

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



بررسی تاثیر ذوب سطحي با استفاده از روش TIG بر خواص سايشي آلياژ ۵۰۵۲ Al-

مهدی قاضي زاده^۱، محمود حیدرزاده سهي^۲

چکیده

در این بررسی، ذوب سطحي آلياژ آلومينيم ۵۰۵۲ با استفاده از فرایند قوس تنگستن TIG و با اختیار نمودن پارامترهاي مختلف انجام شد. مطالعات میکروسکوپ نوري و الکتروني روبشي انجام شد و نمونه ها در حالت هاي قبل و بعد از ذوب سطحي مورد بررسی قرار گرفتند. از نمونه هاي آزمون زیرسختي به عمل آمد تا تغییرات سختي در سطح قبل و بعد از ذوب سطحي با هم مقایسه شوند. همچنین آزمون سايش به روش پین روی دیسک انجام و رفتار تریبولوژي نمونه ها بررسی شد. نتایج نشان می دهد که انجام فرایند ذوب سطحي باعث تغییرات گسترده در لایه سطحي، افزایش قابل ملاحظه در سختي و بهبود مقاومت به سايش می شود.

واژه هاي کلیدی: قوس تنگستن TIG، میکروسکوپ الکتروني روبشي، سايش پین روی دیسک

مقدمه

آلومينيم و آلياژهاي آن از اهميت صنعتي و تکنولوژيکي بالايي برخوردارند. این امر را می توان نتیجه خواص مناسبی همچون دانسیته کم، نسبت استحکام به وزن بالا، هدایت گرمایی و الکتریکی بالا و مقاومت به خوردگی مناسب این آلياژ ها دانست [۱]. آلياژسازي سطحي آلومينيم با استفاده از منابع پر انرژی و به منظور بهبود رفتار سايشي انجام شده است [۲-۳]. همچنین فرآیندهاي سخت کاری از طریق ذوب سطحي به منظور بهبود خواص سطح انجام شده است. لایه ذوب سطحي به دلیل ساختار ظریف تر و بر حسب مورد افزایش میزان حلالیت عناصر آلياژي در فلز پایه، به طور معمول از سختي بالاتري برخوردار است. در این روش با استفاده از یک منبع با چگالي بالاي انرژی مانند لیزر، پرتو الکتروني یا قوس جوشکاری، یک لایه نازک از سطح نمونه ذوب و متعاقبا سریع ترمنجمد می شود [۴-۷]. یکی از روش هاي که در سال هاي اخیر براي ایجاد لایه هاي سطحي مورد استفاده قرار گرفته است TIG است که به دلیل سهولت و ارزاني کاربرد روز افزوني پیدا کرده

(۱) دانشجوی کارشناسي ارشد - دانشکده متالورژي و مواد دانشگاه تهران

(۲) استاد - دانشکده متالورژي و مواد دانشگاه تهران

بررسی تاثیر ذوب سطحی پژوهش ذوب سطحی آلیاژ ۵۰۵۲ Al- با استفاده از روش TIG به منظور بهبود سایش انجام شد.

مواد و روش تحقیق

جهت انجام آلیاژسازی سطحی از آلیاژ ۵۰۵۲ آلومینیم استفاده شد که ترکیب دقیق آن در جدول ۱ آمده است. ابتدا از آلیاژ فوق قطعاتی با ابعاد 8×10 cm بریده و پس از سمباده زنی (جهت از بین بردن لایه

جدول ۱ ترکیب شیمیایی آلیاژ آلومینیم ۵۰۵۲

آلیاژ ۵۰۵۲	درصد وزنی عناصر (wt%)								
	Al	Mg	Cr	Cu	Fe	Mn	Si	Zn	Other
	95.7-97.7	2.2-2.8	.25-.35	Max .1	Max .4	Max .1	Max .25	Max .1	Max .15

اکسیدی) و شستشو با استون، عملیات ذوب سطحی روی هر قطعه انجام شد. به منظور انجام عملیات از یک میز X-Y که قابلیت تنظیم سرعت های مختلف را داشت، استفاده شد. همچنین جهت تامین انرژی مورد نیاز برای عملیات ذوب سطحی از یک دستگاه جوشکاری TIG مدل OTC استفاده شد. گاز مورد استفاده در این فرآیند آرگن با خلوص ۹۹/۹۹ % بود. ذوب سطحی تحت جریان AC و با شرایط گوناگون انجام شد (جدول ۲). زاویه بهینه الکتروود و طول قوس با توجه به مراجع جوشکاری ثابت و به ترتیب ۲۰ و ۲/۵ mm در نظر گرفته شد. همچنین ولتاژ ثابت و برابر ۱۵V بود. فشار گاز آرگن در تمام آزمایش ها ثابت و برابر ۸ Lit/min انتخاب شد.

جدول ۲ پارامترهای عملیات آلیاژسازی سطحی توسط فرایند TIG

نوع عملیات	ولتاژ (v)	سرعت (mm/min)	زاویه (درجه)	طول قوس (mm)	فشار گاز Ar (Lit/min)	شدت جریان (A)
ذوب سطحی	۱۵	۲۰۰	۲۰	۲/۵	۸	۱۰۰
ذوب سطحی	۱۵	۱۰۰	۲۰	۲/۵	۸	۱۰۰
ذوب سطحی	۱۵	۵۰	۲۰	۲/۵	۸	۱۰۰

جهت بررسی ریز ساختار نمونه ها مقطع عرضي زده شد و پس از سنباده زدن، با محلول آلومیناي ۱ میکرون بوسیله نمد کاملاً براق گردید. جهت اچ کردن نمونه ها از محلول اسید فلوئوریدریکه ۰/۰ % و به مدت ۳۰ ثانیه استفاده شد. بررسی ریز ساختار توسط میکروسکوپ نوري و میکروسکوپ الکتروني روبشي (SEM) صورت گرفت. همچنین جهت اندازه گیری سختي از یک دستگاه میکروسختي سنج با فرورونده نوع ویکرز استفاده شد که بار اعمالي در این آزمایش ۵۰۰ گرم بود. به منظور بررسی تاثیر فرآیند ذوب سطحي بر رفتار سایشی نمونه ها از آزمون پین روی دیسک استفاده شد. در این رابطه نمونه هاي ذوب سطحي و آلیاژ پایه در ابعاد $5 \times 10 \text{ mm}$ به عنوان پین و صفحات مدور از جنس AISI ۵۲۱۰۰ به قطر 38 mm به عنوان دیسک ساینده انتخاب شدند. پارامترهاي سایش برای تمامی نمونه ها یکسان و آزمون تحت بار 20 N ، سرعت دیسک m/sec ۰/۳ و مسافت 1000 m انجام شد. بدین ترتیب میزان کاهش وزن ناشی از سایش، نرخ سایش و ضریب اصطکاک برای تمامی نمونه ها اندازه گیری شده و مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته ها و بحث

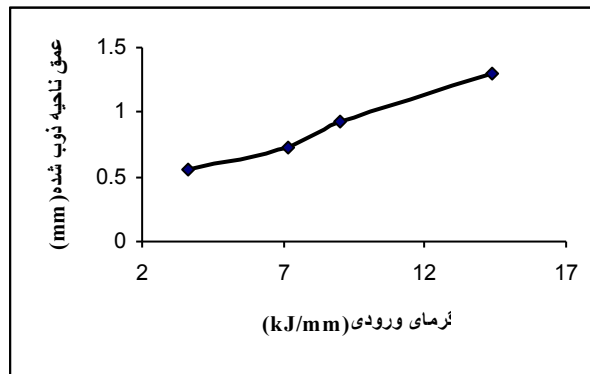
به منظور بررسی اثر حرارت ورودی به عنوان متغیر موثر در جوشکاری TIG این پارامتر مطابق رابطه ۱ تعیین شد [۱۱].

رابطه (۱) (kJ/mm) سرعت/ولتاژ \times شدت جریان $\times 0/48 =$ گرمای ورودی
جدول ۳ ارتباط بین شدت جریان و سرعت حرکت تورچ با حرارت ورودی را نشان می دهد. همچنین ارتباط بین چگالی انرژی (گرمای ورودی) فرآیند جوشکاری TIG با هندسه (عمق و عرض) منطقه ذوب بررسی شد (شکل ۱). با توجه به این شکل ها مشاهده می شود که با افزایش گرمای ورودی عمق و عرض منطقه ذوب، هر دو زیاد می شوند.

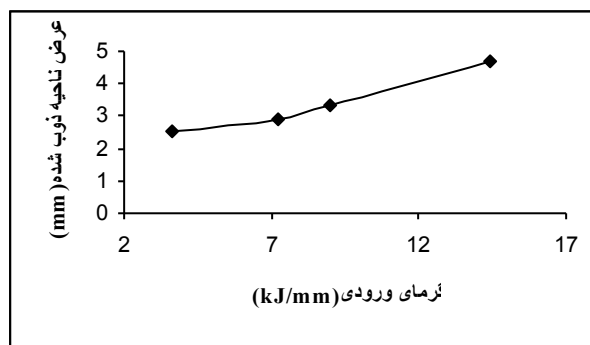
جدول ۳ ارتباط بین شدت جریان و سرعت حرکت تورچ با حرارت ورودی

شدت جریان (A)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵
---------------	-----	-----	-----	-----

سرعت حرکت تورچ (mm/min)	۲۰۰	۱۰۰	۸۰	۸۰۰
گرماي ورودی (kJ/mm)	۳/۶	۷/۲	۱۴/۴	۹



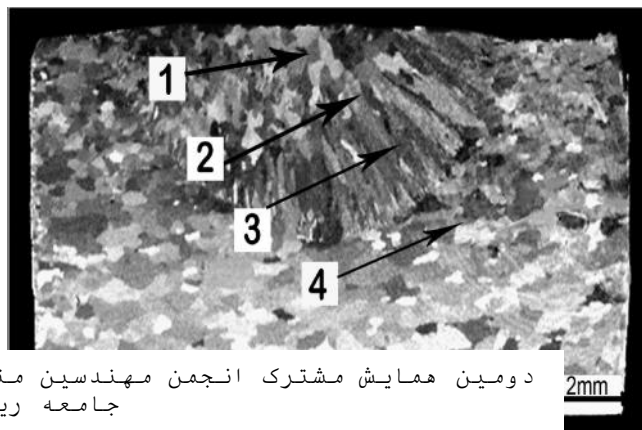
شکل ۱- الف ارتباط بین گرماي ورودی و عمق ناحیه ذوب شده



شکل ۱- ب ارتباط بین گرماي ورودی و عرض ناحیه ذوب شده

در بررسی نمونه ذوب سطحی چهار ناحیه مجزا مشاهده شد (شکل ۲) :

ناحیه ۱- ناحیه هم محور مرکزی که این هم محور شدن به دلیل انتقال حرارت همه جانبه و همچنین گرم شدن نمونه است.



دومین همایش مشترک انجمن مهندسين متالورژي ايران و
جامعه ريخته گران ايران

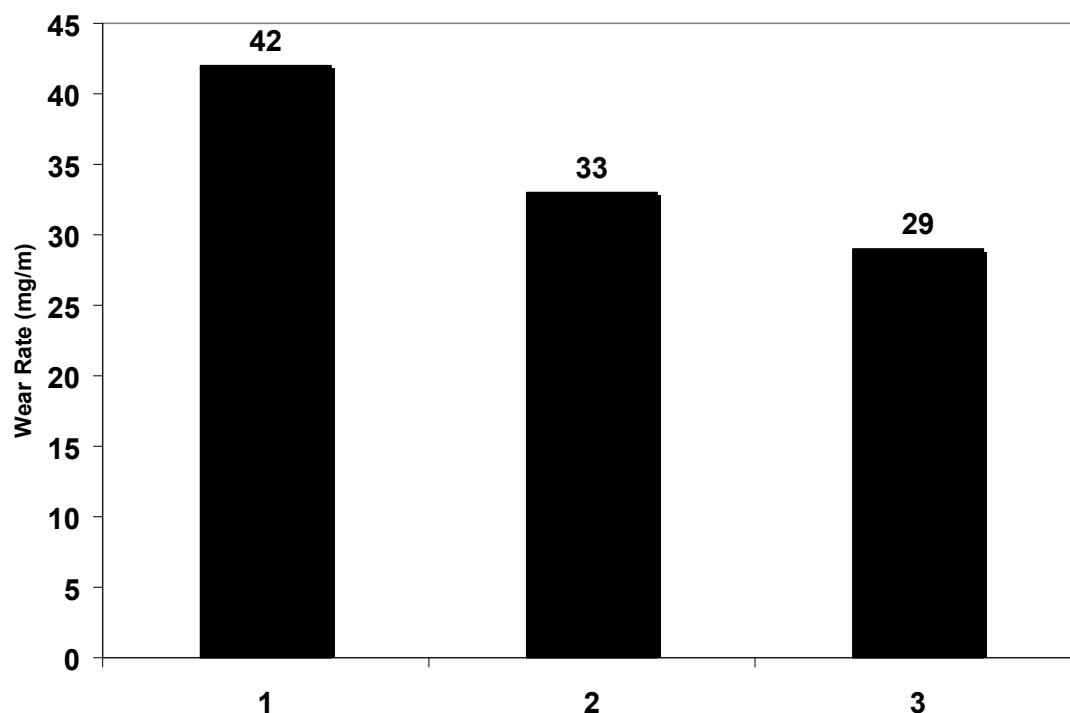
شکل ۲ سطح مقطع آلیاژ ۵۰۵۲ ذوب سطحی شده پس از اچ ناحیه ۲- ناحیه فصل مشترک بخش هم محور مرکزی و بخش دارای ساختار ستونی.
ناحیه ۳- ناحیه با ساختار ستونی که به دلیل نرخ انتقال حرارت بالا در مراحل اولیه انجماد و شیب حرارتی بالا بین منطقه ذوب و فلز پایه بوجود آمده است.
ناحیه ۴- ناحیه فلز پایه.
تغییرات میکروسختی بر روی نمونه ذوب سطحی شده در جدول ۴ مشاهده می شود. با توجه به داده های ارایه شده (در جدول ۴) می توان نتیجه گرفت که اگر چه با انجام عملیات ذوب سطحی و تغییر ساختار سطح سختی آن افزایش می یابد، اما با افزایش حرارت ورودی میزان این افزایش سختی کم شده و حتی در حرارت های ورودی بالا، تغییر قابل توجهی در سختی مشاهده نمی شود.

جدول ۴ نتایج آزمون ریزسختی

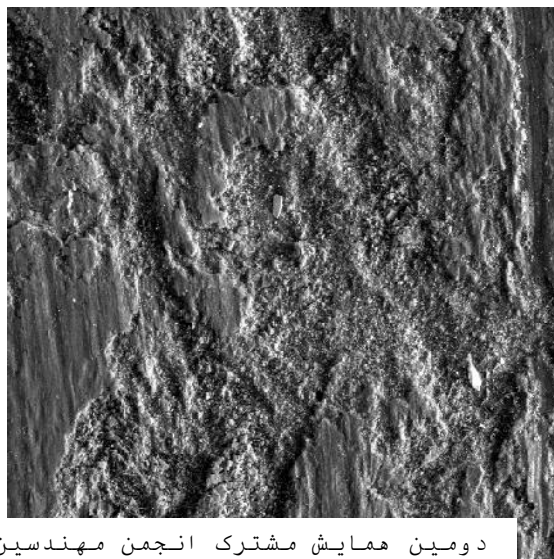
نوع نمونه	ذوب سطحی	ذوب سطحی	ذوب سطحی	ذوب سطحی	آلیاژ پایه
گرماي ورودی (kJ/mm)	۳/۶	۷/۴	۹	۱۴/۴	-
سختی (HV)	۱۴۸	۱۲۱	۱۰۹	۸۱	۵۲

نتایج آزمون سایش به صورت منحنی نرخ سایش در مسافت m برای نمونه آلیاژ پایه و دو نمونه ذوب سطحی، یکی با حداقل حرارت ورودی (۳/۶ kJ/mm) و دیگری با حداکثر حرارت ورودی (۱۴/۴ kJ/mm) در شکل ۳ آمده است. با توجه به داده های شکل ۳ مشاهده می شود که نرخ سایش در نمونه های ذوب سطحی به مراتب کمتر از نمونه آلیاژ پایه است. همچنین با افزایش حرارت ورودی در نمونه های ذوب سطحی نرخ سایش افزایش یافته است.

شکل ۴ تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) از سطوح سایش پین و دیسک نمونه ذوب سطحی با حداقل حرارت ورودی را نشان می دهد. جدول ۵ آنالیز EDS گرفته شده از کندگی های ایجاد شده در سطح پین سایشی را (10^{-3} نشان می دهد) (شکل ۴-الف). وجود درصد بالای اکسیژن نشان دهنده تشکیل اکسید در سطح سایش و کنده شدن آن است. همچنین جدول ۶ آنالیز EDS گرفته شده از ذرات سیاه رنگ آمده بررسی تاثیر ذوب سطحی سطح دیسک سایشی را نشان می دهد. ذرات بسیار بالاست و با توجه به حضور اکسیژن می توان گفت که این توده ذرات عمدتاً شامل آلومینیم زمینه است که در حین فرآیند سایش از سطح نمونه ذوب شده جدا و به سطح دیسک چسبیده است.



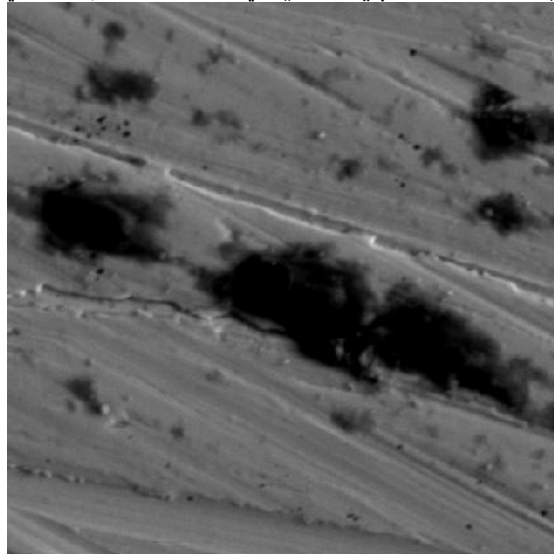
شکل ۳ نمودار نرخ سایش برای نمونه (۱) آلیاژ پایه، (۲) ذوب سطحی با حداکثر حرارت ورودی ($14/4 \text{ kJ/mm}$)، (۳) ذوب سطحی با حداقل حرارت ورودی ($3/6 \text{ kJ/mm}$)



دومین همایش مشترک انجمن مهندسين متالورژي ايران و
جامعه ريخته گران ايران

VAC: HVAC Device: MV2300 TESCAN IDHduca: CEMESCA

شکل ۴ - الف تصویر SEM از پین سایشی نمونه ذوب سطحی با حداقل انرژی



SEM MAG: 1.00 KX DET: ESE 50 um VEGA@TESCAN IDHduca: CEMESCA
HV: 27.0 kV DATE: C9/10/00
VAC: HVAC Device: MV2300

شکل ۴ - ب تصویر SEM از دیسک سایشی نمونه با حداقل حرارت ورودی

جدول ۵ آنالیز EDS از کندگی های نشان داده شده در تصویر SEM شکل ۴-الف

Element	App	Intensity	Weight%	Weight%	Atomic%
	Conc.	Corn.		Sigma	
O K	29.56	1.0680	35.62	1.12	56.07
Al K	13.73	0.5718	30.88	0.78	28.82
Fe K	23.33	0.8960	33.49	0.83	15.10
Totals			100.00		

جدول ۶ آنالیز EDS از ذرات سیاه رنگ نشان داده شده در تصویر SEM شکل ۴-ب

Element	App	Intensity	Weight%	Weight%	Atomic%
	Conc.	Corn.		Sigma	
O K	6.05	0.6391	9.29	1.13	15.86
Al K	71.58	0.9243	76.07	1.06	76.98
Fe K	13.20	0.8858	14.64	0.53	7.16
Totals			100.00		

بررسی تاثیر ذوب سطحی

با توجه به بررسی های انجام شده در این پژوهش و داده های ارائه شده می توان نتیجه گرفت که ذوب سطحی آلیاژ آلومینیم ۵۰۵۲ Al به وسیله فرایند TIG باعث بهبود سختی در این نمونه ها می شود؛ بنابراین می توان از این روش برای افزایش مقاومت به سایش در این نمونه ها استفاده کرد.

نتیجه گیری

(۱) ذوب سطحی آلیاژ آلومینیم ۵۰۵۲ با استفاده از فرایند قوس تنگستن TIG و با اختیار نمودن پارامترهای مختلف انجام شد.

(۲) ارتباط بین شدت جریان و سرعت حرکت تورچ با حرارت ورودی مشخص شده و مشاهده شد که با افزایش حرارت ورودی، عمق و عرض منطقه ذوب هر دو زیاد می شوند.

(۳) تغییرات میکروسختی نشان داد که اگر چه با انجام عملیات ذوب سطحی و تغییر ساختار سطح سختی آن افزایش می یابد، اما با افزایش حرارت ورودی میزان این افزایش سختی کم شده و حتی در حرارت های ورودی بالا، تغییر قابل توجهی در سختی مشاهده نمی شود.

(۴) بررسی رفتار سایشی نمونه ها نشان داد که نرخ سایش در نمونه های ذوب سطحی به مراتب کمتر از نمونه آلیاژ پایه است. همچنین مشاهده شد که با افزایش حرارت ورودی در نمونه های ذوب سطحی نرخ سایش افزایش می یابد.

مراجع

1. Sayed S. Abdel Rahim, Hami H. Hassan Mohammed, A. Amin, "Corrosion and corrosion indibition of Al and some alloys in sulphate solutions containing halide ions investigated by an impedance technique", Surface Science, 187, August 2002.

2. K. Nakata, T. Hashimoto, K. Lee, F. Matsuda, "Wear resistance of Plasma Sprayed Al-Si Binary alloy coating on A6063 Al alloy", Surface and Coatings Technology, 142, July 2001, 277-283.

۳. مهدی قاضی زاده، محمود حیدرزاده سهی، حمیدرضا زبردست، "مقایسه ذوب و آلیاژ سازی سطحی آلومینیم ۵۰۵۲ با نیتروژن توسط فرآیند TIG"، نهمین سمینار ملی مهندسی سطح و عملیات حرارتی ایران، تهران، ایران، اردیبهشت ۱۳۸۷.

4. M. H. Staia, M. Cruz, N. B. Dahotre, "Microstructural and tribological characterization of an A-356 aluminum alloy superficially modified by laser alloying", Thin Solid Films, 277, 2000, 665-674.

دومین همایش مشترک انجمن مهندسين متالورژي ايران و جامعه ريخته گران ايران
Evaluation of nickel surface
Processing Technology, 118, 2001, 187-192.

6. S. Fukumoto, M. Ando, H. Tsubakino, M. Terasawa, T. Mitamura, "Morphology of AlN formed in aluminum by ion implantation", Materials Chemistry and Physics, 54, 1998, 351-355

7. L. Dubourg, R.S. Lima, C. Moreau, "Properties of alumina-titania coatings prepared by laser-assisted air plasma spraying", Surface & Coatings Technology, 201, 2007, 6278-6284

۸. علي شهري پور، محمود حیدرزاده سهی و حمیدرضا قاسمی منفرد راد، "مطالعه ذوب سطحی چدن نشکن با فرآیند TIG"، نهمین کنگره سالانه انجمن مهندسين متالورژي ايران، شیراز، ايران، آبان ۱۳۸۴.

۹. عباس نوروزي، سيد فرشيد کاشاني بزرگ، حمیدرضا قاسمی منفرد راد، "آلیاژ سلیزی سطحی Ti-6Al-4V با ذرات پودر TiC و استفاده از روش TIG جهت بالا بردن سختی سطح"، نهمین سمینار ملی مهندسی سطح و عملیات حرارتی ایران، تهران، ایران، اردیبهشت ۱۳۸۷.

Effect of TIG surface melting on wear properties of Al-5052

M.Ghazizadeh , M.Heydarzadeh Sohi

mmghazizadeh@gmail.com

mhsohi@ut.ac.ir

In this study, Al-5052 specimens were TIG surface melted. The effect of welding parameters like current and speed on microstructure and microhardness of as-wrought and surface melted specimens were studied. Wear behavior were studied using pin on disc test. Results showed that TIG surface melted layers have higher microhardness than base alloy. It can be due the formation of new microstructure. Wear rate was also significantly reduced because of this new microstructure.

Keywords: Aluminum 5052, Tungsten Inert Gas, Optical Microscope, Scanning Electron Microscope, Pin on disc test, wear rate