگ جهانی دوم برای جوشکاری فلزات رنگین (غیر آهنی) ابداع شد .

در این فرآیند (GTAW) از الکتروود مصرف نشدنی تنگستی (یا آلیاژ تنگستی) که در داخل مشعل قرار میگیرد استفاده میشود . گاز محافظ نیز از طریق مشعل هدایت میشود تا بدین وسیله از الکتروود ، حوضچه جوش مذاب و سیم جوش در حال انجماد ، در مقابل آلودگی هوا و جذب ناخالصی محافظت شود . قوس بین نوک الکتروود و قطعه کار ایجاد میشود و گرمای تولید شده توسط آن ، فلز پایه را ذوب میکند . هنگامیکه قوس و حوضچه تشکیل شدند ، تورچ در امتداد اتصال حرکت داده میشود و توسط قوس سطح تماس ذوب میگردد . اگر از سیم جوش (فلز پر کننده) استفاده شود ، معمولاً آن را به لبه جلویی حوضچه جوش اضافه میکنند تا منافذ اتصال پر شوند . گازهای محافظی در این فرآیند استفاده میشوند آرگون ، هلیوم یا مخلوطی از آنها میباشد .

حوضچه جوش در این روش در سطح آرام و بدون تلاطم انجام میگردد و سرعت مذاب ریزی کمتر از فرآیند SMAW است و انتشار پخش حرارت توسط قوس زیاد است .

روش جوشکاری GTAW :

این روش از نظر تجهیزات بسیار شبیه روش MIG است با این تفاوت که در اینجا الکتروود از نوع غیرمصرفی و از جنس تنگستن میباشد قسمتهای مختلف تجهیزات GTAW عبارتند از :

۱- نگهدارنده الکتروود که خود شامل عبوردهنده و پخش کننده گاز نازل برای هدایت گاز محافظ اطراف قوس و ایجاد منطقه پوششی مکانیسم گیره ای برای نگاهداشتن الکتروود تنگستن است .

۲- منبع تأمین کننده گاز محافظ

۳- فلومتر و تنظیم کننده فشار گاز

۴- منبع قدرت یا مولد انرژی

۵- سیستم سرد کننده آبی نازل که در بعضی از انواع دستگاههای GTAW بطور بسته بوده و در برخی دیگر به سیستم لوله کشی آد متصل میشود .

معمولاً مشعل یا نگهدارنده ها سبک بوده و در دست جوشکار برآحتی قابل استفاده است . همچنین تعویض نازل و الکتروود ساده میباشد برای اینکه از تماس الکتروود تنگستن با سطح کار برای شروع قوس اجتناب شود قسمت مخصوصی برای ایجاد فرکانس بالا به مدار وصل شده است که در ابتدا با ایجاد ولتاژ بسیار بالا در لحظه ای کوتاه کانال یونیزه شده لازم برای شروع قوس در بین الکتروود و سطح کار بوجود می آید .

مزایای جوشکاری به روش GTAW :

۱. به دلیل عدم وجود گازهای مزاحم حوضچه مذاب به راحتی قابل رؤیت است .

۲. تمرکز حرارتی بسیار خوب و محدود و حوضچه به وجود آمده کوچک با عمق زیاد .

۳. ایجاد سریع حوضچه مذاب در فلزات دارای هدایت حرارتی زیاد .

۴. با توجه به کم بودن سرعت کیفیت بالا قابل دسترسی است .

۵. امکان جوشکاری بر روی قطعات حساس .

۶. امکان جوشکاری بدون فیلر .

۷. امکان جوشکاری تقریباً بر روی تمام آلیاژها .

۸. امکان تعویض فیلر بدون قطع کردن قوس .

۹. عدم بروز عیب Slag inclusion

معایب جوشکاری به روش GTAW:

۱. سرعت رسوب گذاری پایین

۲. حساسیت به آلودگی و ناخالصی فلز پایه

۳. حفاظت کم پس از عبور قوس از روی خط جوش

۴. احتیاج به محیط سر بسته برای جوشکاری

۵. به دلیل تشعشع زیاد مولکولهای گازی O2 را به O3 تبدیل میکند که گازی سمی است .

پارامترهای مؤثر در فرآیند GTAW :

۱. قطبیت :

در فرآیند GTAW بجز در مورد آلومینیوم و منگنز و آلیاژهای آنها (به دلیل زیادتیر بودن نقطه ذوب اکسیدهای این دو فلز) تورچ به قطب منفی متصل است (DCEN) . در این حالت عمق نفوذ جوش زیاد است گرمای جوش الکتروود را کمتر گرم میکند و امکان استفاده از جریانهای بیشتر فراهم میشود و جوشکاری ورقهای ضخیمتر امکان پذیر است که در این حالت حذف لایه اکسید سطحی انجام نمیشود . در حالت DCEP تمرکز قوس کمتر است و عمق نفوذ کم (عرض حوضچه مذاب زیاد عمق نفوذ کم) میشود ولی در این حالت اثر تمییز کنندگی سطح جوش نیز انجام میشود .

در جریان AC معایب DCEN و DCEP همپوشانی میشود ولی این جریان به دلیل کم بودن جریان کارکرد آن نسبت به جریان ICEN فقط برای جوشکاری AL و Mn استفاده میشود .

در جوشکاری فولاد و مس انبر منفی ولی در جوشکاری آلومینیوم انبر مثبت یا جریان AC استفاده میشود . منحنی ولتاژ جریان دستگاه GTAW از نوع جریان ثابت (C.C) است . ولی با DROP خیلی زیاد

ولتاژ مدار باز GTAW حدود 50v و ولتاژ دو سر قوس حدود 20v میباشد .

نکته : هر چه هدایت حرارتی بیشتر باشد میزان آمپر مورد نیاز بیشتر میگردد .

منحنی خارجرد دسحاه GTAW :

شیب جریان در ابتدا و انتهای کار توسط اپراتور تنظیم میشود . در مورد AL و فولادهای سخت این شیب میبایست زیاد باشد تا حرارت ورودی اولیه زیاد نباشد که باعث به وجود آمدن ترک در حوضچه مذاب شود .

رابطه تجربی بین ولتاژ و جریان در قوس GTAW $V=10+0.04I$

فلزاتی که با جریان DCEN جوشکاری میشوند :

۱. فولادهای غیر آلیاژی ، کم آلیاژ و پر آلیاژ

۲. مس و آلیاژهای آن (به جز آلومینیوم برنز)

۳. نیکل و آلیاژهای آن

۴. فلزات غیر مشابه

۲. نوع گاز مصرفی :

گاز مورد استفاده در این فرآیند Ar یا He به همراه مقدار کمی O2 یا N2 میباشد . گاز هلیوم به تنهایی عملیات تمییز کنندگی سطحی را انجام نمیدهد . دبی گاز در این فرآیند برای فولادها 8-12 لیتر به دقیقه است .

وظایف گاز در فرآیند GTAW :

۱. حفاظت حوضچه جوش ۲. یونیزه شدن و ایجاد کانال عبوری

دلایل استفاده از آرگون به جای هلیوم :

۱. این گاز دارای قوس آرامتر و یکنواخت تر است

۲. استفاده از ولتاژ کمتر در مقدار جریان و طول قوس ثابت برای گاز آرگون

۳. انجام عملیات تمییز کنندگی توسط آرگون در جوشکاری Al و Mn

۴. هزینه کمتر

۵. شروع قوس راحتتر

۶. سرعت جریان کمتر

۷. مقاومت بهتر در برابر هوای با مساعد

نکته : برای ایجاد اثرات حفاظتی یکسان جریان هلیوم 2 تا 3 برابر جریان آرگون میبایست در نظر گرفته شود .

۳. نوع و شکل الکتروود تنگستن :

الکتروود های از نوع تورپیوم دار دارای دوام بیشتر است و جریان بیشتری از آن عبور میکند و برای فولادها مناسب تر میباشد . جنس الکتروود تنگستن و شکل نوک آن تأثیر خاصی بر روی کیفیت جوش دارد . (شکل نوک در عمق نفوذ و عرض خط جوش مؤثر است)

حداکثر مقدار طول مؤثر الکتروود حدود 1.5 تا 2 برابر قطر آن است .

۴. نوع آلیاژ جوش داده شده

در روش GTAW به دلیل عدم وجود سرباره ورود هیدروژن و اکسیژن به درون سرباره تقریباً صفر است و همین امر باعث کاربرد ای پروسه برای جوشکاری فولادهای استحکام بالا میگردد .

۵. موقعیت جوشکاری :

با این فرآیند میتوان در اکثر مواضع به صورت مطلوب جوشکاری نمود .

قطعات با ضخامت کمتر از ۳.۲ میلی متری بدون نیاز به فیلر با این فرآیند به طور رضایت بخشی جوشکاری میشوند (Autogenous)

عیوب ایجاد شده در مقطع جوشکاری شده با فرآیند GTAW :

۱. تخلخل علت آلودگی سطح جوش یا ناخالصی گاز محاذ

۲. وجود تنگستن درون جوش

نکته : سرباره در فرآیندهای SMAW و SAW ذرات ناخالصی را جذب میکند و با مواد ناخالص در حوضچه مذاب واکنش میدهد عمل تسویه حوضچه مذاب را انجام میدهد .

مثلاً منگنز موجود در فلاکس با گوگرد واکنش میدهد و آن را از حوضچه مذاب خارج میکند . به همین دلیل در این دو فرآیند وجود زنگ رنگ و ناخالصی در فلز پایه انچنان بریا فلز جوش تولید عیب نمیکند ولی در فرآیند GTAW این امکان تسویه ناخالصی موجود نمیباشد به همین دلیل سطح کار میبایست کاملاً تمییز و بدون هیچگونه آلودگی باشد .

مزایای جوشکاری پالسی :

۱. انجام با انرژی حرارتی کمتر

۲. نسبت بیشتر عمق به عرض جوش

۳. پایداری بیشتر قوس

۴. یکنواختی پاس ریشه

۵. مناسب با وضعیتهای نامناسب

۶. کاهش احتمال اعوجاج قطعه

۷. کنترل بهتر حوضچه جوش

درصد ترقیق (میزان وزن فلز پایه ذوب شده به میزان وزن کل فلز جوش) برای ورقهای نازکی که بدون فیلر جوشکاری میشوند 00% است . همچنین در این فرآیند درصد ترقیق توسط جوشکار قابل تنظیم است .

روشهای برقراری قوس در فرآیند GTAW :

۱. تماس مستقیم الکتروود با قطعه کار Touch Striking

۲. روش برقراری قوس به طریق تماس Program Touch Striking که در این روش پس از تماس الکتروود با قطعه کار ولتاژ و امپراژ افت میکند و گازهای میان الکتروود و قطعه کار یونیزه شده قوس شروع میشود .

۱. اعمال وسار رید به صورت جریان مسقیم DC high voltage . در این روس وسار سدید بین الحنرود و بضعه حر میس ار چسبیدن الکتروود به قطعه کار زده میشود و گاز آرگون یونیزه شده و سپس قوس برقرار میگردد . ولتاژ این حالت بین 5000 تا 10000 ولت میباشد که به همین دلیل از این روش فقط برای حالتی کاملاً ماشینی استفاده میشود .
۴. اعمال ولتاژ زیاد با فرکانس بالا High voltage High frequency : در سیستم فرکانس بالا ولتاژ حدود 3000^v و فرکانس حدود 5 MHz میباشد . در این سیستم همراه با جریان اصلی انتخاب شده برای جوشکاری (DC یا AC) یک جریان HF را بر روی آن منطبق میکنند . در این حالت الکتروود در فاصله 5^{mm} از قطعه کار جرقه زده میشود و گاز یونیزه شده قوس برقرار میگردد . این سیستم در برقراری قوس در حین جوشکاری به روش AC نیز کمک میکند که در مواقعی که ولتاژ اصلی صفر می رسد . ولتاژ جریان HF به کمک قوس می آید و از خاموشی آن جلوگیری میکند .

عیوب تولید شده در فرآیند GTAW :

عمده ترین عیب این فرآیند Prosimy است که در اثر عوامل زیر به وجود می آید :

۱. مرطوب بودن گاز محافظ
 ۲. مرطوب بودن سطح جوشکاری
 ۳. محافظت کم سطح کار به وسیله گاز در اثر جریان باد
 ۴. وجود ناخالصی تنگستنی درون جوش
- از دیگر عیوب این فرآیند LOF و LOP میباشد که در اثر نرسیدن قوس الکتریکی به انتهای درز جوش در اثر انتخاب نامناسب نازل سرامیکی و الکتروود کوتاه به وجود می آید .
- اکسید شدن پشت قطعه کار در فولادهای s.st و استحکام بالا در صورت عدم محافظت درز جوش از پشت از دیگر معایب این فرآیند است . همچنین ریشه مقعر جوش (Roof Concavity) نیز در موقعیتهای 2G,4G,5G-6,6G-6 به وجود می آید .

تکنیکهای جدید فرآیند GTAW (Pals GTAW) :

- در این سیستم جریان به صورت پالسی به نوک الکتروود می رسد و از جریان استفاده میشود : ۱. جریان پایه ۲. جریان پالسی
- جریان پایه فقط برای برقرار نمودن قوس الکتریکی بکار میرود و جریان پالسی یا جریان کاره بیشتر از جریان پایه است و در دو زمان کار میکند . زمان اول که در آن جوشکاری انجام میشود و زمان دوم که در آن عملیات خنک نمودن حوضچه جوش انجام میشود .
- در این سیستم جریان پالس را به کمک یک پتانسیو متر تنظیم میکنیم . هرچه فرکانس بالاتر ، زمان گرم شدن بیشتر . این روش مناسب برای جوشکاری نقطه ای ورقهای نازک بدون نیاز به فیلر میباشد . در صورت عدم استفاده از این سیستم برای ورقهای ضخیم حرارت تولید و جذب شده در قطعه کار به تدریج زیاد شده و حوضچه جوش به تدریج بزرگتر میگردد که کنترل آن برای جوشکار مشکل اس و میباشد امپر دستگاه را به تدریج کاهش دهند .
- نکته : در حالت اتومات ما می توانیم سیم جوش را پیش گرم نماییم و سپس عملیات جوشکاری را انجام دهیم با این روش سرعت جوشکاره افزایش می یابد .