جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

چکیده

درسالهای اخیر جوشکاری بوسیله پرتو لیزر یا جوشکاری بوسیله لیزرهای دوتایی به یک تکنیک متداول تبدیل گردیده است. مطالعات گذشته نشان می دهد استفاده از پرتوی لیزر دوتایی می تواند اصابت بر آمدگی هات را در سرعت بالا اتفاق نی افتد به تاخیر انداخته و باعث کم شدن سرعت سود کردن می شود. در طول این مطالعات یک آزمایش با جزئیات کامل برای نشان دادن مزایای لیزرهای دوتایی و درک بهتر مکانیزم برای بهبود کیفیت انجام پذیرفت. در این آزمایش از یک لیزر $co^{۲}$ کیلو وات که به دو انشعاب تقسیم شده بود بطوریکه تین دو پرتو در پشت سر هم قرار داشتند. برا ی جوشکاری استفاده شده آزمایش نشان داد که لیزرهای دو تایی بصورت فاحشی کیفیت را بهبود می بخشند. برای فولاد ها ، کیفیت سطحی با کاهش عیوبی از قبیل ، فوران حوضچه ، ترکهای داخلی و بالا رفتن چقرمگی ، کاهش ترک مزکزی بالا رفته و در آلمینیوم نیز این بهبود شامل ایجاد سطحی صاف وکاهش عیوبی از قبیل آخال ها ، سوراخهای سطحی و ترکهای زیرین می باشد. یک دوربین تحقیقاتی سرعت بالا در بالای قطعه کار که ارتفاع و اندازه توده بخاری نشان می داد، علوم ساخت که در میانگین نوسانات فرکانس مسبت به لیزرهای تک پرتو تغییرات فاحشی انجام گرفته است. این اغییرات برای فولاد ۱/۲ کیلو هرتز بوده است. همانگونه که نوسانات وابسته

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

به ناپایدار بودن سوداخ کلید است ناپایدار بودن تودهٔ بخار نیز باعث ناپایدار بودن فرآیند جوش می شود وبه جوشی فقیر منجر می شود. در جوشکاری با دو لیزر توده بخار فقط نوسانی در فرکانس مشخص پیدا کرده اما اندازه توده بخار تغییرات کمی در حین جوشکاری دارد. فرآیند پایدار شده و به بهبود کیفیت در جوشکاری با لیزر کمک می کند.

مقدمه:

جوشکاری با لیزر بطور گسترده ای در صنایع اتومبیل سازی فضایی ، الکترونیک و صنایع سنگین برای اتصال فلزات مختلف بکار گرفته می شود. در صنایع اتومبیل سازی لیزرهای قدرت بالا جهت جوشکاری قسمت های زیادی از قبیل بدنه ، اگزوز و ... استفاده می شود گزارش شده در حدود ۷۰ میلیون درز جوش در سال ۲۰۰۰ بطور کلی در سال ۲۰۰۰ بطور مناسب جوشکاری شده که این آمار در سال ۲۰۰۱ به ۹۵ میلیون می رسد.

بطور کلی با مسائلی چون آخال، سوراخهای سطحی لایهٔ بی شکل با ترکهای زیرین و ترک انجمادی که در اثر جوش با لیزر پدید می آید اغلب مواجه هستیم. صنایعی که از لیزر استفاده می کنند همیشه به دنبال روش های اقتصادی برای بهبود کیفیت جوش و کاستن از سختی در آماده سازی قطعات بوده اند یک تکنیک جوش که با ترکیب دو

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

لیزر قوی که به "جوشکاری با دو پرتو" معروف است. در سالهای اخیر مورد تحقیق قرار گرفته استو آزمایشات ابتدایی نشان داد که پرتوی دوتایی دارای چندین مزیت نسبت به حالت تک پرتو میباشد. در مورد آزمایشات جوش با پرتو الکترول "EB" که بوسیله شخصی بنام arataetal انجام شد که در آن نیز از دو پرتو الکترون برای جوشکاری استفاده می شد ، ثابت شد که اگر یک پرتو دنبال پرتو اول وارد حوضچه مذاب شود می تواند سرعت جوشکاری را تا ۵۰٪ افزایش دهد دذر فرآیند پرتوهای دوتایی ، می تواند دو پرتو در دو طرف قطعه قرار گیرد یا اینکه تست سر هم باشد.

شخصی به نام (منراد با ناس) از یک آیینه خم پذیر جهت منشعب کردن یک پرتو لیزر به دو پرتو استفاده کرد که جهت افزایش بیشتر تلرانس تنظیم از حالت دو طرفه استفاده کرده نتایج یم آزمایش نشان دار جهت جوشکاری در زها باfit up تارانس ها عبور پیدا کرده استفاده از حالت دو طرفه مناسب تر است. برای یک لیزر تک پرتو محاسبات ساده نشان می دهد که فاصله بین دو صفحه جهت جوشکاری برای صفحات نزدیک به هم برابر ۱۰ در صد ضمانت ورق و برای جوش قطعاتی که خم خورده باشند به ۲۵٪ می رسد استفاده از پرتو لیزر دو طرفه در بهبود fitup تلرانس جوش در درزها مناسب است.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بر طبق گزارشات پرتوهای لیزر دوتایی که پشت سر هم قرار گرفته اند نسبت به لیزرهای تک پرتو دارای مزایای بیشتری از قبیل کیفیت می باشد. مطالعات جاری بر روی حالت قرار گیری پشت سر هم استوار است.

دراین متن بجز مکانهایی که مشخص شده است منظور از پرتو دوتایی دو پرتو پشت سر هم است.

یکی از مزایای جوشکاری با دو پرتو شامل کاهش سرعت سرد شدن در بیش از فولادهای پر کن می باشد گفته شده است که زمان سرد کردن بین ۸۰۰ تا ۵۰۰ درجه می تواند از ۳/۸ به بیش از هفت افزایش یابد که این کار با افزایش فاصله بین دو پرتو (فاصله ورودی)که شامل دو پرتو ۵ کیلو وات *co* بوده انجام گردیده یک آزمایش بر روی AISI ٤١٤٠ که بوسیله (lix &kannaty) انجام گردیده یک لیزر بر روی سطح متمرکز شده و عمل جوشکاری را انجام می دهد و دیگری بصورت یک باند در فاصله ۱۰ میلیمتری از اولی حرکت می کندکه نسبت به حالت تک پرتویی باعث سرعت سرد شدن کمتری شده در نتیجه کاهش سختی و تشکیل درصد حجمی کمتری مارتنزیت را منجر می شود . نتایج مشابهی نیز برای صفحات فولادی پر کربن که با لیزر YAG پالسی دو پرتوی جوش داده شده اند بدست آمده است . روش های

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

مختلف مدل سازی ریاضی سرعت سرد شدن در پرتو هـای لیـزری دو تـایی بوسـیله کاناتی ایجاد شده است .

این آنالیز تئوری نشان می دهد سرعت سرد شدن در مرکز جوش از ۱۰۰٤ برای یـک لیزر تک پرتو به ۵۷۰ برای حالت دو پرتـو کـه بـه فاصـله ۱۰ میلیمتـر از یکـدیگر و قدرت ۱/۸ کیلووات دارد می رسد . همچنین گـزارش شـده اسـت لیزرهـای دو تـایی باعث کم شدن ها و همچنین جلوگیری از ترک خوردگی جوشـکاری در آلیاژهـای آلومینیوم می شوند. هنگامی که قسمت عمدهٔ لیزر اول بر روی سـطح متمرکـز شـده و لیزر دوم بصورت غیر متمرکز در فاصله ۲ میلیمتری بالای قطعه کـار قـرار دارد مقـدار آخال می تواند بصورت زیادی کاهش یابد.

در این آزمایش دو لیزر Co_2 با قدرت ۵ کیلو وات و با زاویه ۳۰ درجه نسبت به هم و فاصلهٔ ۳ میلیمتر نسبت به یکـدیگر بـا هـم ترکیـب شـده اسـت. اسـتفاده از لیزرهـای YAG، قدرت ۲۰۰ وات با خروجی ممتد و قدرت ٤۱۰ وات با خروجی متفاوت مـی توانند از ریز ترکهایی که در صفحات آلومینیـومی A۵۰۵۲ بـا ضـخامت ۱ میلیمتـر در حین جوشکاری پدید می آید جلوگیری کند. در یک آزمایش مشـابه بـا اسـتفاده از دو لیزر متناوب YAG ، نشان می دهد آخال ها و تـرک هـا در هنگـام جوشـکاری ورق آلومینیوم A۵۰۰۵ به قطر ۰/۸ میلیمتر کاهش یافته است. در این آزمایش، عمده میـزان

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

پرتوی لیزری بر روی سطح قطعه کار متمرکز شده بود بطوریکه دارای زاویه چرخش ۱۰ درجه می باشد و اشعه پشتی با زاویه ٤٥ بسمت پایین متمرکز شده است. در این صورت یک جوشکاری بدون آخال و تر ک خواهیم داشت که با شرایطی چون فاصلهٔ ۰/٤ ~ ۰/۲ میلیمتر یک لیزر پالسی با فرکانس ۱۰ هرتز که طول هر پالس ۳ میکرو ثانیه بوده همچنین دارای سرعت ۱٤۰ میلیمتر در دقیقه و ۱۸ ژول انرژی برای لیزر اول و ۹ ژول انرژی برای لیزر دوم می باشد. به محض اینکه فاصله بین دو لیزر به بیش از ۰/٦ میلیمتر افزایش یافت. تاثیر بیشتر در کاهش آخال و ترک در آزمایشات از بین رفت.

تغییرات در عنق جوشکاری در لیزرهای دو پرتویی نیز مورد تحقیق قرار گرفت یک آزمایش که تاثیر فاصله بین ورودی لیزرها و نسبت قدرت این دو پرتو را بر عنق و عرض جوش نشان می داد توسط شخصی بنام Glumann انجام گرفت. در این آزمایش زاویه بین دو نوع لیزر او نوع CO_2 ، ۳۰ درجه و قدرت های لیزرهای ترکیب شده به قرار (۳۵۰۰و ٤۰۰) و (۱۷۰۰و۳۵۰۰) و (۹۰۰و۳۵۰۰) وات بوده است. نتایج آزمایش نشان داد عمق و پهنای جوش در فواصل تو ۱۰ و ۲۰ میلیمتر دارای تغییرات بسیار کمی بود. آزمایشات مجدد نشان داد که عمق ایجاد شده بوسیله یک لیزر تک پرتو و لیزر دو پرتوی اگر لیزر دوتایی بر روی یک حوضچه متمرکز بود عموماً با هم

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

یکسان بودند در آزمایشات دیگر که از یک لیزر پالسی را کیلو واتی و یک لیزر ۲ کیلو وات ممتد استفاده شده بود اشعه های لیزر بر روی یک حوضچه مشابه که از فولاد زنگ نزن ۳۰٤ تشکیل شده بود نشان داد عمق جوش بین ۷ به ۵ میلیمتر با تغییر زاویه بین آنها در حال تغییر است دلیل این امر بعلت اینکه نتایج ذکرشده اولیه در شرایط آزمایشگاهی متفاوتی انجام گردیده بود پایان داده به بحث و بحث شماسی جوش و ارتباط آن با لیزرهای دو پرتویی آسان نیست.

در اغلب آزمایشات عبارت (پرتوی دوتایی) به معنی دو لیزر که برای جوشکاری استفاده می شود می باشد. با یان وجود لیزرهای مورد استفاده در این آزمایشات در یک لیزر کم قدرت متناوب یا ممتد YAG به یک لیزر پرقدرت ممتد CO_2 تبدیل گردید همچنین نحوه نصب دو پرتوی لیزر دارای تفاوت هایی از قبیل فاصله بین دو پرتو و زاویه بین دو پرتو و مکان تمرکز و همچنین نسبت های قدرت این دو لیزر می باشد. تقسیم لیزرهای دو تایی می توانند از طریق ادغام دو لیزر که با هم دارای زاویه هستند و یا از طریق منشعب کردن یک پرتو به دو پرتوی موازی که بوسیله یک منشعب کنندهٔ نوری انجام گیرد ساخته شود. بیشترین مقدار لیزرهای دوتایی از ترکیب دو لیزر YAG ساخته شده و علت آن تغییرات آسان در آن با استفاده از فیبر نوری می باشد. این کار برای لیزرهای CO_2 نیز با استفاده از سیستم

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

های نوری مخصوص بشکل دیوار امکان پذیر است پرتوهـای دو تـایی ترکیـب شـده دارای تغییر پذیری بیشتری در مورد فاصله بین دو پرتو و نسبت قـدرت ایـن دو پرتـو می باشد. بنابراین لیزرهای منتخب شده اغلب موازی بوده و دارای پیلاریزاسیون مشابه یکدیگر است. بر اساس نوع ترتیب قرار گیری لیزرهای دو پرتویی، این لیزرها عمومـاً به دو نوع تبدیل می شوند که شامل زاویه دار و موازی می باشد . بیشترین نـوع لیـزر مورد استفاده از نوع زاویه دار گزارش شده که می توان با آنهـا بـه فاصـله دو پرتـویی بسیار کمی دست یافت. در نوع موازی فواصل عموماً زیاد است و از آنها برای کـاهش سرعت سرد شدن استفاده می کنند در سیستم های مشابه با فاصله زیاد دو لیزرYAG می توانند به راحتی با یک فیکسچر عادی بکار رگفته شود و یا اینکه از یـک منشـعب کننده و یک لیزر CO_2 که زیر ۲ کیلو وات قدرت دارد اسـتفاده کـرد. اعتقـاد بـر ایـن است مکانیزم های جوشکاری و تاثیر شدید آن در جوش لیـزری مـی توانـد بـا کمـی تفاوت بین حالت موازی و زاویه دار در فرآیندهای دو پرتویی ایجاد شود همچنین بـا تغییر فاصله بین دو پرتو نیز در حالات موازی و زاویه دار این تغییر مکانیزم ایجاد می شود.عموما سه حالت در مکانیزم جوش موازی بر اساس فاصله بوجود می آید. اولـین حالت هنگامی است که فاصلهٔ بین دو پرتو زیاد بوده و یک پرتـو یـک سـوراخ ایجـاد کرده و نقش دیگری بعنوان یک منبع حرارتی جهت عملیات حرارتی می باشد. دومـین

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

حالت دو پرتو لیزر دو سوراخ کلید را دارید حوضچه ایجاد کرده و قسمت عمده خصوصیات روند تغییر می کند حالت سوم از پرتوهای موازی فاصلهٔ بین دو پرتو کم بوده و در پرتو یک سوراخ کلید مشترک ایجاد می کنند. در حالت زاویه دار نیز مکانیزم بر حسب فاصلهٔ بین دو پرتو متفاوت بوده ومشابه حالت موازی است.

وقتی فاصله بین دو پرتو در حالت موازی زیاد است (نوع اول) عمده انرژی در پرتو اول است و نقش جوشکاری را ایفا کرده تا یک سوراخ کلید ایجاد نماید و لیزر و عموما غیر متمرکز بوده یا اینکه قدرت کمتری داشته و برای انجام عملیات در جوشکاری لیزر استفاده می شود. در این مورد سرعت سرد شدن کاهش یافته و برای بعضی مواد از قبیل فولادهای پرکربن که حساس به ترک هستند مناسب می باشد بعلاوه مقدار ساختار نسبتی (BOinitic) در فلز جوش و منطقه اطراف جوش افزایش یافته است و همانطور که انتظار می رفت مقدار چقرمگی افزایش می یابد. این مزیت با تعدادی آزمایش بدیت امده و به نحوی بوسیله روشهای مدل سازی ریاضی تحلیل می گردد هنگامیکه فاصله بین دو پرتو مقدار معینی کاهش یابد مکانیزم جوش به حالت دوم تبدیل شده و هر دو لیزر در یک حوضچه اثر کرده اما دو پرتو لیزر دو سوراخ کلید جداگانه می سازند. در ابتدا جوشکاری با پرتوی الکترونی بحث تاثیر فاصلهٔبین پرتوها برتوده جریان مذاب در حوزچه جوش و شکل برآمدگی و ترک

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

های زیرین مطرح شد. فاصله های مورد آزمایش ٤ و ٧ . ١٦ میلیمتر بودند در حالت ٧ میلیمتر حالت خهای بی شکل و برآمده ای وجود نداشت زیرا تاثیرات مستقیم بر جریان حرکت مذاب و اصل حوضچه ذوب داشت.

برآمدگی و عیوب سطحی مشابهی در حالات ٤و ١٦ میلیمتر بوجود آمد در این آزمایشات دو سوراخ کلید جداگانه با دو پرتوی الکترونی مشابه بوجود آمد که در یک حوضچه قرار داشتند وقتی فاصله جزئی بود. مکانیزم به حالت سوم سوق پیدا می کرد. این در حالتی بود که اگر دو اشعه لیزر به هم زیاد نزیدک بودند یک سطوح کلید ایجاد می کردند. تعداد محدودی از این آزمایشات در حالت موازی یا فاصله کم گزارش شده است.

در حالت پرتوهای زاویه یافته مکانیزم عمل مقداری با حالت موازی متفاوت است در حالت زاویه یافته یک سوراخ کلید قیفی شکل در شرایطی که در یک لیزر CO_2 با زاویه ۳۰ قرار گرفته و فاصله بین دو پرتو ۱۰۰۲ میلیمتر است ایجاد شده سوراخ کلید در حالت زاویه دار بزرگتر بوده بنابراین امکان متلاشی شدن آسان نمی باشد بنابراین حالت زاویه دار پایداری سوراخ کلید را بالا برده و کیفیت جوش افزایش می دهد در این نوع از پرتوهای دو تایی لیزر CO_2 از یک سیستم نوری مخصوص برای ترکیب دو پرتوی پر قدرت CO_2 استفاده می شود.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

اگر چه بر روی فرآیند جوشکاری با لیزرهای دوتایی تحقیقات زیادی شده است بسیاری از از قبیل مکانیزم هوش و تاثیر ان بود ریخت شناسی معلوم شده است اما هنوز درک ما از آن ناکافیست.

برای درک بهتر فرآیند و بهرهٔ بهتر از تکنیک های پایدار در صنعت یک مطالعه جامع درباره جوشکاری با دو لیزر در طول تحقیقات انجام شد. یک لیزر CO_2 قدرت بالا به دو لیزر با قدرت برابر بوسیله آینه گوه ای تقسیم شده اند و این در حالی است که هنگامی که بر روی جسمی متمرکز می شوند اغلب با هم موازی هستند. پرتوهای دوتایی لیزر CO_2 برای جوشکاری ورق های فولاد و آلومینیوم و لیزرهای تک پرتویی مرسوم بعنوان یک پی استفاده می شود.

ساختار جوش از قبیل کیفیت چگونه شد، حساسیت به ترک، سختی جوشکاری و عیوب مورد تحلیل قرار گرفت و نیز رفتار پویای توده بخار یا ییک دوربین سرعت بالا مورد ت تحقیق قرار گرفت.

در این مطالعات یک لیزر CO_2 (۶ kw) موازی با فاصله کم میان پرتوها مورد استفاده قرا رگرفت یک آئینه گوه ای در جلوی آینه متمرکز کننده بجای آینه تخت که باعث منشعب شدن اشعه به دو قسمت می شد، قرار گرفت. چگالی انرژی جذب شده مربوط به انشعابات بوسیله یک ثبت کنندهٔ کیفیت بالا ضبط گردید می توان از این

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

آزمایشات نتایجی چون ابعاد اشعه لیزر، فاصله دو پرتو ، چگالی انرژی را بدست آورد و قطر لیزرهای دو پرتویی و فاصله بین آنها به ترتیب ۰/٤ و ۱/۲ میلیمتر بدیت آمد و دارای فاصله کانون ۲۰۰ است فاصله بین دو پرتو در حالات گوه ای و کانونی مقادیر عینی است در طول مطالعات یک فاصله ثابت بین دو پرتو برای تحقیقات مد نظر بوده این نحوه نصب باید یک سوراخ کلید مشترک ایجاد کند که اکثر شرایط مانند مکانیزم سوم می باشد. لیزرهای ٦kw و CO_2 یک پرتویی استفاده مناسبی در جوشکاری دارند.

مطالعات جوشکاری شامل جوشکاری روی سطح و جوشکاری اتصالی برای صفحات آلومینیوم و مواد بوده سات در حالت جوشکاری روی سطح از ورق آلویمنیوم ۵۰۵۲ با قطر ۵ میلیمتر و ورق فولادی AlSI۱۰٤۵ با قطر ٦/۲۵ میلیمتر استفاده گردید قدرت لیزر در ٦ کیلو وات ثابت نگه داشته شده و سرعت حرمت اشعه بین ۷/٦۲ تا ۰.٦۲۵ متر بر دقیقه تغییر می کرد. اشعه لیزر بر روی سسطوح بوسیله یم آیینه شلجمی ۲۰۰ میلیمتری متمرکز شده و گاز هلیوم نیز به عنوان گاز محافظ در منطقه جوش با سرعت ۲۰ لیتر در دقیقه منتقل می شد.

در نفوذ کامل جوشکاری اتصالی ورق ۹۰٤۵ فولادی با ضخامت ٦/۲۵ میلیمتر و ورق آلومینیوم ۵۰۸۳ با ضخامت ۳ میلیمتر استفاده گردیده این ورق ها قیچی شده و هیچ

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

گون هعملیات ماشین کاری بر روی لبه های آن انجام نشده است، قدرت لیزر و سرعت حرکت آن برای ورق قولادی به ترتیب ٦ کیلو وات و ۱/۲۵ متر بر دقیقه بود و برای صفحات آلومینیومی قدرت ۳ کیلو وات در حالت تک اشعه و در حالت دو اشعه ٤/٥ کیلو وات و در سرعت حرکت ۳/۸۱ متر بر دقیقه ثابت نگه داشته شد گاز محافظ نیز برا ی جوشکاری آلومینیوم گاز هلیوم بود. فرآیند جوشکاری که بر روی آلومینیوم انجام شده بوسیله تک اشعه و دو اشعه CO_2 جوشکاری شده بود بوسیله چشم بازرسی شده و همچنین جهت تشخیص ترک ها و آخال ها از رادیو گرافی اشعه X استفاده شد. سختی در نقاط تحت تاثیر جوش و همچنین فلز باید مورد تحقیق قرار گرفت.

برای درک بهتر اثر متقابل مکانیزم لیزر و فلز در لیزرهای دو پرتویی یک دوربین سرعت بالا برای ثبت رفتارهای پویای توده بخار در بالای قطعه کار که بروش لایه گذاری روی سطح جوشکاری شده نصب گردید این قطعه کار ورق فولادی ۰.۰٤٥ با ضخامت ٦.۳٥ میلیمتربود.

دوربین نصب شده یک دوربین تحلیل گر حرکت سرعت بالا مدل ٤٥٤۰ ساخت شرکتKodak که قابلیت ثبت ۹۰۰۰ فریم بر ثانیه را داشت بود.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

نتایج و مباحث

جوشکاری های اتصالی با نفوذ کامل که بـر روی فـولاد ۹۰٤٥ و بوسـیله لیزرهـای دو پرتو و تک پرتو انجام شده است در شکل ٦ قابل مشاهده است جوشکاری که بوسیله دو پرتویی انجام شده است سطحی صاف اما جوشکاری با لیزر تک پرتو خشن و بـی شکل است. نتایج جوشکاری لایه گذاری بر روی سـطح بـر روی ورق فـولادی ۱۰٤٥ که سرعت حرکت در ان بین ۱/۲٥ تا ۷/٦۲ میلیمتر بر دقیقه متغیر و لی مقـدار قـدرت آن در مقدار ثابت ٦ کیلو وات ثابت مانده بود در شکل ۷ نشان داده شـده، در حالـت جوشکاری بر روی سطح با تک پرتو لایه های کم عمق که با سرعت بالایی تولید شده دارای کیفیت قابل قبولی بوده اما لایه گذاری های عمیق که با تک لیزر انجام شده بـود اغلب دارای سطحی معیوب و بی شکل می باشد در حالیکه حالـت دو پرتـوی کـه بـا شرایط یکسان لایه گذاری شده بود در تمام حالات دارای سطحی صاف و بدون عیـب بود. این نوع جوشکاری دارای پارامترهایی برتر از پارامترهای بازرسی معمولی است.

آلیاژ آلومینیوم از نظر مشکل بودن عملیات جوشکاری با لیزر معروف مـی باشـند کـه مهمترین علل آن قابلیت انعکاس بالا انتقال حرارت بالا و دمای جوش پایین می باشد. عیوب جوشکاری از قبیل سوراخ های سطحی ترک های داخلی تخلخل و لایـه هـای شکل اغلب دیده می شود.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

یک جوشکاری با نفوذ کامل را می توان بوسیله یک لیزر Co_2 در حالت دو پرتویی با سطحی کاملاً صا ف ایجاد نمود همانطور که در شکل ۸ نشان داده شد لیزرهای تک پرتویی جوشی بی شکل همراه با ترشح ایجاد می کنندنفوذ جزئی در حالت لایه گذاری روی سطح برای حالت تک پرتو و دو پرتویی درشکل ۹ نشان داده شده. همانطور که انتظار می رفت جوشکاری با لیزرهای دو پرتویی دارای عیب کمتری نسبت حالت یک پرتویی می باشد. عموماً لیزرهای YAG برعکس لیزرهای Co_2 بعلت طول موج کوتاه برای جوشکاری آلومینیوم مناسبتر هستند البته با تحقیقات بر روی لیزرهای Co_2 توانسته اند جوشکاری دو پرتویی آلیاژهای آلومینیوم نیز استفاده کنند.

سختی و ترک مرکز در جوشکاری ورق های فولادی ۹۰٤۵ که بوسیله هر دو نوع لیزر تک پرتو و دو پرتو جوشکاری شده بود و دیده شد که در شکل ۱۰ نشان داده شده همچنین یک نمونه از ترک که در جوش این نوع ورق بوجود آمده در شکل ۱۱ نشان داده شده. تا زمانی که کربن در فولاد ۱۰٤۵ متوسط است و مقدار آن در حدود ۰.٤۵٪ است فولاد و برابر ترکهای انجمادی حساس می باشد. ترک خوردگی های مرکزی یک نوع از ترک های انجمادی است که معمولا در ترک های فولادهای آلیاژی و آلیاژهای آلومبنبوم اتفاق می افتد این گونه ترک های در بعضی جوشکاری های دو

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

پرتویی و اغلب جوشکاری های تک پرتویی دیده می شود. در شکل ۱۲ حساسیت به ترک خوردگی های مرکزی که بصورت نسبت طول انباشته شده بر طول جوشکاری تعریف شده بر حسب سرعت حرکت برای هر دو نوع پرتو رسم شده است برای حالت تک پرتو ترک خوردگی مرکز در محدوده زیادی از سرعت انجام می گیرید و این در حالی است که برای حالت دو پرتو این محدوده کوچک است. نتایج حاکی از این است که پرتوهای دوتایی احتمال ترک مرکزی کمتری نسبت به حالت مرسوم آن دارند.

سختی سطح در ۱/۵ میلیمتری زیر سطح جوشکاری تست شد که در شکل ۱۳ نشان داده شده میانگین سختی در این محل برای لیزرهای دو پرتویی (HV) ۵۹۰ و برای تگ پرتوی (HV) ٦٤٠می باشد این امر باعث می شود که جوشهای ایجاد شده با لیزر دو پرتویی دارای چقرمگی بهتری نسبت به حالت تک پرتویی داشته باشند.

از اینرو که پرامترهای جوشکاری و مواد در دو نوع جوشکاری یکسان بوده تفاوت در حساسیت به ترک و سختی باید به تفاوت انتقال حرارت بین این دو حالت در حین جوشکاری بستگی داشته باشد.

در فرآیند جوشکاری با دو پرتو شکل سوراخ کلید باید در طول مسیر جوشکاری بزرگتر باشد که عات آن فاصله بین دو پرتویی باشد بنابراین جذب حرارت در اطراف

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

حوضچه مذاب متغیر است و ممکن است باعث مقاومت مکانیکی در اطراف حوضچه مذاب و همچنین سرعت سرد کردن شود در لیزرهای دو پرتویی مقاومت مکانیکی ممکن است تا حدی کم شود که ابن باعث کم شدن حساسیت به ترک لیزر می شود. شیب درجه حرارت در تقاطعی هم سسطح بصورت خطی است تلفات انتقال حرارت در طول تقارن خطی می باشد.

در لیزرهای قدرت بالا نوسانات توده عموماً برناپایداری سوراخ کلید مربوط است که برای حالت های جوشکاری با پرتو الکترونی و پرتو لیزر بوسیله اشعه X رویت شده بود و در ا«ها ناپایداری و سوراخ کلید تاثیر عمیقی بر جریان بی شکل جرم مذاب گذارده بود. یک مبحث مفصل دربارهٔ نوسانات توده جریان بی شکل جرم و ناپایداری سوراخ کلید در مرجع قابل یافت است.

بوسیله یک لیزر جوشکاری تک پرتو سطح قطعات کاری تا نقطه جوش برسیه یک لیزر قدرت بالا در زمان کوتاهی حرارت داده شد. ماده بخار شده تا یک سوراخ کلید در سطح ایجاد کند و سپس بخشهایی از بخار ماده و گاز محافظ بوسیله لیزر یونیزه شده و یک حوزه گرم با فشار بالا در سوراخ کلید تولید می کند. این توده به (توده بخار) یا (توده) معروف است وقتی سوراخ کلید کاملا باز شدتوده بخار می تواند از حوزه مذاب خارج شده و قسمتی از این بخار خارج شده می تواند در بالای منطقه

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

جوش دیده شود بعد از آن عمدتا سوراخ کلید بعلت جریان نامنظم جرم بصورت ناپایدار در می آید.و در یک فرکانس مشخص سوراخ کلید منقبض شده و گهگاهی بسته و یا متلاشی می شود. هنگامی که سایز منطقه کاهش می یابد یا اینکه منقبض می شود خروج از سوراخ کلید محدود بوده پس بنابراین توده بالایی قطعه کار موچک می شود در این حال فشار حوزه در سوراخ کلید بوسیله پرتو افکنی پرتو لیزر افزایش یافته. هنگامی که فشار توده به یک مقدار مناسب رسید توده از داخل سوراخ کلید خارج می شود. و بدین وسیله سایز توده افزایش می یابد. فوران حوزه باعث ایجاد یک گودال در منطقه جوش می شوددر جوشکاری آلومینیوم این وضعیت بدتر است. زیرا هدایت حرارتی بالا باعث زمان انجماد کوتاه شده و این امر باعث شده که زمان پر کردن گودال وجود نداشته باشد که این می تواند علت عیوب که از قبیل سوراخهای سطحی باشد. ترکهای داخلی (تخلخل) و لایه های بی شکل اغلب در جوشکاری آلومینیوم یافت می شوند. در نتیجه یکی از علل تصلی عیوب در جوشکاری های تک پرتویی می تواند فوران تودهٔ بخار در نتیجه فوران مذاب باشد.

در لیزرهای دو پرتویی نیز نوسانات توده مشاهده شد اما تغییرات سایز که در شکل ۱۵ نشان داده شده و در شرایط خاصی توده کاملا ثابت بوده و سایز آن کمی تغییر کرده پایداری توده بخار ممکن است باعث باز بودن دائم سوراخ کلید شده . توده بتواند

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بطور ممتد از سوراخ کلید خراج شود. یک سوراخ کلید پایدار و باز که کشیده بـود بـه بخار فلز اجازه سرعت سرد کردن مواد مذاب کاهش یافته در نتیجه باعث ایجاد سختی کمتر می شود. یک آنالیز جزئی از انتقال حرارت و ضربه در جوش در حالت پرتوهای دو تایی در صفحه دیگری نشان داده شده آزمایشات جوشکاری نشان می دهد که مـی توان بوسیله جوشکاری دو پرتویی بهبود قابـل تـوجهی در کیفیـت جوشـکاری ایجـاد نمود قابل توجه است که بدانیـد چگونـه اثـر متقابـل لیـزر و مـواد در جوشـکاری دو پرتویی می تواند در بهبود کیفیت موثر باشـد. اثـر متقابـل لیـزر و مـواد در حالـت دو چرتوییکه فاصله بین آنها کم است با مطالعه رفتار پویاییی توده بخار با استفاده از یـک دوربین سرعت بالا که در شکل ۵ نشان داده شده است مورد تحقیق قرار گرفت.

تغییرات ارتفاع توده بخار بوسیله دوربین سرعت بالا در حالت تک پرتو در جوشکاری فولاد نمایان شد که نوع سیکل متغیر است در شکل ١٤ نشان داده شده اسـت. در ایـن حالت نسبت به زمان توده بخار به حـداکثر ارتفـاع رسـیده سـپس کـاهش ارتفـاع آن کاهش می یابد. وقتی این کوچک شدن شدن به اندازه کافی رسید یک سیکل دیگر بـا رشد کردن حوزه شروع می شود. گاهی اوقات نیز همانگونه که در شکل ١٤ نشان داده شده کاملا محو میشود در آزمایشات بر روی حالت تک پرتو، نوسانات ایـن تغییـرات بین ۱/۵ ~ ۰/۹ کیلوهرتز می باشد که میانگین آن ۱/۲ کیلومتر می باشد. این در حـالی

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

است که سرعت حرکت ۱/۲۵ متر بوده است.به عبارت دیگر دوره کاری برای هر نوسان توده در رنج بین ۱/۱ الی ۰/٦٦ میلی ثانیه با میانگین ۰/۸۳ میلی ثانیه برای لیزر Co_2 بوده است. هنگامی که سرعت جوشکاری افزایش می یابد از ۱/۲۵ به ۷/٦۲ متر در دقیقه می رسد در حالیکه قدرت بر روی ٦ کیلو وات ثابت بماند سوراخ کلید دارای عمق کمتری می باشد. ولی وقتی نوسانات توده ثابت نگهداشته شد تغییرات در ارتفاع حوزه کمتر صورت گرفته ولی عوارضی چون محو شدن کامل حوزه بطور طولانی تر مشاهده نشد. به عبارت دیگر توده پایداری بیشتری در حالت حرکت سریع که باعث تولید سوراخ کلید کم عمق تر می شود دارد و توده های پایدار شده دارای جوش قابل قول تر و عیوب کمتری هستند. میانگین نوسانات در سرعت ۷/٦۲ متر بردقیقه اغلب شبیه سرعت ۱/۲۵ متر در دقیقه ۱/۲ کیلو هرتز بود. فرکانس نوسانات توده، در جوشکاری لیزر ممکن است خواص مواد و طول موج به جای پارامترهای جوشکاری بستگی داشته باشد.می داد که بصورت ممتد خارج شده و فشار توده داخل سوراخ کلید در مقادیر پایین باقی بماند بنابراین فوران توده های بزرگ می تواند با سوراخ های باز و و پایدار متوقف شود.

فوران کوچک حوزه باعث ایجاد جوشی تقریبا صاف و کم می شود که در شکل ۹-٦ نشان داده شده در ابتدا توده در حالت جوش دو پرتویی بزرگتر ظاهر شده و دارای

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

حداکثر ارتفاعی کمتر از حالت تک پرتویی بود زیرا در حالت دو پرتویی کلید سوراخ کلید رولی ایجاد شده که باز باقی مانده و مانع از پاشش می شود

نوسانات فرکانس مربوط به حوزه بخار در لیزرهای تک و دو پرتویی تک و دو پرتو مربوط به جوشکاری لیزر در شکل ١٦ خلاصه شده است. میانگین نوسانات برای حالت دو پرتویی ١/٤ کیلوهرتز که این مقدار کمی بیشتر از حالت تک پرتو (kH ١/٢) بود. افزایش فرکانس نوسانات توده بخار به معنی مقدار کمتر پاشش توده در هر فوران است.

گر چه گهگاه دو تودهٔ مذاب در سرعت های جوشکاری بالا (٧/٦٢ m/m) که در شکل ١٧ مشخص است ایجاد می شد این دو سوراخ کلید پیوند خورده که علت آن در سرعت بالا و یا در جریان نصب دو پرتو و یک حوزه زیر سرعت ٧/٦٢ می باشد. بعبارت دیگر در سرعت های کمتر از ٧/٦٢ مکانیزم سوم اتفاق می افتد و در صورت بالا بودن سرعت به مکانیزم دوم تبدیل می شود. در صو.رتیکه فاصله بین دو پرتو و سرعت افزایش یابد یا اینکه قدرت لیزر کاهش یابد. عمدتا مکانیزم جوش به حالت دوم تبدیل شده نحوه انتخاب لیزرهای دو پرتویی در صنایع در مراجع ٢٢ و ٢٣ بحث شده است که در آن لیزرهای YAG می تواند بهترین کیفیت جوش آلومینیوم را ایجاد کند.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

یک پرتو لیزر Co_2 ٦ کیلو وات که به دو قدرت مساوی بوسیله یک آینه گوه ای تقسیم شده بعنوان یک لیزر جوشکاری با پرتوهای دوتایی جهت جوشکاری صفحات فولاد و آلومینیوم استفاده می شود. نتایج جوشکاری تحلیل شده و فرآیند جوش دو پرتویی بوسیله یک دوربین سرعت بالا بازرسی شده که برای فهم بهتر این عمل انجام شده است و نتایج زیر بدست آمده.

۱) کیفیت سطحی جوش با استفاده از لیزرهای جوشکاری دو پرتوی دو مورد فلزات و آلومینیوم افزایش یافته و حساسیت ترک های مرکزی در فولادها کاهش نیافته تخلخل لایه های بی شکل و پاشش در جوش آلومینیوم را با لیزر Co_2 فراهم می کند.

۲) با استفاده از دوربین سرعت بالا مشخص شد که در جوشکاری تک پرتویی توده بخار بالای قطعه کار که ناپایدار بوده و دارای نوسانات حجمی و ارتفاعی زیادی در جوشکاری فولادها می باشد میانگین نوسانات ۱/۲ کیلو هرتز بود ناپایداری توده باعث ایجاد مشکلاتی از قبیل سطحی و لایه ای بی شکل و پاشش می شد.

۳) توده بخار که در حالت دو پرتویی متوقف شده بود نیز مشخص شد اما ارتفاع و حجم توده کمی تغییر می کرد توده بخار پایدار در حالت برخورد دو پرتو

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

لیزر می تواند با ممتد شدن سوراخ کلید را باز نگه داشته و از فوران در حین جوشکاری ممانعت کند افزایش پایداری فرآیند باعث افزایش پایداری کیفیت جوش شود.

٤) در آزمایشات جاری نصب دو لیزر موازی با فاصله پرتو کم باعث ایجاد یک سوراخ کلید مشترک در یک حوضچه در بیشتر شرایط جوشکاری می شود. این مکانیزم ممکن است با افزایش فاصلهٔ بین دو پرتو، افزایش سرعت جوشکاری و کاهش قدرت لیزر به حالت دو سوراخ کلید در یک حوضچه تبدیل گردد.