مجله مهندسی مکانیک و ارتعاشات، زمستان 1400، دوره 12، شماره 4، ص‌ص 7-11

فصلنامه

مهندسی مکانیک و ارتعاشات

jvibme.semnaniau.ac.ir

تاثیر تعداد دور ابزار جوشکاری به روش اصطکاکی در تعیین عمر خستگی آلیاژ آلومینیوم 7075-T6

محمد جعفر استاد احمد قرابی [1*]، رضا سمیعی فرد [2]

1- دانشیار، مرکز تحقیقات انرژی و توسعه پایدار، واحد سمنان، **دانشگاه آزاد اسلامی**، سمنان، ایران

2- استادیار، مرکز تحقیقات انرژی و توسعه پایدار، واحد سمنان، **دانشگاه آزاد اسلامی**، سمنان، ایران

* سمنان، 35145-179، jafarghorabi@gmail.com

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل

دریافت: 5 مرداد 1400

پذیرش: 10 آبان 1400

ارائه در سایت: 20 بهمن 1400

کلید واژگان

جوشکاری اصطکاکی آلیاژ آلومینیوم T6-7075

تعداد دور ابزار جوشکاری

عمر خستگی

چکیده

در این مقاله استفاده از فرایند جوشکاری درآمیختگی- اصطکاکی (FSW) جهت ایجاد اتصال مناسب قطعات از جنس آلیاژ آلومینیم 7075 و تاثیر تعداد دور ابزار جوشکاری بر عمر خستگی منطقه جوش بررسی شده است. پس از انجام فرایند، با استفاده از پارامترهای بهینه سازی، عمر خستگی فلز پایه و فلز جوش نمونه های جوشکاری شده به دست آمد. نتایج نشان میدهد که انجام فرایند جوشکاری درآمیختگی- اصطکاکی با تغییر تعداد دور ابزار جوشکاری بر عمر خستگی منطقه جوش آلیاژ آلومینیم T6- 7075 باعث افزایش طول عمر خستگی در منطقه درآمیختگی شده است که علت آن گرمای تولیدی ناشی از اصطکاک و تغییر فرم شدید ماده در حین جوشکاری است. هم چنین بررسی ها نشان داد در فلز جوش و اطراف آن ، یک ناحیه ضعیف تر از نظر عمر خستگی نسبت به فلز پایه به وجود آمده است.

The effect of rounds per minute of the Friction Stir Welding tool (FSW) in determining the fatigue life of T6-7075 aluminum alloy

Mohammad Jafar Ostad Ahmad Ghorabi [1*], Reza Samieifard [1]

1- Energy and Sustainable Development Research Center, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran

* P.O.B. 35145-179 Semnan, Iran, jafarghorabi@gmail.com

Article Information

Original Research Paper

Received 27 July 2021

Accepted 1 November 2021

Available Online 9 February 2022

Keywords

Friction welding of T6-7075 aluminum alloy

Number of turns of the welding tool

Fatigue life

ABSTRACT

In this article, the use of Friction Stir Welding (FSW) process to create a proper connection of 7075 aluminum alloy parts and the effect of the number of revolutions of the welding tool on the fatigue life of the weld area have been investigated. After the process, using the optimization parameters, the fatigue life of the base metal and weld metal of the welded samples was obtained. The results show that performing the fusion-friction welding process by changing the number of revolutions of the welding tool on the fatigue life of the T6-7075 aluminum alloy welding zone has increased the fatigue life in the fusion zone, which is caused by the heat produced due to friction and the severe shape change of the material in It is during welding. Also, investigations showed that in the weld metal and its surroundings, a weaker area in terms of fatigue life than the base metal has been formed.

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:

Please cite this article using:

Mohammad Jafar Ostad Ahmad Ghorabi, Reza Samieifard, The effect of the number of turns of the Friction Stir Welding tool (FSW) in determining the fatigue life of T6-7075 aluminum alloy, *Journal of Mechanical Engineering and Vibration*, Vol. 12, No. 4, pp. 7-11, 2022 (In Persian)

1- مقدمه

در ابتدا صنایع هوافضا و تجهیزات نظامی تنها مصرف کنندگان آلیاژهای آلومینیم بودند. با گسترش صنعت خودروسازی و حمل و نقل و همچنین افزایش قیمت سوخت و جدی‌تر شدن مبحث آلودگی هوا، توجه به سازه های سبک در این صنعت نیز فزونی یافته. بر اساس پیمان جهانی کیوتو، تمامی خودروسازان موظف به کاهش مصرف سوخت خودروی تولیدی خود در جهت کاهش آلودگی هوا هستند، لذا توجه به استفاده از آلیاژها و فلزات سبک بخصوص آلومینیم و منیزیم در چند دهه اخیر به مراتب بیشتر شده است. بر اساس محاسبات صورت گرفته، جهت کاهش 25% مصرف سوخت، لازم است که وزن خودرو در حدود 45% کاهش پیدا کند. آلومینیم و آلیاژهای آن با چگالی بمراتب پایین‌تر از فولاد، مدول الاستیک ویژه بالا، قابلیت ریخته‌گری و ماشینکاری، گزینه ی بسیار مناسبی برای استفاده در صنعت خودروسازی هستند. روشهای سنتی جوشکاری آلومینیم دارای مشکلات خاص خود است. از جمله این مشکلات می‌توان به خوردگی شدید در صورت عدم تمیزکاری دقیق، خوردگی تنشی، ترکهای گرم طی فرآیند انجماد و اعوجاج و تاب برداشتن زیاد پس از جوشکاری اشاره کرد. این موارد سبب شده است که در سالهای اخیر گرایش به روشهای حالت جامد بیشتر شود. بر این اساس یکی از گزینه‌های مناسب اتصال‌دهی این آلیاژها استفاده از روش جوشکاری درآمیختگی- اصطکاکی[1] (FSW) یا به اختصار جوشکاری اصطکاکی است [1-3].

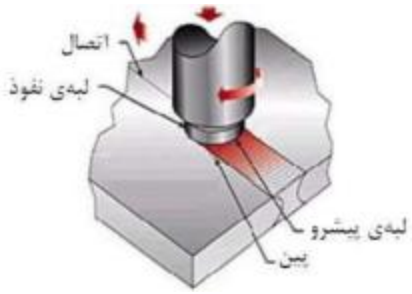
آلیاژهای استحکام بالا و پرمصرف آلومینیم در صنایع هوا فضا سریهای 2xxx و 7xxx هستند و از جمله آنها آلیاژ آلومینیم 7075 است که نیاز به جوشکاری آنها در صنایع بسیار بالا است. این آلیاژها به دلیل دارا بودن ساختار میکروسکوپی نامناسب پس از جوشکاری و وجود تخلخل در ناحیه فلز مذاب، با جوشکاری ذوبی نمیتوان آنها را بهم متصل کرد و از روش‌های جامد استفاده میشود. این آلیاژ در گروه آلیاژهای تغییر شکل یافته آلومینیوم طبقه بندی می شود مطابق (جدول 1-1) مهمترین عنصر آلیاژی آن روی است [4].

جدول 1 مقدار عناصر آلیاژی موجود در آلیاژ 7075-T6

عنصر	Zn	Mg	Mn	Cu	Fe	Si	Al
درصد	5/1	2/1	0/12	1/2	0/35	0/58	90

[1] Friction Stir Welding

عملیات جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی در حالت جامد با استفاده از یک پین فرو رونده در درز محل اتصال قطعات و با چرخش و حرکت رو به جلو انجام می گیرد و اتصالی با استحکام بالا حاصل می‌شود. مکانیزم اتصال، گرم شدن موضع مربوطه در اثر اصطکاک پین با فلزات پایه، نرم شدن فلزات پایه و تغییر شکل پلاستیکی و فرو رفتن لبه های محل اتصال در یکدیگر است. بدین ترتیب بدون انجام عملیات ذوب، اتصال دو درز حاصل می گردد. از محدودیت های این فرآیند عدم امکان استفاده آن در محیط های حاوی سیال خنک کننده مانند آب است.



شکل 1 جوشکاری اصطکاکی [19]

2- روند جوشکاری

جهت انجام این تحقیق از آلیاژ آلومینیم AA 7075-T6 (مطابق جدول فوق) و (شکل 2) به شکل ورق و ضخامت 10 میلیمتر استفاده شد.

شکل 2 قطعات آلومنیومی از جنس 7075-T6

برای جوشکاری اصطکاکی از ابزاری از جنس فولاد گرم کار H13 استفاده شد .در ابزار مورد استفاده، قطر شانه 15 میلیمتر، ارتفاع پین ابزار 5/8 میلیمتر و قطر پین 5 میلیمتر انتخاب شد .هندسه برآمدگی ابزار به صورت استوانه ساده و دارای 3 شیار و هندسه

شانه دارای 3 شیار هم مرکز با شعاع متفاوت طراحی شد .سرعت انتقالی ابزار60 میلیمتر بر دقیقه، سرعت چرخشی 1200 و 1400 و 1600 دور بر دقیقه و زاویه ابزار نسبت به سطح ورق 1 درجه انتخاب گردید. نمونه ها در یک مرحله و در جهت عمود بر جهت نورد ورق ها جوشکاری شدند، (شکل‌های 3 و 4).

شکل3 ابزار ساخته شده برای جوشکاری

عملیات حرارتی کوینچ و بازپخت فولاد گرمکار H13 مطابق (جدول2) اجرا شده است. لازم به ذکر است که ابعاد اولیه به گونه‌ایی در نظر گرفته شده است که پس از عملیات حرارتی و حذف اکسیدهای سطحی، ابعاد نهایی ابزارها برابر با مقادیر ذکر شده باشد.

جدول 2 چرخه عملیات حرارتی فولاد گرمکارH13 [5]

نوع آلیاژ	سرعت گرم شدن کوره تا دمای آستنیته کردن	آستنیته کردن	محیط کوینچ	برگشت دادن	سختی
فولاد گرمکار H13	200 º C در ساعت	نگهداری در دمای 1040 به º C 1000 تا مدت 40 دقیقه	هوا	دوبار، در دمای 600 به º C 550 تا مدت 45 دقیقه	51 HRC

در این تحقیق جوشکاری به صورت لب به لب انجام شده و از انجام جوش بدون درز اجتناب شد تا داده‌های تجربی تحقیق هر چه بیشتر کاربردی بوده و در پروژه های صنعتی بیشتر مورد استناد واقع شوند. کلگی دستگاه فرز به میزان 1 درجه از حالت عمودی منحرف و جوشکاری تحت زاویه ابزار 1 درجه انجام شد. این زاویه‌ای است که تحت آن بهترین خواص جوشکاری بدست می‌آید. در شکل 4 طرز قرارگیری ابزار در بالای فصل مشترک ورقها قبل از جوشکاری نشان داده شده است. در هنگام شروع جوشکاری ابتدا پین ابزار به سطح ورق مماس گشته و سپس به میزان 5/8 mm در ورق فرو رفته و پس از چرخش ابزار به مدت چند ثانیه میز افقی دستگاه فرز حرکت کرده و جوشکاری انجام شد. در تمام جوشها میزان ورود پین ابزار به ورقها یکسان بود.

شکل 4 قرارگرفتن قطعات در بستر ماشین فرز

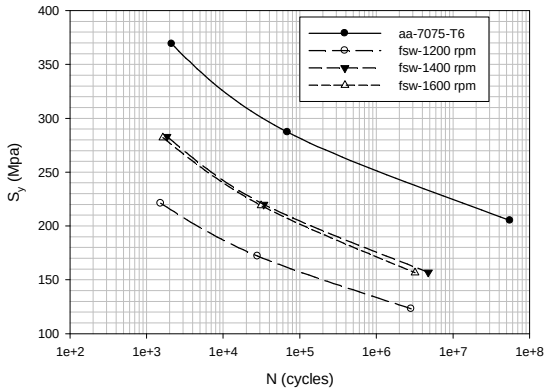
3- بررسی عمر خستگی

تغییرات عمر خستگی بستگی به تغییرات دور ابزار در طی فرایند جوشکاری دارد. افزایش یا کاهش دور ابزار باعث تغییرعمر خستگی در نواحی جوش شده که این مساله نیز می‌تواند عامل تعیین کننده‌ای بر افزایش عمر خستگی قطعه نهایی باشد. در این قسمت نتایج حاصل از تست خستگی برای اتصال جوشی با ابزار مذکور در سرعت‌های دورانی مختلف بدست آمده و سپس نمودار خستگی برای آنها رسم شده است و در نهایت نتایج حاصل با هم مقایسه میشود.

داده‌های آزمایش های انجام شده توسط ماشین آزمون خستگی در جدول 3 گرد آوری شده است. شکل 5 نیز این داده‌ها را آنچنان که در مباحث خستگی مرسوم است بصورت نمودار نشان میدهد.

جدول 3 میانگین تعداد سیکل (N) با سرعت پیشروی 60 میلیمتر بر دقیقه ابزار

متغیرها	0/9 S_y(Mpa)	0/7 S_y(Mpa)	0/5 S_y (Mpa)	تعداد دور ابزارu/min
بار (Kg)	9.6	7.4	5.41	1200
S_y=246(Mpa)	221	172	123	
N	1525	28104	2853762	
بار (Kg)	12.20	9.45	6.91	1400
S_y=314(Mpa)	283	220	157	
N	1849	33869	4749132	
بار (Kg)	12.20	9.42	6.89	1600
S_y=313(Mpa)	282	219	156.5	
N	1632	31243	3189483	
بار (Kg)	15.98	12.34	9	فلز پایه AA 7075-T6
S_y=410(Mpa)	369	287	205	
N	2125	69149	55518651	



شکل 5 منحنی خستگی S-N آلیاژ 7075 و جوش اصطکاکی-اغتشاشی با دورهای مختلف

4- نتیجه‌گیری

روش جوشکاری حالت جامد اصطکاکی اغتشاشی میتواند جایگزین خوبی برای روشهای جوشکاری ذوبی برای اتصال آلیاژ آلومینوم AA7075-T6 به کار رود و با صرف انرژی کمتری نسبت به روشهای جوشکاری ذوبی، اتصال بسیار مطلوبی را ایجاد کند. توجه به نکات زیر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است:

- استفاده از ابزار جوشکاری استوانه‌ای شیاردار برای ایجاد جریان مومسان بهتر مواد و تلاطم بیشتر به منظور جوش سالم و بدون عیب ضروری است.
- به منظور دستیابی به عمر خستگی بهینه انجام جوشکاری با اعمال سرعت چرخشی 1400rpm و سرعت انتقالی 60 mm/min پیشنهاد میگردد.
- نمونه های جوشکاری شده نسبت به فلز پایه با کاهش تقریبی عمر خستگی مواجه شده اند که این امر می-تواند به دلیل تغییر شکل مومسان شدید و تغییر در اندازه دانه ها در ناحیه همزده این فرایند باشد.

5- مراجع

[1] B.L. Mordike, T. Ebert, Magnesium Properties — applications — potential, Jo. Of Material science and engineering, (2001)

[2] K.U. Kainr , Magnesium –Alloys and Technologies , Germany ,Wiley-VCH, (2003)

[3] V. Singh, Heat treatment of metals, Delhi ,Lomus Offset press ,reprinted edition (2007) 552-557

[4] S. Rajakumar a,⇑, C. Muralidharan b, V. Balasubramanian —Influence of friction stir welding process and tool parameters on strength properties of AA7075-T6 Aluminum alloy joints ,16 August 2010 Annamalai University

[5] S. Mishra and T. DebRoy. A heat transfer and fluid flow based model to obtain a specific weld Geometry using various combinations of welding variables. Journal of Applied Physics, 98(4), 2005.