

انجمن جوشکاری ایران

خبرنامه

تیر ماه 95، شماره 16

مدیر اجرایی: مهندس نازیلا ادب آوازه
همکاران این شماره: مهندس افشین خیام

2 خلاصه ای از روش های جوشکاری - بخش دوم
6 معرفی کتاب



انجمن جوشکاری و آزمایشهای غیرمخرب ایران

تهران - خیابان کریمخان زند - نبش آبان شمالی -
ساختمان علامه طباطبایی - طبقه 2 - واحد 227

تلفن: 88931783

itmanager@iwnt.com

www.iwnt.com

جوشکاری:

علم و هنر اتصال مواد

Welding: The Art and Science of Material Joining



خلاصه ای از روش های جوشکاری – بخش دوم مهندس افشین خیام

پارامترهای جوشکاری را برای تمامی انواع فرایندها (SMAW-MIG/MAG-TIG-SAW) معرفی کرده این متغیرها شامل محدوده ضخامت مجاز برای نوع اتصال – دامنه تغییرات مجاز برای آمپر-ولتاژ- قطر الکتروود-نوع پودر- زاویه کونیک کردن- روش پیشگرم و پسگرم- و ... میباشد. که بخشی از وظیفه QC_MAN کنترل میزان تطابق روش جاری جوشکاری با روش مشخص شده در WPS است. در بعضی از موارد خاص که استاندارد روش خاصی ارائه نداده اغلب یک طراح جوش بنا به تجربیات خود پروسیجری ارائه میدهد. در بعضی شرکت‌های بزرگ برای هر پروژه ای یک دفترچه WPS موجود است اما از آنجا که روشها و امکانات موجود هر کارخانه اغلب ثابت است لذا به نظر میرسد که نیازی به WPS های متفاوت نباشد. و تجربه نشان داده که برای کارهای مشخص و ثابت بهتر است یک WPS تهیه شود و از تعدد ایجاد مدارک و مستندات دست و پا گیر جلوگیری شود. یک WPS معمولی میتواند در حدود 200-250 صفحه باشد. یعنی به همین تعداد اتصالات مختلف را نشان داده و روش جوشکاری مربوطه را توضیح داده است.

● PQR

ابتدا توضیح کوتاهی در مورد خود PQR لازم است که باید گفت PQR نتایج آزمایشات مخرب و غیرمخرب در مورد یک نوع مشخص جوش



توضیحاتی پیرامون WPS & PQR

در نظر بگیرید در کارخانه ای بزرگ که تعداد زیادی پروژه در دست انجام است مسوول کنترل کیفی و یا ناظر هستیم. و با انواع و اقسام حالات جوشکاری برخورد می‌کنیم انواع الکتروودها، ورق‌ها با ضخامت های متفاوت، ماشین‌های مختلف که تحت شرایط خاصی تنظیم شده است، جوشکاران که اغلب به روش سنتی (بدون رعایت اصول علمی) جوشکاری می‌کنند را در نظر بگیرید. بهترین کار چک کردن کار با کتابچه ای است که به عنوان WPS معروف است. هر چند کاربرد اصلی این دفترچه برای پرسنل تولید است اما در واقع زبان مشترک تولید کننده و بازرسی و ناظر می‌باشد که در بعضی مواقع کارفرماهای بزرگ خودشان WPS مورد قبول خود را به سازنده ارائه میکنند و بنای بازرسی ها را بر اساس آن قرار میدهند. فکر میکنم تا حدودی مفهوم را ساده کرده باشم.

استاندارد مرجع AWS حدود 170 نوع اتصال را با پوزیشن‌های متفاوت معرفی کرده و انواع

است. که از طرف آزمایشگاه های معتبر باید ارایه شود.

حال به این سوال میرسیم که از کجا اعتبار یک WPS را بفهمیم؟ و مدیران خط تولید یا تضمین کیفیت و یا ناظران و کنترل کیفیت چطور از اعتبار WPS اطمینان حاصل میکنند؟

قطعا آن قسمت از WPS که از متن استاندارد استخراج شده نیاز به اینکار ندارد چراکه تمامی موارد پیشنهادی استاندارد هم حاصل تجربیات گروه زیادی از متخصصان بوده است و فلسفه استفاده از استاندارد کوتاه کردن مسیر تجربه است تا زودتر به نتیجه دلخواه برسیم. ولی جدا از نحوه برداشت ما از استاندارد در استاندارد AWS مشخصا به این موضوع اشاره شده که برای موارد پیشنهادی استاندارد نیازی به PQR نیست. اما برای آن مواردی که از استاندارد استخراج نشده و پیشنهاد واحد طراحی و یا مشاور طرح بوده باید حتما PQR تهیه شود.

روش تهیه PQR :

فرض کنیم نیاز داریم برای 70 نوع از انواع اتصالات PQR تهیه کنیم. یا باید 70 نمونه تهیه کنیم؟ و یا این کار عاقلانه است؟ مسلما خیر. بنابر جداول مربوط به تهیه نمونه برای PQR می توان تعداد بسیار کمتری برای تاییدیه روش جوشکاری (PQR) تهیه کرد به این ترتیب که در جداول مربوطه بنا بر تغییرات ضخامت قطعات در اتصالات شبیه به هم تعداد نمونه و نوع

و تعداد آزمایشات برای آن نمونه معرفی شده. که پس از فرستادن قطعات به آزمایشگاه های ذیصلاح و گرفتن جواب مثبت میتوان به آن WPS اعتماد کرد و جوشکاری را آغاز کرد.

مثال :

فرض کنید دفترچه WPS را برای تهیه PQR در اختیار دارید. مراحل زیر برای تهیه PQR پیشنهاد میشود.

1. اتصالاتی که در استاندارد وجود دارد را تنها با متن استاندارد مطابقت دهید تا چیزی از قلم نیفتاده باشد و تolerانس ها دقیقا استخراج شده باشد و نظیر این...

2. در مورد اتصالات شبیه به هم با مراجع به استاندارد یکی از پرکاربردترین ضخامتها را انتخاب کنید. برای کارهای سازه ای و اتصال نوع Groove فرض کنید که 45 نوع ضخامت مختلف به شما معرفی شده. بهترین کار این است که با مراجعه به جداول استاندارد بهترین نمونه برای تهیه PQR انتخاب کنیم که این بهترین انتخاب اغلب پرکاربردترین یا حساسترین اتصال است.

مثلا Groove با ضخامت 20-30 که بنابر جدول استاندارد می بینیم که این نوع اتصال محدوده ضخامتی 3 mm تا 60mm را با اعتبار می بخشد یعنی برای ضخامت های 2 تا 60 دیگر نیازی به تهیه PQR نداریم و این از مزایای استفاده از استاندارد است.

3. حال که نمونه مورد نظر را انتخاب کردیم باید

در ابعاد مشخص (طول و عرض) که باز هم در استاندارد آمده است آنرا تهیه کنیم و توسط یک جوشکار که داری کارت صلاحیت جوشکاری در حالت مربوطه (1F, 2F, 1G, 2G و غیره) است جوشکاری انجام شود.

4. قطعه مور نظر را به آزمایشگاه های معتبر ارسال میکنیم تا تحت تستهای مختلف قرار گیرد. این تستها اغلب خمش کناره- رادیوگرافی- ماکرواچ- شکست و ... است.

5. پس از اعلام نتیجه مثبت آزمایشگاه می توان جوشکاری را آغاز نمود

● نکاتی در مورد جوشکاری فولادهای ضدزنگ و ضد خوردگی :

خصلت اصلی فولادهای استنلس (ضد زنگ) مقاومت در برابر زنگ خوردگی است (داشتن کرم بیش از 12% موید 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 می تواند تا حد زیادی این وظیفه را به خوبی 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. هرچند که مقدار کربن کمتر از 0/40 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 مناسب و عملیات مکانیکی مورد نظر فراهم می شود. 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

میتوان آنرا با پس گرمایش برطرف نمود. در نتیجه کاربرد رسوب میکند و در مرز دانه های فریت باعث شکنندگی و کاهش شدید 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 داری خاصیت آستنیتی و مقاومت به ضربه بالا است. فلز جوشی که بدین طریق حاصل میشود از نظر مقاومت به خوردگی مطابق فولادهای ضدزنگ فریتی میباشد اما از نظر ظاهر با فلز مبنا تفاوت رنگ دارد. در صورتیکه اجبار در یکرنگی باشد باید از فیلمتال 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.

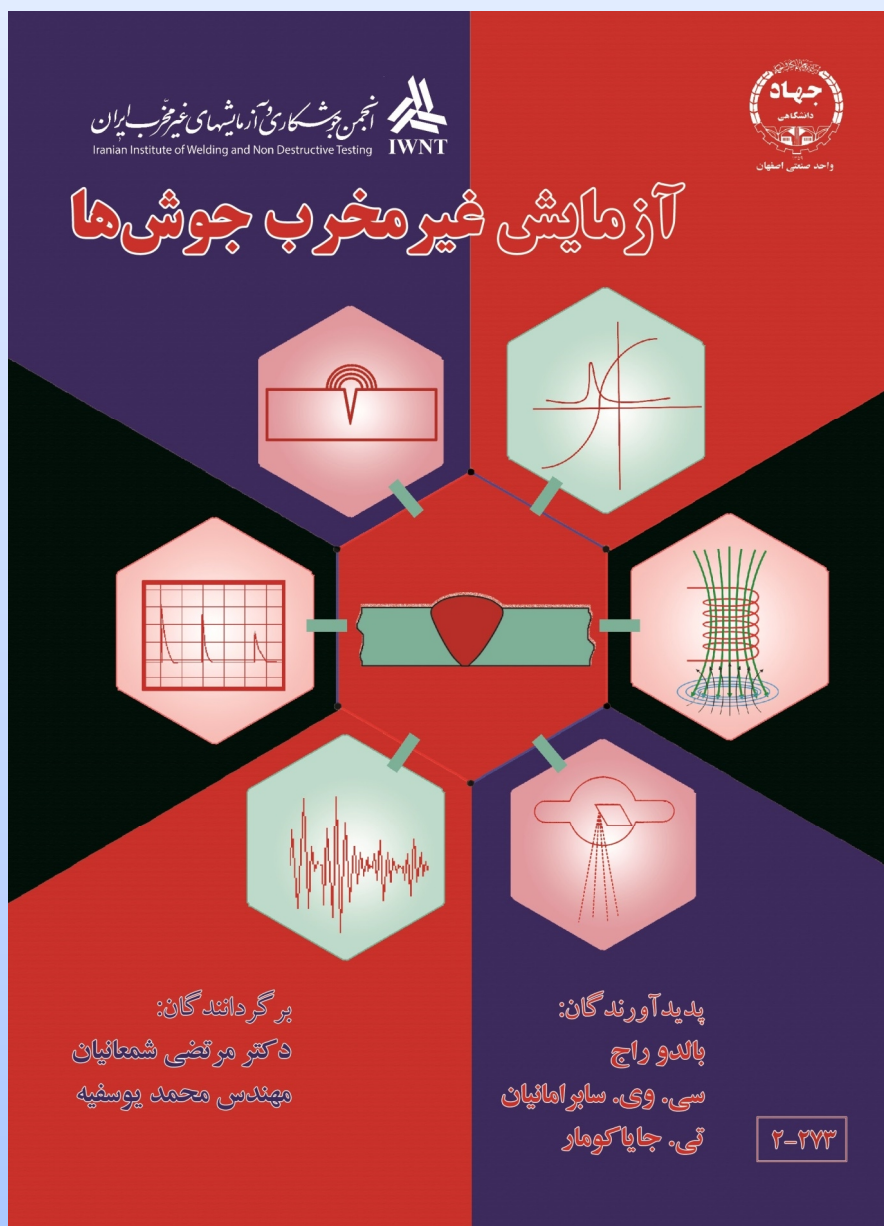
اقدامات مشابهی حین جوشکاری فولادهای نیمه فریتی و کوئنچ تمر شده با 12 تا 14 درصد کربن (دسته ب) نیز ضروری است. میدانیم که سرد کردن سریع باعث تشکیل فاز شکننده مارتنزیتی میشود لذا ضرورت دارد که درجه حرارت قطعه حین انجام جوش بالا نگهداشته شود. قطعه کار ابتدا 300 تا 350 درجه پیش گرم میشود. درجه حرارت بین پاسی (Inter pass) 300 درجه مناسب است و از این کمتر نباید شود.

ضمنا قطعه کار بید 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 می شود و خطر شکنندگی و رشد دانه ها را تا حدود زیادی مرتفع میکند.

فولادهای کرم دار مارتنزیتی (دسته ج) معمولا قابل جوش نیستند و صرفا به منظور تعمیر و اصلاح عیوب جوشکاری بر روی آنها انجام می پذیرد. برای جوشکاری فولادهای کرم دار با 12 تا 14 درصد کرم مقدار کربن در فیلمتال نبید 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 تاثیر
 آنیلینگ در حرارتی بین 650 تا 650 درجه ممکن
 است باعث رسوب کاربید و بروز خوردگی
 منفی در مقاومت به خوردگی شود. بین دانه ای شود.

کتاب آزمایش غیرمخرب جوش ها



برگردانندگان: دکتر مرتضی شمعیان - مهندس محمد یوسفیه