



Structure Test Steel
www.sts-inspection.com

جوشکاری میلگرد به روش فشار گاز

مجید چهره سا - امیر قاسمی^۱

مهندسی مشاور سازه آزمون فولاد

چکیده

روش جوشکاری فشار گاز روشی است که در آن مواد اولیه مستقیماً در شرایط دمایی پایین تر از دمای ذوب (۱۳۰۰°C - ۱۲۰۰) به کمک گاز اکسی استیلن جهت اتصال دو سر میلگرد مورد استفاده قرار می گیرد. از این روش، بیشتر در اجرای سازه های ساختمانی ساخته شده با بتن و میلگرد مورد استفاده قرار می گیرد. اتصال روی هم تاکنون معمولاً به عنوان روشی مهم برای اتصال میلگرد ها مورد استفاد قرار می گرفت. به دلیل دارا بودن معایبی همچون عدم استحکام محل اتصال، پیچیده بودن آرایش میلگرد ها، ایجاد مقطع ثانویه بزرگتر از حالت پایه و همچنین افزایش هزینه، استفاده از آن برای میلگرد های با قطر های بالاتر برخی استانداردها ممنوع شده و به کاربردن روش های اتصال مکانیکی و روش جوشکاری فشار گاز جایگزین آن گردید. به طور کلی روش جوشکاری فشار گاز بسیار مستحکم تر و اقتصادی تر از روش اتصال روی هم می باشد.

کلمات کلیدی: جوشکاری، میلگرد های تقویتی، سازه فلزی، جوشکاری فشار گاز

روش جوشکاری فشار گاز از روش های جوشکاری ذوبی به شمار نمی آید، بلکه نوعی روش جوشکاری فاز جامد است که عمل اتصال را بدون ذوب کردن کامل فلز پایه به انجام می رساند. پیکربندی مجدد اتم ها با حرارت دهی سطحی در دمایی بالاتر از دمای تبلور مجدد رخ داده و اتصال به کمک تغییر فرم پلاستیک به وجود آمده از بهم فشردگی ایجاد می شود. اگرچه در روش جوشکاری فشار گاز میلگرد ها، لبه انتهایی میلگرد ها عمدتاً در حین جوش و به علت استفاده از شعله اکسید می شوند، لذا چنانچه عملیات جوشکاری درست صورت نگیرد، ناخالصی های اکسیدی در جوش باقی می ماند و در نهایت موجب بروز عیوب جوش می گردد.

انواع اتصال میلگرد ها به روش های زیر تقسیم بندی می شود:

۱. اتصال جوش روی هم^۲

۲. اتصال مکانیکی^۳

۳. جوشکاری فشار گاز^۴

اتصال روی هم تاکنون معمولاً به عنوان روشی مهم برای میلگرد های قطر پایین مورد استفاد قرار می گرفت. به دلیل دارا بودن معایبی همچون عدم استحکام محل اتصال، پیچیده بودن آرایش میلگرد ها، ایجاد مقطع ثانویه بزرگتر از حالت پایه و همچنین افزایش هزینه، استفاده از آن برای میلگرد های با قطر بالا در برخی استانداردها ممنوع شده و به کاربردن روش های اتصال مکانیکی و روش جوشکاری فشار گاز جایگزین آن گردید. به طور کلی روش جوشکاری فشار گاز بسیار مستحکم تر و اقتصادی تر از روش اتصال روی هم و اتصال مکانیکی می باشد. [۱]

ساختار تجهیزات جوشکاری فشار گاز اتوماتیک [۲]

واحد جوشکاری (شکل ۱)

۱. تنظیم کننده فشار اکسیژن

۲. تنظیم کننده فشار استیلن

۳. لوله خروجی استیلن

۴. لوله خروجی اکسیژن

۵. مشعل جوشکاری (تورچ)

۶. سرپیک جوشکاری

^۲ Lap Splice

^۳ Mechanical spiral splice

^۴ Compressed welded price

واحد متراکم کننده (شکل ۲)

۱. پمپ
۲. پدال پمپ
۳. لوله فشار هیدرولیک
۴. سیلندر رام
۵. سیلندر خارجی
۶. گیره ثابت
۷. گیره متحرک
۸. میلگرد

مراحل کاری روش جوشکاری فشار گاز

جوشکاری فشار گاز به دو دسته دستی و اتوماتیک تقسیم بندی شده است. قاعده کلی دو روش یکسان است و تفاوت در نوع دستی یا اتوماتیک بودن اتصال می باشد. [۲]

۱. تراشیدن ناحیه سطح میلگرد با استفاده از دستگاه برش
۲. نصب میلگرد روی تجهیزات جوشکاری فشار گاز جهت اتصال
۳. اعمال حرارت و فشار
- حرارت دادن میلگرد با گاز مخلوط اکسیژن - استیلن
- اعمال حرارت و فشار در زمان واحد
- حرارت دادن میلگرد تا دمای 1300°C در سطح خارجی میلگرد
- اعمال فشار $300-400\text{ kg/cm}^2$ برای هر ۱ سانتی متر میلگرد

زمان مورد نیاز جهت حرارت دهی در روش جوشکاری فشار گاز

زمان مورد نیاز جهت حرارت دهی در روش جوشکاری فشار گاز بسته به اندازه قطر میلگرد مصرفی متفاوت می باشد که در جدول (۱) آورده شده است. [۳]

روش تحقیق

در این تحقیق نمونه های میلگرد آجدار با ضخامت ۲۵ میلی متر که به روش فشار گاز جوشکاری شده بودند پس از آماده سازی های لازم طی روش های زیر مورد آزمایش و بررسی قرار گرفتند:

۱. آزمایش سختی سنجی
۲. آزمایش کشش طولی نمونه های جوش شده
۳. آزمایش رادیوگرافی
۴. آزمایش متالوگرافی جهت بررسی ساختار ناحیه جوش

نتایج و بحث

۱. آزمایش سختی سنجی به روش ویکرز در ۴ ناحیه فلز پایه ، فلز جوش و ۲ نقطه از ناحیه متأثر از حرارت (HAZ) با نیروی ۱۰ کیلوگرم انجام شد که نتایج آن در جدول (۲) آمده است .
 ۲. آزمایش کشش از سه نمونه میلگرد جوشکاری شده به عمل آمد که نتایج آن در جدول (۳) آمده است .
 ۳. طی آزمایش رادیوگرافی انجام شده عیبی مشاهده نگردید.
 ۴. نتایج بررسی های به عمل آمده طی آزمایش متالوگرافی به شرح زیر می باشد :
- اتصال میلگرد ها به طور کامل انجام شده است و تنها در لبه کناری اتصال مقادیر $0/2$ میلی متر و $0/6$ میلی متر عیب عدم ذوب مشاهده می گردد . ساختار فلز پایه و منطقه جوش از فریت و پرلیت تشکیل گردیده است . منطقه HAZ شامل سه ناحیه درشت دانه شده و منطقه تبلور مجدد شده (منطقه ریز دانه) و منطقه تمپر شده می باشد و ساختار همگی این نواحی از پرلیت و فریت تشکیل شده است . شکل های ۳ تا ۶ ساختار مناطق مختلف را نشان می دهد .

نتیجه گیری

به طور کلی استفاده از روش جوشکاری فشار گاز جهت اتصال لب به لب میلگرد دارای مزایایی است که در زیر به آنها اشاره شده است :

۱. صرفه جویی ها
 - صرفه جویی ۳۰ درصدی در مصرف میلگرد با حذف اورلب و پرت .
 - صرفه جویی در زمان اجرای کار .
 - نیاز به نیروی انسانی کمتر
 - کاهش حمل و نقل ها با توجه به کاهش مصالح مصرفی
 - اتصال میلگرد های غیرقابل مصرف (پرت) به یکدیگر و استفاده مجدد از آنها .
۲. مقاوم سازی و اجرای بهتر
 - با توجه به کاهش مصرف میلگرد ، وزن اصلی سازه کم شده و متناسب با آن از نیروهای ثقلی جانبی نیز کاسته می شود و در نتیجه مقاومت سازه در مقابل زلزله افزایش خواهد یافت .
 - این سیستم جوشی ، اشتباهات انسانی را به شدت کاهش می دهد .
 - با توجه به کاستن از حجم اضافی میلگرد ها در نقاط اتصال ، امکان ویریه بهتر که معطل بسیار مهمی تاکنون بوده است برطرف می شود و ویریه خوب و مناسب تری میسر می گردد .
 - با توجه به کاهش حجم اضافی میلگرد ها ، درگیری بتن با میلگرد ها افزایش خواهد یافت .
 - افزایش یافتن مقاومت در نقطه اتصال ، به طوری که مقاومت در این نقطه به علت افزایش سطح مقطع ، بیشتر از سایر نقاط در طول میلگرد می باشد .

جداول

جدول (۱): زمان مورد نیاز جهت حرارت دهی در روش جوشکاری فشارگاز

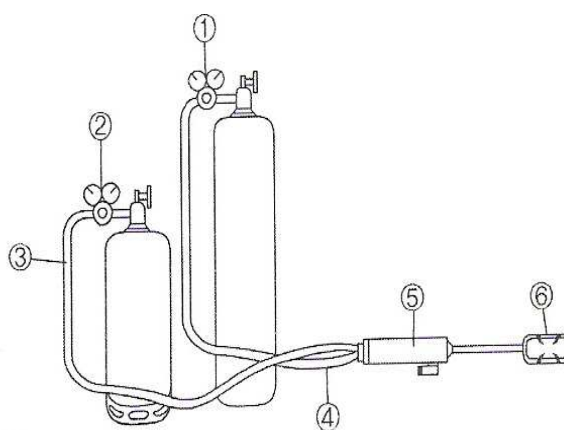
زمان حرارت دهی (ثانیه)	قطر میلگرد	زمان حرارت دهی (ثانیه)	قطر میلگرد
۷۵-۱۰۵	HD ۲۵	۴۰-۵۰	HD ۱۶
۱۰۵-۱۳۵	HD ۲۹	۵۰-۶۰	HD ۱۹
۱۳۵-۱۷۵	HD ۳۲	۶۰-۸۰	HD ۲۲

جدول (۲): نتایج آزمایش سختی سنجی

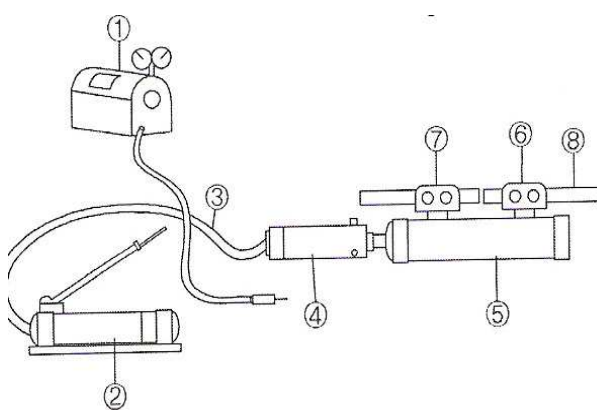
نمونه	نیرو (کیلوگرم)	موقعیت	سختی			
			HV	HB	RC	RB
ناحیه ۱	۱۰	BM	۲۰۳,۲۰۳,۲۰۷	-	-	-
ناحیه ۲	۱۰	HAZ۱	۲۰۹,۲۰۶,۲۰۲	-	-	-
ناحیه ۳	۱۰	HAZ۲	۲۲۴,۲۱۶,۲۲۲	-	-	-
ناحیه ۴	۱۰	WM	۲۲۰,۲۲۷,۲۲۸	-	-	-

جدول (۳): نتایج آزمایش کشش

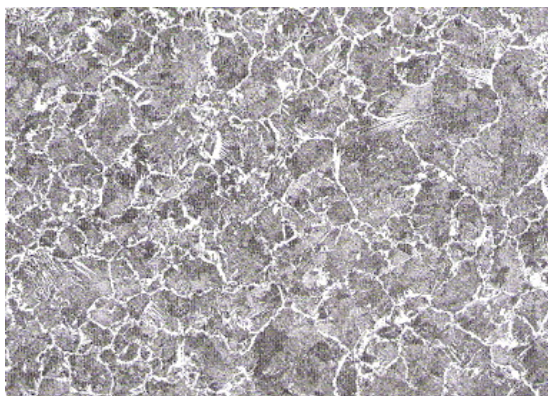
نمونه	قطر (mm)	نیروی نهایی (N)	تنش نهایی (N/mm ^۲)	تنش تسلیم (N/mm ^۲)	درصد ازدیاد طول (%)	دما (سانتی گراد)
۱	۲۵	۳۵۰۴۷۱	۷۱۴	۴۶۸	۱۲	۲۰
۲	۲۵	۳۱۳۵۴۵	۶۳۹	۴۵۹	۱۹	۲۰
۳	۲۵	۲۸۸۹۳۸	۵۸۹	۳۹۳	-	۲۰



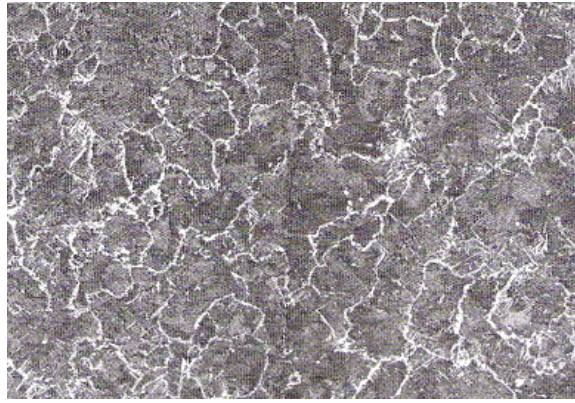
شکل (۱): واحد جوشکاری



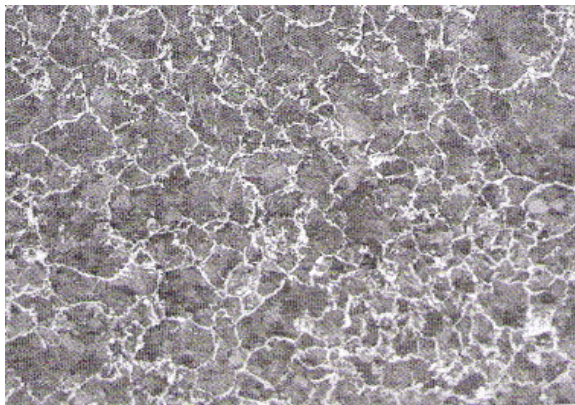
شکل (۲): واحد متراکم کننده



شکل (۳): ساختار محل اتصال (منطقه مغزی) از فریت و پرلیت تشکیل شده است.



شکل (۴): ساختار لبه کناری محل اتصال



شکل (۵): ساختار منطقه درشت دانه HAZ از فریت و پرلیت تشکیل شده است.



شکل (۶): ساختار منطقه ر کریستالیزه شده HAZ از فریت و پرلیت تشکیل شده است.