

عوامل موثر بر مشخصات منطقه متأثر از حرارت (HAZ) جوشکاری

ولدیکا | Weldica | تمامی موارد، مواد و خواص آنها | 29 تیر 1396 | 1900 مشاهده | 0 دیدگاه

منطقه متأثر از حرارت (Heat Affected Zone [HAZ])، یکی از اجزای اصلی اتصال جوشکاری شده بوده که در آن اگرچه فلز پایه ذوب نمی شود، اما ساختار و دانه بندی آن در اثر حرارت ناشی از جوشکاری به صورت چشمگیری دچار تغییر می شود.

جوشکاری برخی از آلیاژهای فلزی مانند مس، نیکل و آلومینیوم، موجب تغییر قابل ملاحظه ای در ریزساختار منطقه متأثر از حرارت (HAZ) نمی گردد، هرچند ممکن است تبلور مجدد یا رشد دانه در آنها اتفاق بیفتد. اما در فولادها، تغییرات ریزساختاری قابل ملاحظه ای در ناحیه متأثر از حرارت رخ می دهد که می تواند خواص مکانیکی اتصال جوشی را متأثر نماید.

در ادامه عوامل موثر بر وسعت و اندازه دانه های ناحیه متأثر از حرارت (HAZ) آورده شده است:

## حرارت ورودی

حرارت ورودی (Heat Input) از مهم ترین پارامترهای جوشکاری (Welding Parameters) و موثرترین عوامل بر وسعت و میزان درشت دانگی ناحیه متأثر از حرارت (HAZ) است. هرگونه تغییر در این عامل به شکل مستقیم مشخصات منطقه HAZ را متأثر می سازد. در سطور بعدی عوامل موثر بر حرارت ورودی بیشتر معرفی شده اند.

## روش جوشکاری

فرایندهای جوشکاری ذوبی به دلیل حرارت ورودی (HI) بیشتر نسبت به فرایندهای جوشکاری حالت جامد، منتظره متأثر از حرارت (HAZ) بزرگتری تولید می نمایند. همچنین برخی از فرایندهای

جوشکاری ذوبی (مانند فرایند جوشکاری قوس الکتریکی بر روی الکتروود دستی [SMAW]) نسبت به بعضی دیگر (مانند فرایند جوشکاری قوس الکتریکی بر روی الکتروود غیرمصرفی تنگستن [GTAW]) حرارت ورودی (HI) بیشتری داشته و نیز منطقه متأثر از حرارت (HAZ) بزرگتری تولید می کنند.

## جنس فلز پایه

فلزاتی که دارای ضریب انتقال حرارت (هدایت حرارتی) بالاتری هستند، منطقه متأثر از حرارت (HAZ) بزرگتری نیز دارند. به عنوان نمونه آلیاژهای آلومینیوم و مس به نسبت فولاد، در شرایط جوشکاری یکسان، منطقه متأثر از حرارت بزرگتری تولید می نمایند. همچنین در میان فولادها، وسعت ناحیه متأثر از حرارت (HAZ) در فولادهای کربنی بیشتر از سایر انواع فولادها می باشد.

## سرعت جوشکاری

با ازدیاد سرعت جوشکاری، حرارت ورودی (HI) کاهش یافته و به طور طبیعی از وسعت منطقه متأثر از حرارت (HAZ) کاسته می گردد. بنابراین آن دسته از فرایندهای جوشکاری که دارای سرعت پیشروی (Travel Speed) بالاتری هستند، ناحیه متأثر از حرارت (HAZ) باریک تری نیز ایجاد می نمایند.

## درجه حرارت پیش گرم

هرچه میزان دما و زمان پیش گرم (Preheat) اتصال جوشی کمتر باشد، وسعت منطقه متأثر از حرارت (HAZ) کمتر خواهد بود. زیرا ازدیاد پیش گرم، موجب افزایش حرارت ورودی (HAZ) به فلز پایه شده که وسعت یافتن منطقه متأثر از حرارت (HAZ) را در پی خواهد داشت.

## تعداد پاس جوشکاری

اصرار بر استفاده از تعداد کمتر پاس جوش به نسبت تعداد مرسوم و یا مقرر شده، باعث ازدیاد حرارت ورودی به قطعه کار و وسعت ناحیه متأثر از حرارت (HAZ) می گردد. زیرا که این کار اغلب با افزایش قطر ماده پرکننده (Filler Metal) و یا کاهش سرعت پیشروی (Travel Speed) صورت می گیرد. افزایش قطر ماده پرکننده منجر به ازدیاد جریان جوشکاری و کاهش سرعت پیشروی موجب طولانی شدن زمان جوشکاری می شود، که هر دوی این عوامل بر حرارت ورودی می افزایند.

## ضخامت قطعه

قطعات ضخیم تر، قدرت جذب حرارت (Heat Sink) بیشتری داشته و سرعت سرد شدن جوش را افزایش می دهد، لذا به منظور ایجاد اتصالی با کیفیت مناسب می بایست به روش های مختلف از جمله پیش گرم، بر میزان حرارت ورودی (HI) افزود که امر موجب وسعت یافتن منطقه متأثر از حرارت (HAZ) می شود.

## شکل طرح اتصال

برخی از طرح های اتصالات جوشکاری شده دارای راه های فرار حرارت بیشتری هستند. به عنوان نمونه در یک اتصال سپری سه (3) مسیر خروج حرارت و در یک اتصال سر به سر دو (2) مسیر وجود دارد. افزایش راه های فرار حرارت موجب ازدیاد سرعت سرد شدن اتصال می شود که این امر از یک طرف می تواند گستره منطقه متأثر از حرارت ( ) را کاهش دهد اما چنانچه به منظور پرهیز از اثرات مخرب سرعت سرد شدن بالا، از تمهیدات افزاینده حرارت ورودی (HI) مانند پیش

گرم استفاده شود، این امر می تواند افزایش عرض و درشت دانگی منطقه متاثر از حرارت (HAZ) را به دنبال داشته باشد.

## منطقه HAZ در جوشکاری

علت به وجود آمدن این منطقه در فرآیندهای جوشکاری را می توان مربوط به انتقال حرارت و انجام استحاله های متالورژیکی مرتبط با آن دانست. در این منطقه معمولا ترکیب شیمیایی ثابت مانده ولی ساختار فلز تغییر می کند.

۱- روش های جوشکاری بر میزان آن موثرند و معمولا در روش جوش SMAW کمترین پهنا را دارد. در روش های گازی، این منطقه دارای پهنای زیادی دارد چرا که میزان حرارت ورودی در آن زیاد است.

۲- هر چه ضریب انتقال حرارت فلز پایه بیشتر باشد، این منطقه از پهنای بیشتری نیز برخوردار خواهد بود.

۳- هر چه سرعت جوشکاری بالا باشد، پهنای این منطقه کمتر خواهد شد.

۴- هر چه دمای پیش گرم کمتر باشد، پهنای این منطقه نیز کمتر می شود.

۵- در جوشکاری چند پاسی معمولا منطقه HAZ پهنای کمتری در مقایسه با جوش یک پاسی دارد.

در این منطقه، حرارت دیدن منطقه فلز پایه با شرایط مختلف باعث می شود که ساختار متالورژیکی فلز پایه تغییرات زیادی نماید. دقیقا مثل این است که فلز پایه را در این منطقه آستنیتی کرده و سپس سریع سرد شود. در این منطقه، مارتنزیت تشکیل می شود. معمولا نیز سختی در این مناطق بحرانی است. فلذا در سرویس هایی که با محیط ترش سروکار دارند، میزان سختی و کنترل آن عامل بسیار مهمی است به طوریکه برای فولادهای کربنی، میزان سختی نباید از 22 راکول سی افزایش یابد. معمولا نیز در منطقه HAZ هرچقدر به منطقه جوش نزدیکتر می شویم؛ با توجه به افزایش نرخ سردایش، سختی نیز زیاد می شود.

وسعت و گستردگی ناحیه متاثر از حرارت به عوامل زیر بستگی دارد :

روش جوشکاری : در جوشکاری قوس الکتریکی دستی ، وسعت ناحیه HAZ دارای کمترین مقدار است و به 2 تا 2.5 میلیمتر می رسد. در جوشکاری با الکتروود های پوشش دار وسعت این

ناحیه 4 تا 10 میلیمتر است در حالی که در جوشکاری گازی به 20 تا 25 میلیمتر می رسد. علت این است که در روش های جوشکاری با قوس الکتریکی ، امکان تمرکز حرارت در یک نقطه وجود داشته در حالی که در روش های گازی ، حرارت در سطح توزیع شده و در نواحی اطراف ناحیه متاثر از حرارت گسترش می یابد.

جنس فلز پایه : در فلزاتی که ضریب انتقال حرارت ( هدایت حرارتی ) بالاتری دارند ، ایجاد تمرکز حرارت غیر ممکن است بنابراین منطقه HAZ در فلزات و آلیاژهای آلومینیوم و مس نسبت به فولاد ها از وسعت بیشتری برخوردارند. در بین فولاد ها نیز وسعت ناحیه متاثر از حرارت در فولاد های کربنی بیشتر از سایر فولاد ها می باشد.

سرعت جوشکاری : هر چقدر میزان سرعت جوشکاری بالاتر باشد ، وسعت ناحیه متاثر از حرارت کوچکتر می گردد؛ زیرا حرارت تولیدی در ناحیه جوش فرصت انتقال به نواحی اطراف و پراکنده شدن را ندارد.

درجه حرارت پیشگرم : هر چه میزان دمای پیشگرم قطعه جوشکاری کمتر باشد ، وسعت منطقه HAZ کمتر خواهد شد؛ زیرا چنانچه فلز تا حد قابل ملاحظه ای پیشگرم شود ، در واقع هنگام جوشکاری به گرمتر شدن نواحی اطراف جوش کمک شده است.

تعداد پاس های جوشکاری : در جوش تک پاسی ، به دلیل اعمال حرارت ورودی بیش از حد و طولانی شدن زمان جوشکاری و همچنین طولانی شدن زمان انجماد ، وسعت ناحیه متاثر از حرارت افزایش می یابد.

ابعاد قطعه : قطعات ضخیم تر ، قدرت جذب حرارت بیشتری داشته و سرعت سرد شدن جوش نیز افزایش می یابد.

متغیر های جوشکاری : متغیر هایی مانند شدت جریان ، ولتاژ و قطر الکترود نیز بر وسعت ناحیه HAZ تاثیر می گذارد. زیرا با افزایش شدت جریان ، ولتاژ و قطر الکترود وسعت ناحیه HAZ افزایش می یابد.

شکل طرح اتصال : به طور مثال با مقایسه بین جوش نبشی و جوش لبه ای در صورتی که ضخامت ورق در محل هر دو نوع اتصال با هم برابر باشد ، به دلیل سرعت سرد شدن بالاتر در جوش نبشی ، وسعت ناحیه متاثر از حرارت در آن کوچکتر از جوش لبه ای می گردد.

شکل حوضچه جوش : همچنین در دونوع یکسان جوش نبشی چنانچه گرده جوش در یکی از اتصالات به شکل محدب باشد ، سطح تماس جوش با فلز پایه بیشتر شده و در نتیجه حرارت را سریعتر به محیط اطراف منتقل می کند. این امر سبب می شود که وسعت ناحیه HAZ نسبت به گرده مقعر جوش ، بیشتر گردد.