

## راهنمای جوشکاری فولادهای زنگ نزن

ابزارهای مورد استفاده در آماده سازی فولادهای زنگ نزن باید مخصوص این فولادها بوده و در مورد دیگر فلزات استفاده نشوند. آلودگی ابزار به فلزات دیگر می تواند باعث ایجاد خوردگی در فولادهای زنگ نزن گردد. اکسیدهای سطحی به وجود آمده در اثر جوشکاری باید با روش های مناسب حذف شوند. قطعات مورد استفاده برای آغاز و اتمام قوس جوشکاری باید از جنسی مشابه فلز پایه انتخاب شوند. در صورتی که قطعه فقط از یک طرف جوشکاری شود پاس ریشه باید از طرف مقابل تحت حفاظت گازهای محافظ قرار گرفته و پاس اول توسط **TIG** یا پلاسما اجرا شود. در صورت استفاده از پشت بند دائم، این پشت بند باید از جنس فلز پایه باشد، همچنین در صورت امکان ایجاد خوردگی شیاری نباید از پشت بند دائم استفاده شود. در صورت استفاده از پشت بند موقت مسی باید سطح پشت بند در قسمت ریشه جوش شیاری ایجاد گردد تا احتمال نفوذ مس در جوش کاهش یابد. می توان از آبکاری کرم یا نیکل نیز استفاده کرد.

در صورت استفاده از گاز محافظ در سمت ریشه جوش باید زمان اعمال گاز بدرستی رعایت گردد تا احتمال اکسید شدن ریشه از بین برود. تمیز کاری پس از جوش باید حتماً اجرا گردد تا مقاومت خوردگی فولادها کاهش پیدا نکند.

تمیز کاری را می توان به روش های مختلف انجام داد:

- برس زنی با برس سیمی از جنس فولاد زنگ نزن
- بلاست با ذرات شیشه یا گوی های فولاد زنگ نزن
- سنگ زنی با سنگ های تمیز و مخصوص فولاد زنگ نزن
- اسید شویی پرداخت الکترولیتی جوشکاری

### • جوشکاری فولادهای آستنیتی:

تمامی فرآیندهای قوس الکتریکی را می توان برای این نوع فولادها به کار برد. حرارت ورودی را باید تا جای ممکن پایین نگه داشت تا باعث پیچیدگی، ترک گرم و حساس شدن فلز پایه نگردد. همچنین از پیش گرم این فولادها باید اجتناب شود. آرایش لبه ها مانند فولادهای کربنی می باشد. در مورد ورق های نازک می توان با ذوب کردن لبه ها بدون نیاز به فلز پرکننده جوشکاری را انجام داد. فلز پرکننده باید بر اساس توصیه سازنده انتخاب شود. این مواد را می توان بر اساس استاندارد های EN ۱۲۰۷۳ ، EN ۱۶۰۰ ، EN ۱۲۰۷۲ انتخاب کرد. مواد مصرفی در جوشکاری فولادهای آستنیتی معمولاً "فلز جوشی شامل مقادیری فریت تولید می کنند تا احتمال ایجاد ترک گرم را کاهش دهند. گاز محافظ در فرآیند TIG اغلب آرگون ، آرگون هیدروژن و یا آرگون هلیوم می باشد. فولادهای آستنیتی دارای ضریب انبساط بالا و هدایت حرارتی کم هستند لذا بسیار مستعد پیچیدگی هستند، بنابراین این موضوع باید کنترل شود. عملیات حرارتی پس از جوش در اغلب موارد برای این فولادها نیاز نمی باشد. البته ممکن است جهت کاهش تنش پسماند یا افزایش خواص مطلوب عملیات حرارتی آنیل اجرا گردد. همچنین می توان جهت تنش زدایی قطعه را تا C ۴۵۰ گرم کرد.

### • جوشکاری فولادهای فریتی:

این فولادها را نیز می توان با انواع فرآیندهای قوس الکتریکی جوشکاری نمود. این فولادها مستعد رشد دانه می باشند لذا باید حرارت ورودی کم باشد. گاهی ممکن است پیش گرم ۲۰۰ - ۳۰۰ C در فولادهای نیمه فریتی با ضخامت بیشتر از ۳ mm نیاز باشد. از ورود کربن و نیتروژن به درون جوش باید جلوگیری شود. مواد مصرفی آستنیتی بدلیل داکتیلیتی بیشتر نسبت به فلز

پایه برای جوشکاری این فولادها ترجیح داده می شود. در صورتی که خطر ورود سولفور از محیط به درون قطعه باشد، لایه نهایی جوش که با محیط در تماس است باید از مواد فریتی انتخاب شود. جهت جلوگیری از خوردگی نباید مقدار کرم فلز جوش کمتر از فلز پایه باشد. مواد مصرفی فریتی را نیز در مواقعی که نیاز به انبساط حرارتی برابر و یا نمای ظاهری یکسان سطح باشد، انتخاب نمود. گاز محافظ باید با پایه آرگون باشد و به هیچ وجه نباید شامل CO<sub>2</sub>، هیدروژن یا نیتروژن باشد. در فولادهای فریتی به دلیل ضریب انبساط کم و هدایت حرارتی بالا مشکل پیچیدگی بسیار کمتر از فولادهای آستنیتی است. آنیل قطعه پس از جوشکاری در دمای ۷۰۰ - ۸۰۰ C انجام می گیرد تا علاوه بر افزایش داکتیلیتی منطقه HAZ و کاهش تنش های پسماند، مقاومت به خوردگی بین دانه ای نیز بهبود می یابد.

#### ● جوشکاری فولادهای دوبلکس:

جوش پذیری فولادهای دوبلکس با تنظیم درصد آستنیت فریت و افزایش نیتروژن بهبود یافته است و احتمال رشد دانه و یا ایجاد بیش از حد فریت در ناحیه HAZ کاهش یافته است. برای جوشکاری این فولادها از تمامی فرآیندهای قوس الکتریکی می توان استفاده کرد. در مواردی که جوشکاری بدون فلز پر کننده اجرا می شود ناحیه اتصال باید بعد از جوشکاری آنیل شده و به سرعت تا دمای اتاق سرد شود. به بیش گرم در این فولادها نیاز نمی باشد اما می توان حداکثر تا ۱۰۰ جهت حذف رطوبت قطعه را پیش گرم کرد. میزان حرارت ورودی در این فولادها باید در یک محدوده مشخص قرار گیرد. حرارت ورودی کم باعث سریع سرد شدن و افزایش میزان فریت و حرارت ورودی بالا باعث رسوب فازهای بین فلزی می گردد. ماکزیمم دمای بین پاسی برای فولادهای کم و متوسط آلیاژ ۲۵۰ C و برای فولادهای پرآلیاژ ۱۰۰ - ۱۵۰ C می باشد. جهت دسترسی به ساختار جوش مناسب باید از مواد مصرفی با نیکل بالا استفاده شود. برای فولادهای کم و متوسط آلیاژ که در محیط های خورنده قرار می گیرند می توان از مواد مصرفی دوبلکس با مقادیر بالای کرم، مولیبدن و نیتروژن استفاده کرد. از هیدروژن در گازهای محافظ باید اجتناب گردد. فولادهای دوبلکس به ترک هیدروژنی حساس هستند. فولادهای دوبلکس حاوی مقادیر بالای نیتروژن نسبت به تشکیل تخلخل مستعد می باشند. احتمال ایجاد تخلخل در حالت جوشکاری بالاسری بیشتر می شود. برای رفع این مشکل باید پاس ها نازک بوده و از طول قوس زیاد اجتناب گردد. عملیات پس گرمایی در این فولادها اغلب نیاز نمی باشد. در صورت نیاز به آنیکل محلولی بعد از جوشکاری این عمل باید در دمای ۳۰ - ۴۰ C بالاتر از دمای عملیات مشابه برای فلز پایه انجام گیرد. پس از این عملیات قطعه باید به سرعت تا دمای محیط سرد شود.

#### ● جوشکاری فولادهای مارتنزیتی:

این فولادها را اغلب بروش TIG یا MMA جوشکاری می کنند البته روشهای قوس الکتریکی دیگر را نیز در شرایط خاص می توان استفاده کرد. در کلیه حالات می توان از مواد آستنیتی یا مواد مشابه به فلز پایه استفاده کرد. حرارت ورودی باید حد نرمال باشد. بیش گرم بسته به نوع فولاد می تواند بین ۱۰۰ - ۳۰۰ C اجرا گردد. در این فولادها نیز به دلیل هدایت حرارتی بالا و ضریب انبساط پایین پیچیدگی مشکل عمده ای نمی باشد. در صورتی که از مواد مصرفی آستنیتی برای جوشکاری این فولادها استفاده شود احتیاجی به PWHT نمی باشد ولی در صورت استفاده از مواد مصرفی مشابه فلز پایه عملیات حرارتی طبق توصیه سازنده فلز پایه الزامی است.