اویل ایندستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

جوشکاری فولادهای ریختگی

WELDING CAST STEEL

ترجمه : سیروس یحیی‌پور

فولادها درمقایسه بابسیاری از آلیاژهای آهنی و غیر آهنی بدلیل محدود بودن رنج حرارت مناسب ریختن ، عدم سیالیت کافی ، قابلیت جذب گازها و غیره نسبت به عیوب ریخته گری حساسترند . مردود شناختن و بدور انداختن قطعات ریخته شده فولادی در بسیاری از موارد نه کاری منطقی است و نه مقرون به صرفه ، شاید به جرئت بتوان گفت که کمتر قطعه بزرگ ریخته گری است که نیاز به تعمیرات نداشته باشد . ازطرف دیگر در برخی از فعالیتهای ماشین سازی اتصال قطعه یا قطعات ریختگی به ورقها و فولادهای کارشده ROUGHT STEEL ضروری است ، درنتیجه فرآیندهای مختلف جوشکاری قوسی بعنوان روشهای ارزان و سریع تعمیراتی و اتصال در این میان کاربرد زیادی دارند . نظربه نیاز کارگاههای ریخته گری و ماشین-سازی به شناخت دقیق تر عوامل و پدیده های جوشکاری فولادهای ریختگی اقدام به ترجمهٔ مقاله WELDING CAST STEEL مندرج در چاپ دوازدهم THE PROCEDURE HAND BOOK OF ARC WEDING - 1973 از سری انتشارات LINCOLN شد . امید است که مفید واقع گردد .

سیروس یحیی‌پور

ملاحظات عمومی

فرآیندهای جوشکاری قوسی بنحو وسیعی در جوشکاری تعمیراتی و گاهی هم در اتصال فولادهای ریختگی به یکدیگر و به فولادهای کارشده بکار میروند. عیوب ناشی از ریخته‌گری نظیر حفره‌ها VOIDS ، آسیب های سطحی SURFACE BLEMISHES و عیوبی از قبیل ترک برداشتن و شکستن قطعات ریختگی که در حین کار ایجاد میشوند را میتوان با فرآیندهای جوشکاری قوسی بر طرف کرد.

تاثیرات متالورژیکی ناشی از سردشدن سریع جوش در فولادهای ریختگی به خطرناکی جوشکاری چدنها نیست و معمولا" این فولادها را میتوان به خوبی فولادهای کارشده ROUGHT STEELS با ترکیب شیمیائی و عملیات حرارتی مشابه جوشکاری کرد.

اما باید در نظر داشت که بهرحال فولاد ریختگی درمقایسه با فولاد کارشده در برابر تنشهای حرارتی حساس تر است و جوشکاری آن مشکل تر میباشد، بطوریکه گاهی اوقات نیروهای ناشی از تغییرات حرارت خصوصا" در سازه‌های سنگین سبب ترک برداشتن قطعات می‌شوند.

درمیان فرآیندهای جوشکاری قوسی، جوشکاری دستی با الکترود روپوشدار M.M.A.W بیش‌ازهمه جهت جوشهای تعمیراتی کوچک مورد استفاده قرارمیگیرد. جوشکاری های اتوماتیک و نیمه اتوماتیک برای جوشهای حجیم وسنگین مناسب ترند ودراینموارد هزینهٔ کمتری دارند. درمیان فرآیندهای فوق روشهای جوشکاری در پناه گاز محافظ با الکترود مصرفی MIG و جوش زیر پودری S.A.W مرسوم ترند.

آماده‌سازی‌جهت جوشکاری

روشهای آماده‌سازی فولادهای ریختگی نظیر آماده‌سازی دیگرمحصولات ریخته‌گری شامل پخ کاری یا شیارزنی با ابزاربادی ، قلم‌های دستی، سنگ زنی، برشکاری با الکترود ذغالی یا مشعل گاز-اکسیژن میباشد. بسته به ترکیب شیمیائی قطعه آماده سازی می‌تواند در دماهای مختلفی انجام گیرد. پیش گرمایش فولاد قبل از برشکاری با مشعل گاز-اکسیژن به ممانعت از ایجاد ترک و شکاف CHECK در لبه‌های برش ، کمک زیادی خواهد کرد.

قبل از شروع جوشکاری کلیه ء نقاط معیوب می‌بایستی بدقت شناسائی و رفع شوند . گاهی اوقات برطرف کردن عیوبی نظیر ترک های عمیق بعلت مسدود شدن ترک در حین سنگ زنی یا برشکاری مشکل بوده و به دقت زیادی نیاز دارد . بازرسی با ذرات مغناطیسی ، مایعات نافذ رنگی یا اچ کردن عمیق با اسید DEEP ACID ETCHING جهت حصول اطمینان از برداشته شدن کامل عیب ضروری است. اگر در حین جوشکاری به عیوبی برخورد شد که در مرحله قبل پنهان مانده بود کار باید متوقف شده و فقط پس از رفع کامل عیب میتوانند ادامه یابد . در صورتیکه عیب در سرتاسر ضخامت قطعه ادامه یافته باشد . آماده سازی باید حتی المقدور بگونه ای انجام شود که ریشه جوش بیش از حد باز نشود و در غیر اینصورت باید از تسمه ء پشت بند BACKING STRIP استفاده کرد . تسمه های پشتی میتوانند از جنس مواد نسوز نظیر آجر نسوز ، آجر سیلیسی ، MULLITE ، آجر منیزیتی MAGNESITE و یا از مواد فلزی مثل مس ، فولاد کربنی یا فولاد زنگ نزن تهیه شوند . خشک بودن تسمه عامل مهمی در سلامت جوش محسوب میگردد ، چون بخار آب ایجاد شده در حین جوشکاری میتواند سبب ترکیدگی زیر فلز جوش UNDER BEAD CRACKING شود .

عوامل موثر در جوشکاری

- سخت شدن در اثر افت سریع حرارت QUENCH HARDNESS

سرد شدن سریع جوش در فولادهای ریختگی بسته به ترکیب شیمیائی فولاد سختی جوش و ناحیه ء تحت تاثیر حرارت را افزایش میدهد . حد بالا رفتن سختی در درجه اول متاثر از میزان کربن جوش و فولاد پایه است . عناصر آلیاژی نیز با به تاخیر انداختن استحاله آوستنیت و افزایش دمای استحاله عمق و میزان سختی را افزایش میدهند .

با بالا رفتن سختی ، مقاومت به ضربه ء ناحیه ء تحت تاثیر حرارت کاهش می‌یابد ، قابلیت ماشینکاری قطعه پائین می‌آید و احتمال ترک برداشتن زیر فلز جوش UNDER BEAD CRACKING زیاد میشود . بهمین خاطر فولادهای ریختگی جوش شده جهت کاهش سختی ناخواسته می‌بایستی دست کم تحت عملیات تنش زدائی قرار گیرند .

- تنشهای حرارتی

گرم و سرد شدن سریع فولاد در حین جوشکاری، تنشهای حرارتی پسماند سنگینی را ایجاد میکنند. گرچه با عملیات حرارتی پس از جوشکاری این تنشها را میتوان کاهش داد و یا رفع کرد، اما گاهی اوقات بعلت قوی بودن تنش ترک گرم، پیچیدگی و حتی ترک برداشتن سرد اتفاق می افتد.

- ترک گرم HOT CRACKING

ترکیدگی گرم در نواحی تحت تاثیر حرارت و جوش کمی از پس از انجماد جوش در حالیکه فولاد هنوز گرم و داغ میباشد حتی تحت تنشهای نسبتا" سبک هم رخ میدهد. تنشهای موجود در قطعه در شرایطی که فولاد بعلت دمای زیاد ضعیف میباشد آنرا به آهستگی دچار تغییر شکل میکنند. ترک گرم معمولا" در فلز جوش بیش از فلز اصلی اتفاق می‌افتد، چون جوش از فلز اصلی گرمتر بوده و بدلیل شرایط انجماد ساختار متالورژیکی آن دارای دانه‌های ستونی است.
تئوریهای متعددی در زمینه توضیح مکانیسم ترک گرم وجود دارند، اما علیرغم دیدگاههای متفاوت، متخصصین متالورژی اغلب در این نکته هم عقیده اند که یکی از علل مهم ترکیدگی گرم وجود عناصر آلیاژی با درجه ذوب پائین در مرز دانه‌های فلز تازه انجماد یافته داغ میباشد که سبب میشوند تا صفحات کریستالی بر احتی روی یکدیگر بلغزند.

- ترک سرد COLD CRACKING

ترک سرد به ترک هایی اطلاق می‌گردد که در دماهای پائین تر از دمای بحرانی رخ دهد.

- حفره های گازی PROSITY

مشکل دیگری که در جوشکاری فولادهای ریختگی وجود دارد پیدایش حفره‌های گازی است. این مشکل را میتوان با اتخاذ تدابیری که سرعت انجماد فلز جوش را کم کنند به حداقل رساند. درجوشهای با سرعت انجماد کم گازهای محلول در مذاب فرصت می یابند که به سطح رسیده و آزاد شوند. درصورتیکه مقدار حفره‌های گازی زیاد باشد جوش بایستی سنگ خورده و مجددا" جوش شود. گاهی اوقات ممکن است که این عمل چندین بار تکرار شود تا جوش بدون حفره‌های گازی چشمگیر تولید گردد.

عملیات جوشکاری WELDING OPERATION

- پیش گرمایش PREHEAT

بهترین روش برای به حداقل رساندن احتمال ایجاد عیوبی نظیر ترک سرد، ترک گرم، و حفره های گازی سرد شدن آهسته و کند کردن نرخ سرد شدن COOLING RATE فلز جوش و ناحیه ء تحت تاثیر حرارت بوسیله پیش گرمایش است.

در پیش گرمایش فولادها دو روش اصلی وجود دارد:

الف) حرارت دادن عمومی قطعه که در آن کل سازه ریختگی معمولا" در کوره گرم میشود.

ب) پیش گرمایش موضعی که فقط محیط اطراف جوش بوسیله ء مشعل گازی یا المنتهای برقی حرارت داده میشود.

پیش گرمایش عمومی نسبت به پیش گرمایش موضعی بنحو موثرتری تنشها را کاهش میدهد. فولادهای کم کربن و کم آلیاژ که نسبت به سخت شدن ناشی از افت سریع حرارت و ترک برداشتن حساس نیستند نیازی به پیش گرمایش نداشته یا به پیش - گرمایش کمی نیاز دارند. مطلب فوق در مورد فلز جوش بخصوص در جوشهای چند پاسه هم صدق میکند. بطور کلی فولادهای ریختگی کم کربن و کم آلیاژ باحدود ۰/۳% کربن بجز در مقاطع ضخیم نیازی به پیش گرمایش ندارند. پیش گرمایش فولادهای ریختگی با کربن ۰/۳ تا ۰/۵% بسته به شکل و طرح قطعه بین تا درجه سانتی گراد در نظر گرفته میشود. جهت قطعات با طرح پیچیده، کربن بیشتر و عناصر آلیاژی زیادتر بایستی از دماهای بالاتر محدوده ء فوق استفاده شود. در بعضی از شرایط بویژه وقتیکه میزان کربن و عناصر آلیاژی بالا باشد، پیش گرمایش با دمای بیش از درجه ء سانتی گراد توصیه میگردد.

فولادهای ریختگی ضخیم با قابلیت فروکشی شدید حرارت و سرعت سرد شدن سریع، نیروهای انقباضی قویتری تولید میکنند. بعنوان یک اصل کلی قطعه ضخیم تر نیاز به دمای بالاتری از پیش گرمایش دارد.

- دمای بین پاسی INTERPASS TEMPERATURE

کارکرد دمای بین پاسی در جوشکاریهای چندپاسه را میتوان با پیش گرمایش مقایسه کرد. در اینجا نیز هدف نگهداری شرایط مناسب بوجود آمده در اثر

حرارت دادن بوسیله پیش گرمایش است . درجه حرارت بین پاسی هرگز نباید از دمای پیش گرمایش کمتر باشدو بمنظور رعایت ایمنی باتوجه به خصوصیات قطعه ریختگی دمای آنرا معمولا" ۳۷ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بیش از دمای پیش گرمایش درنظر میگرند . درعین حال باید توجه داشت که افزایش بیش از حد دمای بین پاسی سبب بروز بریدگی های عمیق کناره‌ء جوش SEVERLY UNDERCUT خواهد شد .

درقطعات ریختگی بزرگ بعلت فروکش کردن سریع‌حرارت مسئله مهم نگهداری دمای بین پاسی در حداقل است وداغ شدن بیش‌ازحدفولادمعمولا" رخ‌نمی‌دهد . درچنین شرایطی گاهی گرم‌کردن فولاد بصورت کلی یاموضعی درحین جوشکاری ضروری میشود .

- کوبش PEENING

زدن ضربات متوالی به جوش در شرایطی که هنوزسرخ‌وداغ میباشد باایجاد تغییرشکل فشاری درجوش، نیروی متقابلی باتنشهای کششی ناشی از انقباض بوجود می‌آورد و پیچیدگی درسازه‌های جوش شده را بحداقل میرساند .

نکته‌ء مهم درکوبش کنترل میزان ضربات است چون ضربات سنگین میتوانند سبب بوجود آمدن ترک در جوش شوند .

بطور تجربی میزان کوبش را باید با حجم و وزن قطعه ریختگی تحمین زد بنحویکه نیروی حاصل از کوبش با تنشهای موجود درقطعه متعادل باشد .

- عملیات حرارتی پس گرمایش POSTWELD HEAT TREATMENT

برخی از قطعات ریختگی پس از جوشکاری میتوانند بصورت عادی درهوا تا درجه‌ء حرارت معمولی خنک شوند . امادر فولادهای پرآلیاژکه نسبت به‌ترک برداشتن حساس هستند سرعت سردشدن بایستی باندازه‌ء کافی‌آهسته‌باشد تا مشکلات بعدی بوجود نیاید . پوشاندن قطعه با موادنسوز و یاحرارت دادن ملایم بامشعل گاز - اکسیژن در خلال خنک شدن میتوانند سرعت سردشدن فولاد را کاهش دهد .

اغلب فولادهای ریختگی بجز قطعات کم کربن بدون آلیاژ بعد از جوشکاری به عملیات حرارتی پس گرمایش نیاز دارند. پائین ترین نوع این عملیات تنش زدائی است که دمای آن بین ۶۰۰ تا ۶۷۵ درجهٔ سانتی گراد است. عملیات پس گرمایش عملا" کلیهٔ تنشهای پسماند را برطرف میکنند و با کاهش سختی نواحی تحت تاثیر حرارت ضمن ممانعت از ایجاد ترک سرد قابلیت ماشینکاری قطعه را بهبود می‌بخشد.

بسیاری از فولادهای ریختگی نیازمند عملیات حرارتی بالاتری از تنش‌زدائی نظیر نرمالیزه کردن یا کوئنچ - تمپر پس‌از جوشکاری هستند. درچنین مواردی باید در انتخاب الکترود توجه و دقت نمود چون اگر انتخاب بدرستی صورت نگیرد عملیات مذکور میتوانند سبب کاهش خواص جوش شوند.

- انتخاب الکترود ELECTRODE SELECTION

برای انتخاب الکترود مناسب داشتن اطلاعات کافی از خواص مکانیکی، ترکیب شیمیائی و عملیات حرارتی فولاد ریختگی ضروری است.

اگر فقط خواص مکانیکی فولاد حائز اهمیت باشد و قطعه نیازی به پس‌گرمایش نداشته باشد، الکترودهای ردهٔ AWS A5.1 : E 70 XX نظیر E 7018، E 7016، E 7024 برای بسیاری از کاربردها کافی هستند.

در صورتیکه فقط خواص مکانیکی اهمیت داشته و قطعه به عملیات حرارتی پس گرمایش نیازمند باشد، باید الکترودهای ردهٔ AWS A5.5: E XX 18-X نظیر E 8018-X E 9018-X یا الکترودهای با مقاومت بالاتر این گروه را انتخاب کرد.

در صورتیکه ترکیب شیمیائی جوش مورد توجه باشد در انتخاب الکترود بایستی ملاحظات متالورژیکی را در نظر داشت وضمنا" توجه نمود که در مقابل تمام ترکیبات ریخته‌گری، الکترود مشابه وجود ندارد.