

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



بررسی خواص مکانیکی و ریزساختاری جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی آلیاژ AA1030

مهدی مازار اتابکی^۱، آرمان زارع بیدکی^۲

چکیده

در این بررسی، خواص مکانیکی و ریز ساختاری اتصال آلیاژهای آلومینیم AA1030 از طریق جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی مورد مطالعه قرار گرفت. برای اتصال این آلیاژ از شرایط مختلف مانند سرعت چرخش ابزار، سرعت پیمایش مسیر اتصال و شکل هندسی ابزار استفاده شد. برای بررسی خواص ساختاری محل اتصال از میکروسکوپ نوری استفاده شد. در ضمن آزمونهای کشش و ریزسختی نیز برای بررسی خواص مکانیکی اتصال مورد استفاده قرار گرفتند. برای مطالعه بیشتر سطوح شکست از میکروسکوپ الکترونی روبشی استفاده شد. پس از بررسی ها مشاهده شد که بیشترین تاثیر بر خواص مکانیکی نهایی را در بین پارامترهای متفاوت، پارامتر سرعت انتقال ابزار در طی مسیر اتصال دارا است.

کلمات کلیدی: جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی، آلیاژهای آلومینوم، خواص مکانیکی، تبلور مجدد.

مقدمه

آلیاژهای آلومینیوم دارای انتقال حرارت، استحکام، قابلیت شکل پذیری بالا و وزن بسیار کم هستند، که این شرایط آنها را در زمره آلیاژهای مورد استفاده در صنایع هوافضا، کشتی سازی و ماشین سازی قرار داده است [۱]. در این راستا اتصال آلیاژهای آلومینیوم به خودشان و سایر فلزات با استفاده از روش های جوشکاری ذوبی نظیر جوشکاری با استفاده از قوس تنگستن بسیار دشوار بوده و صرفه اقتصادی کمتری دارد. متأسفانه در روشهای ذوبی، تاثیر حرارت آنقدر بالاست که خواص مکانیکی مناطق متأثر از حرارت را کاهش می دهد [۲]. اخیراً روشهای^۱ اتصال آلیاژهای آلومینیوم گسترش یافته و از روشهایی نظیر جوشکاری آلتراسونیک، انفجاری، اصطحکاکی، مقاومتی و جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی استفاده می شود [۳و۲].

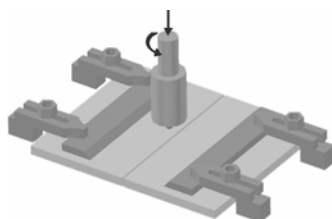
۱- کارشناس ارشد مهندسی مواد- جوشکاری- شرکت فولاد آلیاژی ایران

۲- مربی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد

روش جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی روشی جدید، بسیار مفید و معروفترین روش جهت اتصال آلیاژهای AA1030 است [۴]. این تکنولوژی جوشکاری جزو روشهای اتصال فلزات در حالت جامد است که در آن فلزات بدون اینکه به دمای ذوب نزدیک شوند مورد اتصال قرار می گیرند. در این روش یک ابزار در حال چرخش سیلندری شکل کوچک در طول اتصال بین دو ورق حرکت کرده و موجب اتصال می شود [۵]. در این فرآیند کمترین اعوجاج، تنش باقیمانده، عیوب جوش و حداکثر کیفیت بدست می آید. در ضمن هزینه های اتصال هم بسیار پایین است. جوشکاری توسط سیلان پلاستیکی ماده گرم شده در اثر اصطکاک از جلوی پروب به سمت عقب آن صورت می گیرد. برای جوشکاری آلیاژهای آلومینیوم، ابزار مورد استفاده معمولاً از جنس فولاد ابزار است. جوش حاصل از این روش شامل چهار منطقه است، حرارت تولید شده در اثر اصطکاک کمتر از دمای ذوب فلزات مورد اتصال می باشد [۵۴]. بر اساس مطالعاتی که اخیراً روی تاثیر توزیع دما، سیلان فلز در طی فرآیند اتصال و نوع ابزار اغتشاش (پروب) بر ریزساختار و خواص مکانیکی اتصالات انجام گرفته است حاکی از این مطلب است که انواع متفاوت آلیاژهای آلومینیوم خواص جوش پذیری متفاوتی در ارتباط با این روش از خود نشان می دهند [۷، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱]. هدف اصلی در ارائه این مقاله، مطالعه ارتباط بین ریز ساختار و خواص مکانیکی اتصالات با توجه به پارامترهای متغیری نظیر سرعت انتقال پروب، سرعت چرخش و نوع ابزار مورد استفاده می باشد. در این میان با توجه به مطالعات صورت گرفته روشی بهینه برای بدست آوردن کیفیت مناسب اتصالات جوشی پیشنهاد می گردد.

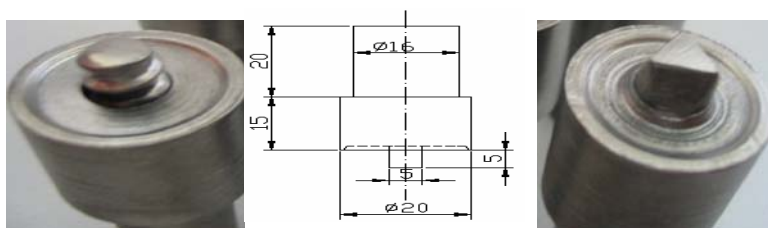
مواد و روش تحقیق

از نمونه های آلیاژ آلومینیوم AA1030 با ابعاد ۱۲۰ mm طول، ۶۵mm عرض و ۶mm ضخامت با استحکام کششی 75 N/mm^2 ، الانگشن ۳۰ درصد و سختی ۳۶HV بعنوان ماده اولیه استفاده شد. شکل ۱ نشاندهنده نحوی قرار گیری این قطعات کنار یکدیگر جهت اتصال از طریق جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی است.



شکل شماره ۱ - نمائی از نحوه قرار گیری ابزار جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی روی سطح اتصال.

ابزار اغتشاشی مورد استفاده در دستگاه از نوع فولاد ابزار D5 با دو نمایه عرضی متفاوت یکی مانند میخ کوچک استوانه ای رزوه شده (T) و دیگری مانند میخ کوچک مثلثی شکل (Δ) می باشد. اندازه و هندسه ابزار مورد استفاده در شکل ۲ نشان داده شده است. در مدت انجام عملیات جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی روی این آلیاژ سرعت پیچش، سرعت انتقال ابزار و نوع آن متغیر بود تا تاثیر آنها بر کیفیت اتصال مطابق جدول ۱ بررسی و مقایسه شود.



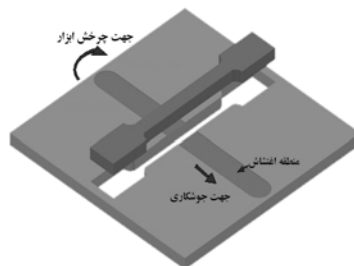
شکل شماره ۲- ابعاد ابزارهای مورد استفاده جهت جوشکاری.

جدول ۱- پارامترهای متغیر مورد استفاده در جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی.

شماره نمونه	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
سرعت انتقال (دقیقه/میلی متر)	125	160	200	125	160	200	125	160	200	125	160	200	125	160	200	125	160	200
سرعت چرخش (Rpm)	900	900	900	112	112	112	140	140	140	900	900	900	112	112	112	140	140	140
نوع ابزار	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

زاویه برخورد ابزار با محل اتصال ۲/۵ درجه در نظر گرفته شد. برای این منظور از ماشین آسیاب عمودی استفاده گردید. برای بررسی خواص ریزساختاری این اتصال، نمونه ها از مقطع عرضی توسط اره ای با سرعت پایین برش خوردند. محل های اتصال هم با دقت بعد از پولیش توسط خمیر الماس صیقل داده شدند. از محلول استن نیز به منظور تمیزسازی سطوح استفاده شد. از محلول کلر شامل ۱۴۵ میلیتر آب، ۳ میلیتر اسید نیتریک، ۶ میلیتر اسید هیدروفلوریک و ۶ میلیتر هیدروکلریک به مدت ۱۸۰ ثانیه جهت

حکاکی استفاده شد. برای انجام آزمایشات کشش در دمای اتاق از دستگاه کشش اینسترون با سرعت کشش $1/65 \text{ mm/s}$ استفاده گردید. در شکل ۳ موقعیت و نحوه انتخاب نمونه های کشش نشان داده شده است.

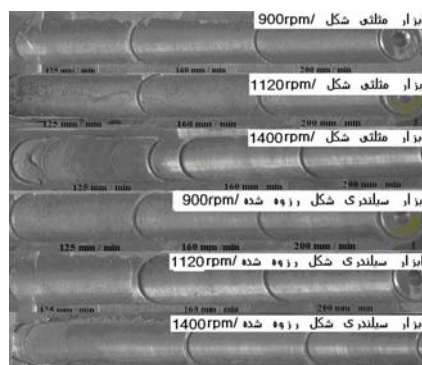


شکل شماره ۳- نمائی از چگونگی انتخاب نمونه ها جهت انجام آزمون کشش.

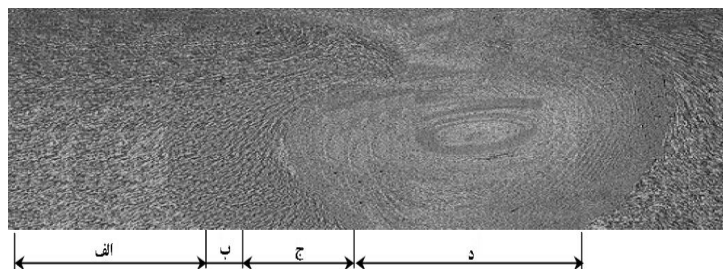
آزمون ریز سختی و یکرز با بار ۱۰ گرم در ۱۰ ثانیه برای مقاطع عرضی در جهت جوشکاری انجام گرفت. مطالعه عیوب میکروسکوپی و مکانیزم های تولید این عیوب نیز توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی صورت گرفت. مشاهدات بصری سطوح اتصالات برای تخمین کیفیت اتصالات کافی نبود بنابراین از روشهای معمول نظیر عکسهای میکروسکوپ نوری، ریز سختی و آزمون کشش برای مطالعه ریزساختار و خصوصیات مکانیکی جوشها استفاده شد.

نتایج

در شکل ۴ سطوح اتصال آلیاژهای AA1030 جوش شده توسط روش جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی و تاثیرات پارامترهای مختلف دیده می شود. در شکل ۵ ریزساختار مقطع عرضی اتصال نمونه S1 که در آن از ابزار استوانه ای شیاردار با سرعت چرخش 900 Rpm و سرعت انتقال 135 (دقیقه/میلیمتر) استفاده شد دیده می شود. در شکل ۶ ریز ساختار منطقه متاثر از حرارت ترمومکانیکی و تبلور مجدد دینامیکی نمونه S1 نشان داده شده است.



شکل شماره ۴- عکس های سطوح فوقانی اتصالات با شرایط مختلف جوشکاری.

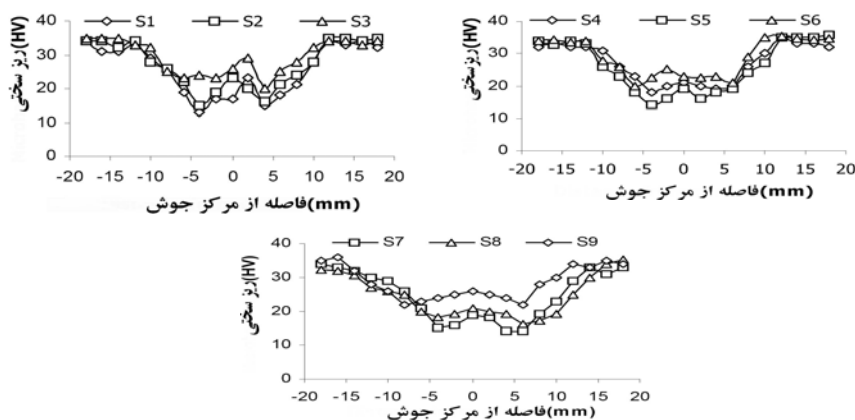


شکل شماره ۵- ساختار مقطع عرضی اتصال آلیاژ AA1030 و نواحی چهار گانه تشکیل شده در آن:
الف) فلز پایه ب) منطقه متأثر از حرارت ج) منطقه عملیات ترمومکانیکی د) منطقه تبلور مجدد دینامیکی.

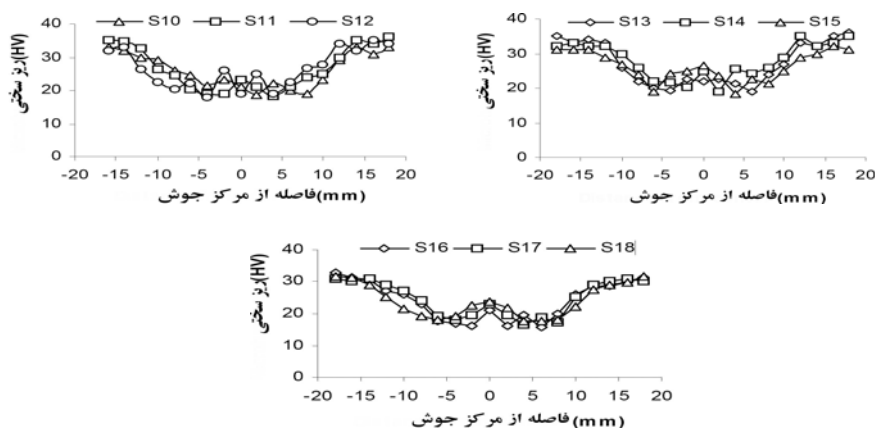


شکل شماره ۶- نمایی از ناحیه گلدانی شکل و مرز بین منطقه متأثر از عملیات ترمومکانیکی و تبلور مجدد دینامیکی.

برای تخمین کارایی اتصالات بوجود آمده، آزمون ریزسختی در مقطع عرضی اتصال انجام گرفت (اشکال ۷ و ۸). از تغییرات سختی دو طرف منطقه جوش نمونه‌های S1-S9 به این نتیجه میرسیم که مناطق متأثر از حرارت و عملیات ترمومکانیکی بدلیل تاثیر ناشی از حرارت اصطکاک دچار نرمی محسوس و دانه‌ها با یک مرکزیت خاص تشکیل شده‌اند. بنابراین شیب های سختی تندتر و تغییرات سختی حاصله واضح تر است. در این نواحی سختی تقریباً ۳۰-۱۵ HV نسبت به نواحی که تحت تاثیر حرارت نبوده اند افت کرده است. همچنین ملاحظه شده است که تغییر ابزار هیچگونه تغییری در سختی اتصال بوجود نمی آورد. در تعدادی از نمونه ها مانند S3, S6, S9, S12, S15, S18 که با سرعت انتقال (دقیقه/میلیمتر) ۲۰۰ جوش شده بودند، مقداری افزایش سختی در ناحیه اغتشاشی بوجود آمد. بر خلاف این با کاهش مرحله‌ای سرعت انتقال، سختی نیز کاهش چشمگیری پیدا کرد. که این مساله را می توان به تاثیر دمایی دانست که در اثر افزایش سرعت انتقال به پایین ترین مقدار میرسد. نتایج آزمون کشش اتصالات نشان می دهند که بهترین گروه از نمونه های جوش شده بر اساس نتایج آزمون کشش S10، S11 و S12 بودند. استحکام تسلیم این نمونه های پایه 75 N/mm^2 گزارش شد. این در حالی است که استحکام تسلیم فلز پایه 75 N/mm^2 ثبت شده بود. استحکام تسلیم نمونه های اتصال یافته از طریق ابزار استوانه ای رزوه شده تقریباً 67 N/mm^2 گزارش شد. البته استحکام تسلیم نمونه های اتصال یافته از طریق ابزار استوانه ای رزوه شده از نمونه های اتصال یافته از طریق ابزار مثلی شکل کمتر است.



شکل شماره ۷- نمودار ریزسختی اتصالات بوجود آمده توسط ابزار استوانه‌ای رزوه شده.



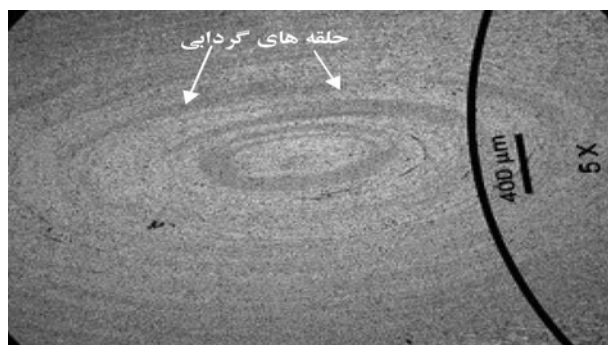
شکل شماره ۸- نمودار ریزسختی اتصالات بوجود آمده توسط ابزار سوزنی مثلی شکل.

بحث

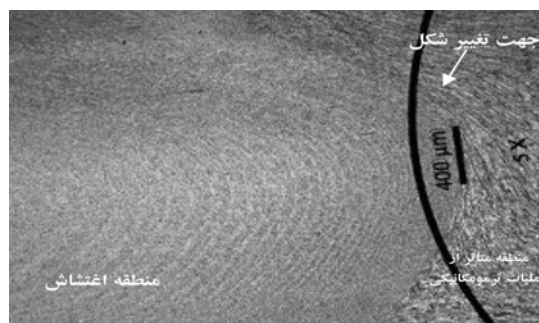
با توجه به شکل ۴ مشاهده می شود که محل‌های اتصال بسیار پیوسته، بدون آخال، حفره و ترک بوده و کیفیت اتصالات نیز بسیار خوب به نظر می رسد. با توجه به شکل ۵ و با توجه به ریزساختار حاصله می توان به این نکته رسید که در فصل مشترک تشکیل شده چهار ناحیه متفاوت به وجود آمده است. این نواحی به غیر از فلز پایه به ترتیب منطقه متأثر از گرما، منطقه متأثر از عملیات ترمومکانیکی و منطقه تبلور مجدد دینامیکی هستند. همانطور که مشخص است در منطقه متأثر از گرما ساختار دانه ها تحت تاثیر جوشکاری قرار نمی گیرد. اما در منطقه متأثر از عملیات ترمو مکانیکی دانه‌ها شدیداً پیچیده شده‌اند. منطقه تبلور مجدد دینامیکی به شدت وابسته به پارامترهائی همچون سرعت چرخش ابزار، سرعت انتقال و نوع ابزار مورد استفاده است. با توجه به شکل ۶ دو منطقه کاملاً از هم جدا قابل مشاهده بوده که شکلی شبیه گلدان دارند. هندسه این منطقه گلدانی شکل وابسته به نوع تغییر شکل ماده و حرارت ناشی از

اصطكاك بين ابزار و فلز پایه است. بر اساس نتايج ذكر شده در مراجع ۱۲ و ۱۳ پيك دمای جوشكاری روی سطح اتصال برای تماس ابزارها يكسان است. با اين وجود پيك دمایی در قسمت پايين سطوح اتصال كه در آنها از ابزار مثلی شكل استفاده شده نسبت به ساير ابزارها كمتر است. زیرا مقطع عرضی شانه انواع ابزارها شبیه بهم بوده و همیشه دمای نزدیک شانه ابزار در سطوح بالای اتصال يكسان است. اين عامل باعث گسترش حرارت ورودی در سطوح بالای اتصال شده و عمدتاً موجب تمرکز حرارت در شانه ابزار می شود. در ابزارهای سوزنی مثلی شكل، سطح اصطكاکی بين نوک ابزار و فلز پایه محدود به سه لبه تيز می باشد و نسبت به ابزارهای استوانه ای رزوه شده سطح تماس كمتر و در نتیجه سطح اصطكاك كوچكتر است. با توجه به نتايج تجربی به نظر می آید كه هر چه سطح اصطكاك بيشتر باشد مقدار حرارت ناشی از حرارت بيشتر است پس قاعدتاً بايد حرارت اصطكاکی توليد شده توسط ابزار سوزنی مثلی شكل كمتر از حرارت توليد شده توسط ابزار استوانه ای رزوه شده باشد. به همین ترتیب دگرگونی ريزساختاری فلز پایه ای كه در تماس با ابزار مثلی است كمتر از فلز پایه ای كه در تماس با ابزار مثلی است خواهد بود. نمونه هایی كه سرعت چرخش افزايش و سرعت انتقال ابزار كاهش میابد مقدار تغییر شكل بسيار زياد است به نحویكه دانه ها بهم فشرده تر می شوند و مركزیت بيشتری پیدا می کنند.

در ريزساختار منطقه متاثر از عملیات ترمومكانیکی نمونه S2 می توان تشكيل دانه های هم محور ريز و نحوه ایجاد نرمی را ملاحظه كرد. در منطقه تبلور مجدد دینامیکی نیز ساختار بصورت دانه های هم محور ريز می باشد. كه ساختار حاصله در اثر حرارت اصطكاك و تغییر شكل های پلاستیکی متعدد بوجود آمده است (شكل ۹). منطقه تبلور مجدد دینامیکی، ناحیه ای گرداب مانند است كه در آن نوک ابزار در تماس با فلز جوش بوده است. بر اساس مرجع ۱۴، اين حوضچه گردابی از طریق حرارت ناشی از اصطكاك و سیلان پلاستیکی ماده از جلوی ابزار به سمت عقب آن توليد می شود. بررسی حوضچه گردابی نشان داد كه اين محل در ناحیه اغتشاش و وابسته به تغییر پارامترهای مختلف جوشكاری اصطكاکی اغتشاشی حاصل می شود [۱۵]. در حالت کلی شكل ريز ساختارهای بوجود آمده از منطقه جوش نمونه ها در ناحیه حوضچه گردابی شبیه بهم بوده و همانطور كه در شكل ۱۰ مشخص است اين حوضچه در کلیه شرایط جوشكاری دارای ترکیبی يكسان است. اما بایستی متذكر شد كه تعداد حلقه های بوجود آمده با افزايش سرعت انتقال ابزار كاهش می یابد و جاهای سفید و خالی با افزايش سرعت انتقال ابزار زياد می شود.



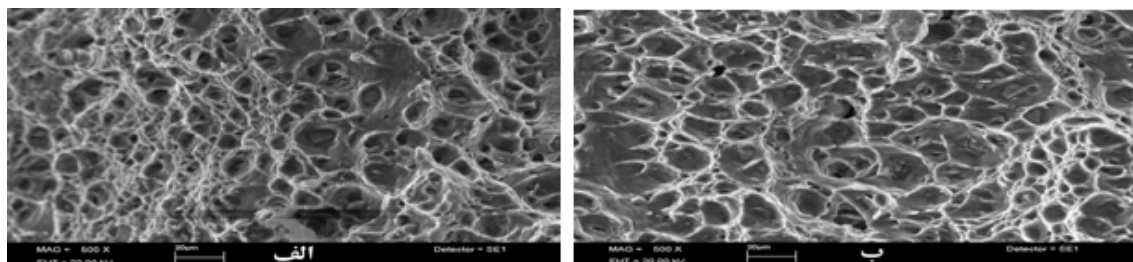
شکل شماره ۱۰- ریزساختار ناحیه اغتشاش و نمونه‌ای از حلقه‌های گردابی بوجود آمده در آن.



شکل شماره ۹- نمائی از منطقه تبلور مجدد دینامیکی و لایه های تشکیل دهنده در اثر تغییر شکل پلاستیکی و دانه های هم محور تولید شده در این فرآیند.

نتایج میکروسختی (شکلهای ۷، ۸) نشان دادند که با افزایش سرعت انتقال، ساختار تبلور مجدد مکانیکی و مقدار تغییر شکل پلاستیکی ناشی از سیلان ماده کاهش می‌یابد و نرمی بدلیل شدت سیلان و پرتاب ماده پایه به حداکثر میرسد. بنابراین مهمترین عامل تاثیرگذار در خواص سختی، درجه حرارت ناشی از اصطکاک و فشار کوبش ناشی از پیشروی ابزار است.

بر اساس نتایج تست کشش، بهترین پارامتر جوشکاری برای بدست آوردن حداکثر استحکام، سرعت انتقال (دقیقه/ میلیمتر) ۲۰۰ در ۹۰۰ Rpm چرخش ابزار است. با توجه به استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی جهت بررسی خواص ریزساختاری و تاثیر آن بر شکست، اشکال ۱۱- الف و ۱۱- ب به عنوان نتیجه ای از این مطالعه ارائه شده اند. همانطور که مشخص است تعداد بیشمار حفره های میکروسکوپی با ابعاد و اشکال متفاوت در ریزساختار مقطع شکست در اثر اعمال تنش در جهت طولی پدید آمده اند. این حفره ها عامل اصلی و مهیا کننده شرایط مساعد برای گسترش مکانیزم های شکست نرم موضعی می باشند. آنالیزهای شکست نگاری سطوح خبر از توضیح گودالها و دره های بوجود آمده در اثر نرمی محل اتصال می دادند. این گودالها و حفره ها در اثر سرعت انتقال و چرخش بیشتر ابزارهای مورد استفاده یکنواخت تر و کوچکتر می شدند. اما با تغییر نوع ابزار مورد استفاده، هیچگونه تغییری در تشکیل حفره ها و دره ها پدید نمی آورد.



شکل شماره ۱۱ - مورفولوژی شکست قطعات اتصال یافته توسط جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی تحت شرایط مختلف بعد از انجام آزمون کشش. الف) استفاده از بیشترین سرعت انتقال و چرخش، حفره‌ها و دره‌های ناشی از شکست نرم کمتری بوجود می‌آورد. ب) کمترین سرعت انتقال و چرخش ابزار.

نتیجه گیری

- ۱- در صورت استفاده از روش جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی برای اتصال آلیاژ AA1030 با ضخامت ۶mm، محل اتصال به چهار ناحیه ساختاری متفاوت تقسیم می‌شود. این مناطق به غیر از ساختار فلز پایه، ناحیه تبلور مجدد دینامیکی با دانه‌های هم محور و ریز، منطقه متأثر از عملیات ترمومکانیکی با دانه‌های نیمه له شده و منطقه متأثر از حرارت می‌باشند. در این میان منطقه متأثر از حرارت بدلیل نزدیکی ساختارش به ساختار فلز پایه با آزمون ریز سختی مشخص می‌شود.
- ۲- بیشترین استحکام تسلیم در این اتصالات زمانی به وجود می‌آید که سرعت انتقال ۲۰۰ میلی‌متر بر دقیقه و سرعت چرخش ابزار ۹۰۰ Rpm باشد.
- ۳- در بین پارامترهای مؤثر بر خواص مکانیکی نظیر استحکام تسلیم و نحوه شکست، سطح مقطع ابزار مورد استفاده کمترین تاثیر را نسبت به سایر پارامترها دارد.
- ۴- بیشترین مقدار استحکام تسلیم بدست آمده مربوط به نمونه ای با استحکام تسلیم 75 N/mm^2 بوده است. مهمترین عامل در تغییر خواص مکانیکی اتصال دمای تولید شده در اثر اصطکاک و فشار کوبش ناشی از پیشروی ابزار است.
- ۵- ریزسختی اطراف منطقه جوش برای نمونه هایی که از طریق ابزار سوزنی مثلثی شکل بهم متصل شده اند بسیار یکنواخت تر است. در کلیه شرایط جوشکاری، سختی منطقه جوش زمانی به حداکثر می‌رسد که از سرعت چرخش و انتقال بیشتری استفاده شود.
- ۶- آنالیزهای شکست نگاری سطوح شکسته شده در آزمون کشش، مکانیزم‌های شکست نرم را نشان می‌دهند. در این راستا هر چه سرعت انتقال و چرخش ابزار بیشتر باشد مقدار حفره ها و دره های شکست کوچکتر و کم عمق تری پدید می‌آیند و بالعکس.

مراجع

1. W. M. Thomas and E. D. Nicholas, Friction stir welding for the transportation industries, *Material Design* 18 ,1997, pp. 269-273.
2. K. Elangovan and V. Balasubramanian, "Influences of pin profile and rotational speed of the tool on the formation of friction stir processing zone in AA2219 aluminium alloy", *Material Science. and Engineering, A* 459 (2007), pp. 7-18.
3. Y.G. Kim, H. Fujii, T. Tsumura, T. Komazaki and K. Nakata, "Three defect types in friction stir welding of aluminum die casting alloy", *Material Science and Engineering.A* 415, 2006, pp. 250-254.
4. M.L. Santella, T. Engstrom, D. Storjohann and T. Y. Pan, "Effects of friction stir processing on mechanical properties of the cast aluminum alloys A319 and A356", *Scripta Materialia* 53 ,2005, pp. 201-206.
5. Cemal Meran, "The joint properties of brass plates by friction stir welding", *Material and Design* 27, 2006, pp. 719-72.
6. R.S. Mishra and Z.Y. Ma, "Friction stir welding and processing", *Material Science and Engineering, R: Reports* 50, 2005, pp. 1-78.
7. M. Boz, A. Kurt, "The influence of stirrer geometry on bonding and mechanical properties in friction stir welding process", *Material Design* 25, 2003, pp. 343-347.
8. W. B. Lee, Y. M. Yeon and S. B. Jung, "The mechanical properties related to the dominant microstructure in the weld zone of dissimilar formed Al alloy joints by friction stir welding", *Journal of. Material. Science* 38, 2003, pp. 4183-4191.
9. P. Cavaliere, R. Nobile, F.W. Panella and A. Squillace, "Mechanical and microstructural behaviour of 2024-7075 aluminium alloy sheets joined by friction stir welding", *International Journal of Machinery.Tools Manufacture* 46, 2006, pp. 588-594.
10. P. Cavaliere, G. Campanile, F. Panella and A. Squillace, "Effect of welding parameters on mechanical and microstructural properties of AA6056 joints produced by Friction Stir Welding", *Journal of Material Process Technology* 180, 2006, pp. 263-27.
11. Y.S. Sato, H. Kokawa, M. Enomoto, S. Jogan, "Microstructural Evolution of 6063 Aluminum during Friction-Stir Welding", *Metallurgy and Materials Transaction A* 30, 1999, pp. 2429-2437.
12. H. Fujii, Ling Cui, Masakatsu Maeda and Kiyoshi Nogi, "Effect of tool shape on mechanical properties and microstructure of friction stir welded aluminum alloys", *Material Science and EngineeringA* 419, 2006, pp. 25-31.
13. H. Fujii, Y.G. Kim, T. Tsumura, T. Komazaki and K. Nakata, "Effect of welding parameters on microstructure in the stir zone of FSW joints of aluminum die casting alloy", *Material Letters* 60, 2006, pp. 3830-3837.
14. H. Okamura, K. Aota, M. Ezumi, "Friction stir welding of aluminum alloy and application for structures", *Journal of Japan Instruction Metals* 50, 2000, pp.166-172.
15. A. Scialpi, L.A.C. De Filippis and P. Cavaliere, "Influence of shoulder geometry on microstructure and mechanical properties of friction stir welded 6082 aluminium alloy", *Material Design* 28 ,2007, pp. 1124-1129.

The Influence of different joining varieties on Mechanical and microstructural behavior of AA 1030 aluminum alloy plates joined by friction stir welding

Mehdi Mazr Atabaki m.mazaratabaki@gmail.com

Arman Zare-Bidaki

In this study, the mechanical and microstructural properties of friction stir welded AA 1030 aluminum alloys were investigated experimentally. The friction stir welding (FSW) trials were conducted under different rotational speed, traverse speed and stirrer geometry conditions. The macro and microstructural properties of weld zone were observed by visual and light optical microscopy. Tensile tests and microhardness studies were also employed to the study. On the other hand, the fracture mechanisms of samples were examined by scanning electron microscope (SEM). Four distinct zones were revealed through the joints as discussed below. It was experimentally found that the most important welding parameter on mechanical properties was traverse speed. The rotational speed was the second ranking factor while the stirrer geometry seemed to have less influence on mechanical properties.

Key words: friction-stir welding, aluminium alloys, mechanical properties,