



Namatek
True Education

Pulsed TIG Welding

www.namatek.com

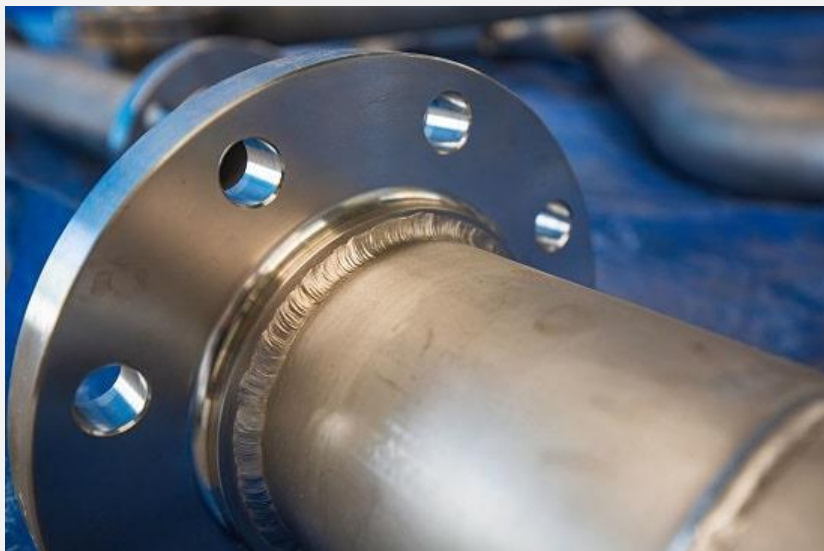
جوشکاری تیگ پالسی

فهرست مطالب

۱. جوشکاری تیگ پالسی چیست؟
۲. پارامترهای کلیدی
۳. در جوشکاری تیگ پالسی، چه فلزاتی قابل استفاده هستند؟
۴. نحوه کارکرد جوشکاری تیگ پالسی
۵. کاربرد جوشکاری تیگ پالسی
۶. مزایا و معایب استفاده از جوشکاری تیگ پالسی

جوشکاری تیگ پالسی، اغلب یکی از سخت ترین فرآیندهای جوشکاری است که در صنعت استفاده می‌شود. در این نوع جوشکاری، اپراتور باید از طول قوس کوتاهی استفاده کند که برای جلوگیری از تماس بین الکترود و قطعه کار به دقت و مهارت زیادی نیاز دارد. پس اگر به دنبال بهبود مهارت‌های خود در زمینه جوشکاری هستید، جوشکاری تیگ پالسی را بیاموزید. این فرآیند جوشکاری، ضمن کاهش گرمای ورودی به فلز، نفوذ عمیق‌تری در آن ایجاد می‌کند و در نتیجه جوش‌های بی عیب، صاف و عمیق‌تری بدون ایجاد سوختگی حتی روی مواد نازک به وجود خواهد آورد. در این مقاله به بررسی جوشکاری تیگ پالسی، پارامترهای کلیدی جوشکاری تیگ پالسی، کاربردها، نحوه کارکرد و راه اندازی جوشکاری تیگ پالسی، مزایا و معایب جوشکاری تیگ پالسی خواهیم پرداخت.

جوشکاری تیگ پالسی چیست؟



جوشکاری تیگ پالسی یا Pulsed TIG Welding، یک فرآیند جوشکاری است که از مکانیزم کنترل حرارت ورودی به صورت پیشرفته و برای تولید جوش‌هایی با کیفیت بالا استفاده می‌کند. در این نوع جوشکاری، از یک

الکترو د تنگستن غیر مصرفی و یک جوشکاری گاز بی اثر تنگستن محافظ گاز به منظور محافظت از الکترو د، ستون قوس و حوضچه جوش استفاده می شود. قوس جوش در این فرآیند، تنها به عنوان یک منبع گرما عمل می کند و مهندسین جوش می توانند انتخاب کنند که سیم پرکننده نیاز است یا خیر. این کار به جوشکاران اجازه می دهد تا با تنظیم حداکثر آمپر، حداقل آمپر و فرکانس چند برابر بین این دو آمپر، آمپر خروجی جوشکاری تیگ را کنترل کنند. در این فرآیند، به جای این که یک جریان ثابت از جریان الکتریکی ایجاد شود، یک موج پالسی شکل به وجود می آورد؛ به همین علت به آن تیگ پالسی می گویند. از این نوع جوشکاری معمولاً به منظور جوشکاری مواد نازک، مانند ورق فلز یا فلزهای پایه استفاده می شود.

همچنین اغلب به منظور جوشکاری آلومینیوم و فولاد ضد زنگ به ویژه فولاد ضد زنگ ۳۰۴ استفاده می شود. در این نوع جوشکاری، اپراتور، خروجی آمپر را با استفاده از یک پدال با استفاده از پای خود کنترل می کند و آمپر خروجی از مشعل تیگ، به جای یک جریان ثابت، یک موج پالسی شکل ایجاد خواهد کرد. فرآیند جوشکاری تیگ پالسی، مزایای زیادی به نسبت جوشکاری های سنتی دارد. این نوع جوشکاری علاوه بر این که گرمای ورودی را کاهش می دهد، نفوذ جوش را بهبود می بخشد و در نتیجه عملیات جوشکاری، به شکلی تمیزتر و دقیق تر ایجاد می شود. همچنین استفاده از جوشکاری تیگ پالسی، خطر سوختگی و ایجاد ناهمواری را کاهش می دهد و برای مواد فلزی نازک به یکی از ایده آل ترین جوشکاری ها تبدیل شده است.

روش‌های جوشکاری تیگ پالسی با استفاده از میله پرکننده

عملیات جوشکاری با میله پرکننده را می‌توان به جای استفاده از یک روش با دو روش انجام داد که عبارت اند از:

- اولین روش، دابلینگ استاندارد است. بسته به این که روی چند پالس در ثانیه تنظیم شده باشد، می‌توان روی اوج آن، ضربه زد و روی آمپر پایه مکث کرد. اگر تنها یک پالس در ثانیه وجود دارد، عادت به این روش خیلی سخت نخواهد بود. با این حال اگر جوشکاری به صورت ۵۰ پالس در ثانیه باشد، زمان داب می‌تواند ثابت باشد؛ زیرا واقعاً راهی برای زمان بندی آنها با پالس‌ها وجود ندارد و چشم‌ها قادر به دیدن آنها نخواهند بود.
 - روش دوم این است که فقط سیم را در محل اتصال قرار داد، در این حالت، سیم به صورت صاف قرار نمی‌گیرد تا روی آن جوش داده شود؛ بلکه نوک میله را در لبه جلوی گودال قرار می‌دهد، آن را به سمت پایین می‌کشد و نگه می‌دارد تا ذوب شود.
- هر دوی این تکنیک‌ها، کارا هستند و می‌توانید بدون توجه به تعداد پالس‌های خود در ثانیه، یکی از این دو روش را انتخاب کنید.

پارامترهای کلیدی



پارامترهای اصلی که برای جوشکاری تیگ پالسی باید تنظیم کرد، به صورت زیر هستند.

حداکثر جریان

این حداکثر آمپر خروجی است که میزان نفوذ جوش و اندازه حوضچه جوش را تعیین می‌کند. حداکثر جریان باید به اندازه ای باشد که فلز را ذوب کند؛ اما نه آنقدر زیاد که باعث پاشش بیش از حد یا ایجاد سوختگی در آن شود.

جریان پایه

این حداقل آمپر خروجی است که میزان خنک شدن و انجماد حوضچه جوش را تعیین می‌کند. جریان پایه باید به اندازه کافی کم باشد تا فلز خنک شود؛ اما نه آنقدر کم که ثبات قوس را از دست بدهد.

فرکانس پالس

فرکانس پالس، بیانگر تعداد پالس در ثانیه است که سرعت و ظاهر جوش را در دقیقه تعیین می‌کند. این فرکانس بسته به کاربرد و ترجیح جوشکار می‌تواند از ۵/۰ هرتز تا ۵۰۰ هرتز متغیر باشد. فرکانس پالس پایین، یعنی زیر ۱۰ هرتز، یک الگوی موج دار متمایز روی مهره جوش ایجاد می‌کند که برخی از جوشکارها، آن را از نظر زیبایی شناختی، دلپذیر می‌دانند.

فرکانس پالس بالا، یعنی بالاتر از ۱۰۰ هرتز، یک مهره جوش صاف و یکنواخت ایجاد می‌کند که کنترل آن برای برخی از جوشکاران آسان تر است. یک فرکانس متوسط، یعنی چیزی بین ۱۰ و ۱۰۰ هرتز که باعث ایجاد تعادل بین این دو حد خواهد شد.

زمان پالس

زمان پالس، عبارت است از درصدی از پیک جریان در هر پالس که گرمای ورودی و اندازه حوضچه جوش را تعیین می‌کند. این زمان بسته به کاربرد و ترجیح جوشکار می‌تواند از ۱۰ درصد تا ۹۰ درصد متغیر باشد. زمان پالس کم یعنی زیر ۵۰ درصد، گرمای ورودی و اندازه حوضچه جوش را کاهش می‌دهد که برای جوشکاری فلزات نازک و جلوگیری از سوختگی مناسب است. زمان پالس بالا یعنی بیش از ۵۰ درصد، باعث افزایش حرارت ورودی و اندازه حوضچه جوش می‌شود که برای جوشکاری فلزات ضخیم و همچنین بهبود نفوذ، مناسب خواهد بود.

در جوشکاری تیگ پالسی، چه فلزاتی قابل استفاده هستند؟

از جوشکاری تیگ پالسی می‌توان برای اتصال فلزات زیر استفاده کرد:

- تیتانیوم
- اینکونل
- هاستلوی
- آلیاژهای خاص مانند فولاد ضد زنگ فوق دابلکس یا فولاد ملایم

فرآیند جوشکاری تیگ پالسی

جوشکاری تیگ پالسی، شامل استفاده از دستگاه جوشکاری تیگ است که به عملکرد پالس مجهز است و برخلاف جوشکاری سنتی که در آن جریان به صورت پیوسته اعمال می‌شود، جوشکاری تیگ پالسی بین جریان‌های بالا و پایین به صورت متناوب تغییر خواهد کرد.

نحوه کارکرد جوشکاری تیگ پالسی



روش جوشکاری تیگ پالسی، برای اتصال مؤثر فلزات از روش پالسی به جای جریان‌های الکتریکی زیاد و کم استفاده می‌کند. این نوع جوشکاری به‌گونه‌ای است که نفوذ جوش را افزایش می‌دهد، در عین حال، گرمای اعمال شده به فلز را به حداقل می‌رساند و کیفیتی بهتر را با آسیب حرارتی کمتر تضمین می‌کند. به منظور استفاده بهینه از این روش باید موارد زیر را به خوبی تنظیم کرد:

- **پیک آمپر:** بیشترین جریان در یک پالس در هر ثانیه
- **آمپر پس زمینه:** حداقل آمپر در یک پالس
- **عرض پالس:** مدت زمان اعمال پیک جریان
- **فرکانس پالس:** تعداد پالس در ثانیه

پیکربندی‌های زیادی وجود دارند که با استفاده از این متغیرها می‌توان انجام داد. تنظیم این متغیرها به عوامل مختلفی مانند موارد زیر بستگی دارد:

- نوع ماده
- ضخامت ماده
- سرعت جوشکاری
- میزان اهمیت ظاهر کار
- موقعیت جوش

به عنوان مثال، تنظیم یک جوشکار تیگ پالسی برای یک پالس در ثانیه با آمپراژها و عرض پالس‌های خاص، سبب می‌شود که جوشکار، بین تنظیمات اعمال شده و در بازه زمانی معین به صورت متناوب تغییر ایجاد کند. مثلاً اگر تنظیمات اعمال شده برای ۲۰۰ پالس در ثانیه باشد، جوشکار به سرعت

در هر ثانیه، بین جریان‌های کم و زیاد سوئیچ خواهد کرد. این نوع جوشکاری به خصوص برای فولاد ضد زنگ بسیار مفید است، کارایی را افزایش می‌دهد و هزینه‌های جوشکاری را کاهش می‌دهد. این نکته بسیار حائز اهمیت است که تنظیمات اعمال شده با اوج و شدت آمپر پس زمینه، فرکانس پالس و عرض پالس، متناسب با کار اپراتور باشد تا از عملکرد بهینه آن اطمینان حاصل شود.

راه اندازی جوشکاری تیگ پالسی

به منظور راه اندازی جوشکاری تیگ پالسی، به یک جوشکار تیگ نیاز است که دارای تجهیزات زیر باشد:

- عملکرد پالس
- الکتروود تنگستن
- گاز محافظ
- فلز پرکننده

همچنین فلز را باید تمیز کرد و هرگونه آلودگی، روغن یا لایه اکسید آماده را از آن پاک کرد.

مراحل جوشکاری تیگ پالسی



در اینجا یک راهنمای جامع در مورد نحوه جوشکاری تیگ پالسی آورده شده است:

۱. **فضای کار خود را آماده کنید:** از یک فضای کار تمیز و دارای تهویه مناسب استفاده کنید. موادی که قرار است جوش داده شوند را در یک موقعیت ثابت، محکم کنید.

۲. **گاز و الکترود مناسب انتخاب کنید:** یک الکترود تنگستن مناسب و بر اساس ماده جوش داده شده، انتخاب کنید. گاز محافظ مناسب، که معمولاً آرگون یا مخلوطی مناسب برای مواد است را انتخاب کنید.

۳. **دستگاه جوش را راه اندازی کنید:** پارامترهای جوش از جمله فرکانس پالس، جریان پیک و جریان پس زمینه را با توجه به ضخامت ماده و ویژگی‌های جوش مورد نظر، در دستگاه جوش پالسی مورد نظر خود تنظیم کنید.

۴. **مشعل را قرار دهید و قوس را راه اندازی کنید:** مشعل را در محل جوش مورد نظر قرار دهید، قوس را با ضربه زدن به الکترود تنگستن به قطعه

کار شروع کنید و به سرعت قوس را عقب بکشید تا قوس جوش ایجاد شود.

۵. **فرآیند جوشکاری را کنترل کنید:** با تنظیم پدال یا کنترل آمپر روی دستگاه جوش پالس، فرآیند جوشکاری را تنظیم کنید. از انفجارهای کوتاه جریان بالا به منظور ایجاد گرمای موضعی استفاده کنید و کنترل دقیقی بر روی حوضچه جوش فراهم کنید.

۶. **بر جوش نظارت کنید و آن را تکمیل کنید:** حوضچه جوش و پیشرفت کلی آن را تحت نظر داشته باشید. به منظور حفظ مشخصات جوش مورد نظر، پارامترهای جوش را در صورت نیاز تنظیم کنید. پس از اتمام جوش، به تدریج جریان جوش را کاهش دهید و اجازه دهید جوش به صورت طبیعی خنک شود.

کاربرد جوشکاری تیگ پالسی



جوشکاری تیگ پالسی کاربردهای زیادی دارد. استفاده از این نوع جوشکاری می‌تواند، دقت و ظاهر جوشکاری شما را بهبود ببخشد و همچنین به شما در جلوگیری از بروز اشتباه در جوشکاری یا ایجاد هرگونه عیب در آن کمک کند. در ادامه با کاربردهای این نوع جوشکاری آشنا خواهیم شد.

جوشکاری خارج از موقعیت

هنگامی که اتصالات خارج از موقعیت قرار گرفته‌اند و دسترسی به آنها دشوار است، جوشکاری تیگ پالسی می‌تواند، جوش‌های تمیزتری ایجاد کند. فلز پایه می‌تواند در حین جریان در حفره جوش به گودال جوش بچسبد و از چکیدن آن از محل اتصال جلوگیری کند.

فلزات نازک

جوشکاری تیگ پالسی روی فلزات نازک، خطر سوختگی در آنها را تا حد زیادی کاهش می‌دهد.

فلزات با حرارت رسانایی بالا

در پروژه‌هایی که فلزاتی همچون آلومینیوم یا سایر فلزات غیرآهنی را جوش می‌دهند، جوشکاری تیگ پالسی می‌تواند کارهای بصری زیبا و جذابی را ایجاد کند.

جوش‌های عمیق‌تر با گرمای کمتر

هنگامی که چرخه جریان در طول جوشکاری تیگ پالسی به بخش‌های بالایی می‌رسد، اپراتور می‌تواند به جوش‌های عمیق‌تری دست یابد. با این حال، به دلیل چرخه‌های کم، گرمای کلی تولیدشده می‌تواند، کمتر نیز باشد.

جوشکاری فلزات غیرمشابه

جوشکاری تیگ پالسی می‌تواند، گرمای ورودی و نفوذ را برای هر فلز، هنگام جوشکاری فلزات غیرمشابه مانند مس و فولاد که نقطه ذوب و رسانایی

متفاوتی دارند، تنظیم کند که یک همجوشی خوب و یک اتصال قوی را تضمین خواهد کرد.

مزایا و معایب استفاده از جوشکاری تیگ پالسی



با مزایا و معایب استفاده از این نوع جوشکاری در ادامه آشنا خواهیم شد.

مزایای استفاده از جوشکاری تیگ پالسی

این جوشکاری یک فرآیند همه کاره است که مزایای زیادی نسبت به جوشکاری سنتی دارد که در ادامه با آنها آشنا خواهیم شد.

1) بهبود کنترل گرمای ورودی

یکی از مهمترین مزایای استفاده از جوشکاری تیگ پالسی، کنترل بهبودیافته بر حرارت ورودی است. جوشکاری مواد نازک به دلیل تاب برداشتن و ایجاد ناهمواری در آنها می‌تواند، بسیار چالش برانگیز باشد. با این حال، جوشکاری تیگ پالسی به کاربر این امکان را خواهد داد که گرمای ورودی را به بهترین وجه ممکن مدیریت کند، در نتیجه جوش‌های آسیب دیده کمتری ایجاد می‌شود و کار مجدد کمتری نیاز خواهد بود. با کاهش مدت زمان پیک جریان پالس و افزایش فرکانس سوئیچینگ بین پالس‌ها، می‌توان حرارت ورودی را به شدت کاهش داد که این امر، مدیریت گرما را بهبود می‌بخشد

و احتمال ایجاد ناهمواری‌ها، تغییر رنگ یا از دست دادن مقاومت در برابر خوردگی ورودی‌های نازک را کاهش می‌دهد.

(2) بهبود نفوذ و سرعت حرکت

قوس جوشکاری تیگ پالسی، سرعت نفوذ و حرکت را بهبود می‌بخشد. هر چه از فرکانس پالس بالاتری استفاده شود، منقبض تر می‌شود و نفوذ جوش، عمیق‌تر خواهد شد. بنابراین، اگر نیاز به جوش دادن فلز ضخیم‌تری دارید، بهتر است که فرکانس را بالا ببرید و آمپر پس زمینه را در حدود ۵۰ درصد حداکثر آمپراژ نگه دارید. اما تنظیمات دقیق به مواردی همچون مواد مورد استفاده، ضخامت و سایر متغیرها بستگی دارد.

جدای از نفوذ بهتر، با تنظیم پالس‌های بالاتر، عملیات جوشکاری سریع‌تر نیز انجام خواهد شد. هر چیزی که بالاتر از ۱۰۰ هرتز (100 PPS) باشد، سرعت جوش را بهبود می‌بخشد. این کار، هنگام جوشکاری کرومولی (Chromoly) ضخیم یا نازک و سائز فلزات حساس مناسب است.

(3) جوشکاری در شرایط نامناسب

جوشکاری تیگ پالسی به خصوص در جوشکاری‌هایی که در شرایط نامناسب و غیر معمول هستند، بسیار مفید است؛ جایی که گرانش می‌تواند سبب افتادن جوش روی کلاه ایمنی اپراتور شود. کاهش مدت زمان اوج آمپر می‌تواند، جوش را به اندازه کافی خنک نگه دارد تا از ایجاد حوضچه بیش از حد مایع جلوگیری کند. همچنین می‌توان تنظیم پالس را افزایش و اوج آمپر را کاهش داد. به دلیل آمپراژ پایین، نباید در حوضچه، بیش از حد مایع وجود داشته باشد.

این موضوع به نوع فلز نیز بستگی دارد، بنابراین تا زمانی که تنظیمات پالس مناسبی ایجاد شود، تغییرات کمی خواهد داشت.

(4) بهبود در کیفیت جوش

جوشکاری تیگ پالسی یک اثر موج دار خاص در حوضچه جوش ایجاد می‌کند که به آن هم زدن جوش نیز گفته می‌شود. این اثر موج دار با جلوگیری از گیر کردن آلاینده‌ها در زیر جوش و با بر هم زدن کشش سطحی، به مفصل کمک می‌کند و اتصال را به صورت یکنواخت پر می‌کند. بسیاری از فرآیندهای جوشکاری صنعتی از هم زدن جوش استفاده می‌کنند؛ بنابراین داشتن مهارت و تجربه ای مشابه با جوشکاری اینورتر تیگ بسیار سودمند خواهد بود.

(5) ظاهری پیشرفته در فرآیند جوشکاری

جوشکاری تیگ پالسی، معمولاً جوش‌های فوق العاده ای ایجاد می‌کند. پالسی بودن این نوع جوشکاری، سبب می‌شود تا دستیابی به یک جوش انباشته شده، بسیار ساده‌تر به نظر برسد؛ زیرا در اینجا یک راهنما وجود دارد و آن عبارت است از تغییر آمپر که طی آن قوس، کم نور و سپس دوباره روشن تر می‌شود. علاوه بر این، می‌توان یک پاس اضافی بدون فلز پرکننده بر روی جوش قبلی ایجاد کرد. با استفاده از تنظیمات آمپر کمتر و پالس بالا، می‌توانید فقط سطح جوش را ذوب کنید و در صورت لزوم آن را صاف کنید. در نتیجه زمان آماده سازی سطح را پس از جوشکاری، کاهش خواهید داد. به طور خلاصه می‌توان گفت که جوشکاری تیگ پالسی، مزایای زیادی را ارائه می‌دهد که می‌تواند بهره‌وری جوش را افزایش دهد، هزینه‌ها را کم کند و کیفیت جوش شما را بهبود بخشد. با بهبود در کنترل حرارت ورودی،

سرعت حرکت و کیفیت جوش می‌توان در زمان کمتر به نتایج بهتری دست یافت.

معایب استفاده از جوشکاری تیگ پالسی

نقطه ضعف اصلی جوشکاری تیگ پالسی، یادگیری این نوع جوشکاری است. تغذیه سیم در یک قوس پالسی به توسعه مهارت نیاز دارد که ممکن است برای افرادی که تازه وارد این حرفه شده‌اند، چالش برانگیز باشد. با این حال، با تمرین کافی، هر کسی می‌تواند نحوه جوشکاری تیگ پالسی را بیاموزد. انجام این نوع جوشکاری، ارزش تحمل سختی‌های آن را دارد؛ زیرا مزایای زیادی نسبت به نوع سنتی جوشکاری دارد. از دیگر معایب استفاده از جوشکاری تیگ پالسی می‌توان به این نکته اشاره کرد که این پالس‌ها در فواصل طولانی کارایی خود را از دست می‌دهند یا این که ممکن است با حداکثر توانایی خود عمل نکنند. همچنین سیم پیچی کابل سبب ایجاد اندوکتانس اضافی می‌شود که پالس‌ها را صاف می‌کند و باعث کاهش کارایی آنها می‌شود. جوشکاری تیگ پالسی در برخی موارد ممکن است، سبب کُند شدن فرآیند جوشکاری شود. همچنین گرمای ورودی احتمال دارد که سرعت رسوب را هنگام پر کردن مفاصل بزرگ کاهش دهد.