



ارائه شده توسط :

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معابر

روش جدید افزایش عمر خستگی اتصال جوشکاری اصطکاکی نقطه

متحرک با استفاده از مومسانی و خمیر شدگی موضعی

چکیده مقاله

این مقاله روش جدیدی را برای افزایش عمر مقاومت اتصال جوشکاری اصطکاکی نقطه متحرک (FSSW) با استفاده از پروسه مومسانی موضعی معرفی می‌دهد. هدف تحقیق بررسی اثر بسط و انبساط سرد بر افزایش عمر خستگی نقاط FSSW در ورقه‌های آلیاژ آلومینیوم 7075-T6 با اجرا روشهای آزمایشی و عددی است. آزمون‌های خستگی در مقطع آزمایشی با استفاده از دامنه ثابت کنترل بار ماشین سر و - هیدرولیکی آزمایش خستگی بر اتصال‌های جوشی و بسط یافته سرد FSSW با سطح انبساط سرد 3.3٪ اجرا شد. در قسمت عددی، مدل‌های سه بعدی جزء متناهی جهت محاسبه توزیع تنش و کرنش در دو گره از نمونه‌ها با استفاده از ملاک خستگی چند محوری اجرا شدند: Fatemi-Socie و Smith-Watson-Topper. داده‌های آزمایشی و عددی بدست آمده S-N ثابت کرد که روش انبساط سرما میتواند عمر خستگی اتصالات FSSW را در تمامی دامنه‌های بار به گونه‌ای افزایش دهد تا در سازگان‌های چرخه بالا، عمر خستگی تا 6 برابر افزایش یابد. اگر چه نتایج وجود همسویی نسبتاً خوبی را بین عمر خستگی برآورد شده و داده‌های آزمایشی در سیستم معقول عمر خستگی نشان داد اما بررسی عمر رشد ترک خستگی میتواند منجر به برآورد بهتری شود.

کلمات کلیدی: ملاک چند محوری خستگی، جزء متناهی، تنش جامانده یا حبس شده

۱- مقدمه

تکنولوژی جوشکاری اصطکاکی نقطه متحرک (ESSW) صنایع جدید خودرو سازی و هوا و فضا به منظور رفع و حل مسائل زیر مورد آmag قرار داده است. ذخیره و صرفه جویی انرژی، محافظت محیطی، افزایش و بهبود اقتصاد سوخت، و عملکرد اقتصاد سوخت. طبق اظهارات بلورت و همکارن و دیویس جایگزینی نور و مصالح

بسیار مقاوم مثل آلومینیوم ، منگنز و کمپوست های تقویت شده بسپارش در ساخت خودروها به جای آلیاژهای مرسوم آهن یکی از روشهای موثر است . همانطور که کاولری و همکاران بیان کردند جوش ذوبی آلیاژ های فوق الذکر مشکل است و خواص میکانیکی آنها به طرز شگرف انگیزی با پروسه جوش ذوبی کاهش می‌جوشکاری مقاومت نقطه ای (RSW) با برخی از برتری ها ای چون ترانس بالا نسبت به انطباق ضعیف قطعه برخلاف تکنیک های جوش ذوبی برای اتصال ورقه های فولادی استفاده می شود ، البته این روش منجر به عملکرد ضعیف میکانیکی می شود. معمولاً ، جوشکاری متحرک اصطکاکی (FSW) یک روش جدید اتصال است که در سال 1991 توسط TWI با مزیت های مختلف آن مثل حفظ و نگهداری خوب خواص خط مبنا میکانیکی ، پیچش و از فرم افتادگی اندک ، و تنیش های پایین حبس شده در مقایسه با تکنیک های مرسوم جوشکاری معرفی شد. GKSS یکی از کارخانه های کشور آلمان است که اخیراً از پروسه جوشکاری اصطکاکی به نام جوشکاری اصطکاکی نقطه متحرک (FAAW) برای جوشکاری نقطه ای استفاده کرده است . نمونه ها در این پروسه جدید به صورت اتصال حالت جامد به یک دیگر براساس گرما اصطکاک بر سطوح تراش ابزار و ورقه های خاص از پیش طراحی شده است . پروسه اختلاط نقش مهمی را در تولید منطقه بد شکل مومسانی اطراف پین یا خار ایفا می کند. کارخانه موتور مزدا از این تکنولوژی جدید در تولید توده ای درب های محفظه و عقب موتورهای اسپرت مزدا RX-8 استفاده کرده است . کل پروسه جوشکاری در FSSW طبق نقطه ذوب آلیاژهای جوشکاری شده رخ می دهند. به این دلیل ، این روش برای مصالح دارای نقطه ذوب پایین مثل Al و Mg بسیار مناسب است . بسیاری از محققان به علت افزایش اغراق آمیز استفاده از این تکنیک به تحقیق جنبه و ابعاد مختلف این تکنولوژی رو آوردند.

مسائل مهمی چون مشخصه های میکانیکی و میکرو سازه ای اتصال ها ، بهینه سازی پارامترهای پروسه جوش ، توانایی اتصال مصالح نامشابه ، مقاومت اتصالات موثر بر انحراف پارامترهای پروسه ، و عمر خستگی و روشهای شکست اتصال جوشی اصطکاک نقطه ای مسائل مهمی هستند. اکثر تحقیقات گذشته به بررسی جوش های اصطکاک نقطه ای بین آلیاژهای مشابه و مخالف آلومینیوم پرداخته اند.

اسمیت و همکاران مقاله ای را در مرود مزايا استفاده از FSSW در صنعت حمل نقل ارایه دادند. میرزوگ و همکاران ، به روش آزمایشی پارامترهای بهینه پروسه FSSW را به منظور افزایش خواص میکانیکی اتصالات

جوشی Al6065-T5 تعیین کردند. دا سیلوا و همکاران اثر پارامترهای اتصال را بر خواص میکانیکی و مشخصات ریز سازه ای را بررسی کردند و جریان مصالح درون اختلاطی مصالح نامشابه را طی FSSW در آلیاژ های مختلف آلومینیوم توضیح دادند. رود تیگوس و همکاران اثر پارامترهای جوشی را مثل شانه های تخت و مخروطی را بر مشخصات ریز سازه و میکنیکی اتصالات به منظور دستیابی به اتصالات کامل و غیر ناقص بررسی کردند. اکثر تحقیقات قبلی توجه به تعیین اثر پارامترهای جوششی بر میکرو سازه ها ، مدهای شکست اتصالات SFW در بارهای شبه ایستا داشته ند. لین و همکاران در تحقیق دیگری ، ریز سازه ها و مدهای شکست اصطکاک نقطه ای را در نمونه های برش های بهم پوشان آلومینیوم 6111-T4 با استفاده از میکرو گرافیکی بررسی کردند. زیر بارهای چرخه ای و براساس قانون پاریس و عوامل شدت تنش محلی مثل تابع های طول kink بررسی T4 کردند. راش احمدی و همکاران عمر خستگی جوش های تک نقطه ای متحرک اصطکاکی را با اجرا تحلیل جزء متناهی و معادله اصلاح شده آسیب و زیان های کرنش مورو که توزیع سختی را بررسی میکند ، و تصور میکند که ثابت های مصالح چرخه ای و مقاومت میکانیکی مناطق مختلف اطراف FSSW متناسب با مقدار سختی مصالح مبنای پایه است را مطالعه میکنند. تکنیک های اندکی اخیراً جهت افزایش مقاومت اتصال جوش اصطکاکی که منجر به افزایش ظرفیت بار استاتیکی و عمر خستگی می شود ، طراحی شده است . از برخی عملیات در این روش مثل افزودن عنصر تقویت ذره ای در طی پروسه جوش اصطکاکی ، پرکردن دوباره اتصالات با استفاده از ابزار دو کاره جهت حذف حفره ایجاد شده در منطقه جوشکاری شده ، و استفاده از تابکاری حرارتی در سازهای جوشکاری اصطکاکی استفاده می شود. میلر و همکاران تحقیقات مرتبطی را انجام داده اند. آنها افزودن ذرات فلزی را در طی پروسه نقطه ای جوشکاری اصطکاکی جهت ساخت کمپوست ماتریس فلزی (MMC) برای افزایش مقاومت 25 درصدی برش بهم پوشان با استفاده از اتصالات جوشکاری نقطه ای اصطکاکی (SFW) بررسی کردند. یونتسو و همکاران اثرات پرکردن دوباره سوراخ میله مدرج و افزایش مساحت موثر سطح مقطعي دکمه جوش را بر رفتار خستگی و کشش اتصالات FSSW بررسی کردند. اگر چه نتایج آزمایشی ثابت کرد که مقاومت کششی اتصال های پر شده بیشتر از اتصالات جوشکاری شده بود ، اما

مقاومت خستگی اتصال های دوباره پر شده تقریباً مانند یا در اکثر نمونه ها کمتر از اتصال های سوراخ میله مدرج بود.

پروسه ای در موازات هدف ذکر شده جهت افزایش عمر خستگی اتصال FSSW در این تحقیق طرح شده است. این پروسه تنש های جامانده فشاری را در پیرامون اتصال ها با عبور از پین مقعر طراحی شده با اندازه ای بزرگتر از سوراخ ساخته شده در مرکز جوش تولید میکند. هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی عملکرد روش طرح شده با بررسی اثرات آن بر رفتار خستگی اتصالات FSSW آلومینیوم 7075-T6 است و از این رو، ملاک های معتبر کرنش خستگی چند محوری جهت پیش بینی عمر خستگی نمونه ها براساس تحلیل جزء متناهی انتخاب شده اند.

2- تاریخچه نظری

شکست خستگی معمولاً در بسیاری از مولفه های میکانیکی مشاهده میشود. اگر چه ، بسیار از قطعات جوشکاری اصطکاک نقطه ای زیر بارهای تک محوری هستند اما حالت های چند محوری تنش - کرنش در نواحی بحرانی اطراف منطقه جوشکاری مشاهده می شود. روشهای عددی جهت پیش بینی سرویس و خدمات واقعی عمر مولفه های میکانیکی دارای حالت های تک و چند محوری انجام شده است . معمولاً ، نظریه های خستگی چند محوری میتواند به روشهای تنشی ، کرنشی و مبتنی بر انرژی طبقه بندی شوند . همانطور که پیشتر گفته شد ، حالت خستگی چند محوری می تواند در منطقه جوشکاری رخ دهد. این رخداد ناشی از ماهیت اتصال های جوشکاری اصطکاک نقطه ای است.

بدین منظور ، از چند ملاک صفحه بحرانی خستگی چند محوری جهت برآورد عمر خستگی سازه های جوشکاری شده استفاده شدند. اولین مرحله اجتناب ناپذیر در پیش بینی عمر خستگی قطعات کار FSSW ساخت مدل جزء متناهی (FE) است. یافتن ورقه های بحرانی و نیز تنش های اصلی و محلی و کرنش ها در مناطق گرادیان بالا تنش با تحلیل FE امکان پذیر می شود. بعلاوه ، تعدادی از چرخه های شکست نمونه ها ، N

، با جایگزینی مقادیر بدست آمده در معادله های آسیب و زیان محاسبه می شود.

دو ملاک برتر و مهم چند محوری خستگی (اسمیت -واتسون و توپر) (SWT) و (Fatemi-Scie(FS) برای برآورد عمر خستگی استفاده شدند.

2-1 اسمیت - واتسون - توپر (SWT)

روش صفحه بحرانی طبق ملاک طرح شده به وسیله اسمیت و همکاران برای مصالح دارای هسته ترک کششی مناسب است . این رابطه مبتنی بر حاصل ضرب اولین دامنه های تنش اصی و کرنش اصلی است که عموماً پارامتر SWT نامیده می شود. حداکثر مقدار پارامتر SWT گره ها در طی بارگذاری چرخه ای و با استفاده از شبیه سازی های FE در این تحقیق با عبارت زیر محاسبه می شود

(1)

$$\left(\frac{\sigma_1 \Delta \epsilon_1}{2} \right)_{max} = \epsilon_f' \sigma_f' (2N_f)^{b+c} + \frac{\sigma_f'^2}{E} (2N_f)^{2b}$$

در این معادله ، عبارت های $\sigma_1, \epsilon_f', \Delta \epsilon_1, E, b, c$ و T, σ_f' به ترتیب اولین تنش اصلی ، اولین دامنه کرنش اصلی ، ضریب شکل پذیری خستگی ، ضریب مقاومت خستگی ، نما شکل پذیری خستگی و مدول ارتجاعی هستند.

2-2 ملاک (FS)Fatemi-Socie

روش ورق بحرانی به وسیله Fatemi-Socie به صورت ملاک تک محوری خستگی طراحی شد. آنها ترکیبی از آزمون های کشش و پیچش را در دامنه ثابت برش کرنش انجام دادند و بالاخره آزمون ها را با پارامتر شکست برشی جهت توضیح پروسه خستگی پایان دادند. این پارامتر شکستگی تابعی از حداکثر دامنه تنش - کرنش

$$\text{و حداکثر تنش طبیعی } \sigma_n^{max} \text{ که به صورت زیر بر صفحه بحرانی عمل میکند} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\Delta \gamma_{max}}{2} \left(1 + n \frac{\sigma_n^{max}}{\sigma_\gamma} \right) \\ &= (1 + v) \frac{\sigma_f'}{E} (2N_f)^b + \frac{n}{2} (1 + v) \frac{\sigma_f'^2}{E \sigma_\gamma} (2N_f)^{2b} + 1.5 \epsilon_f' (2N_f)^c \\ &+ \frac{n}{2} 1.5 \frac{\sigma_f' \epsilon_f}{\sigma_\gamma} (2N_f)^{b+c} \end{aligned}$$

که n ثابت مصالح و برابر با ۰.۶ است که میتواند از داده های آزمون تک محوری و پیچشی محض بدست آورده شود ، σ_y مقاومت تسلیم مصالح است و γ نسبت پواسون است .

3- روشهای آزمایشی

3-1 پیکربندی مصالح و نمونه

در جه فضا ماوراء جو آلیاژ Al 7075T6 به عنوان مصالح اصلی ساخت اتصالات جوشکاری اصطکاک نقطه ای انتخاب شدند. درصد جرم ترکیبات شیمیایی ، خواص کششی و پارامترهای خستگی مصالح مادر و اصلی در جدولهای ۱ و ۲ فهرست شده اند.

این روش در این تحقیق جهت افزایش عمر خستگی اتصالات FSSW ارایه شده است . مجموعه ای از تنش های فشاری جامانده به منظور تامین این هدف در منطقه جوشکاری دارای تمام نمونه های یک اندازه القا شد . نمونه های طرح آزمایشی از ورقه های با ضخامت ۲ میلی متر و طول ۱۵۰ میلی متر ، و عرض ۳۰nm ساخته شدند. نواحی هم پوش ورقه های بالا و پایین براساس شکل ۱ ، $30 \times 30\text{mm}^2$ بودند. دو فاصله انداز با طول ۵۰ میلی متر به دو انتخا نمونه های برش هم پوشان متصل شدند (شکل ۲).

جدول ۱ : ترکیب شیمیایی (wt%) آلیاژ آلومینیوم 7075-T6

Al	Ti	Zn	Cr	Mg	Mn	Cu	Fe	Si	آلیاژ
Rem	≤ 0.2	5.1-6.1	0.18-0.28	2.1-2.9	≤ 0.3	1.2-2	≤ 0.5	≤ 0.4	7075-T6

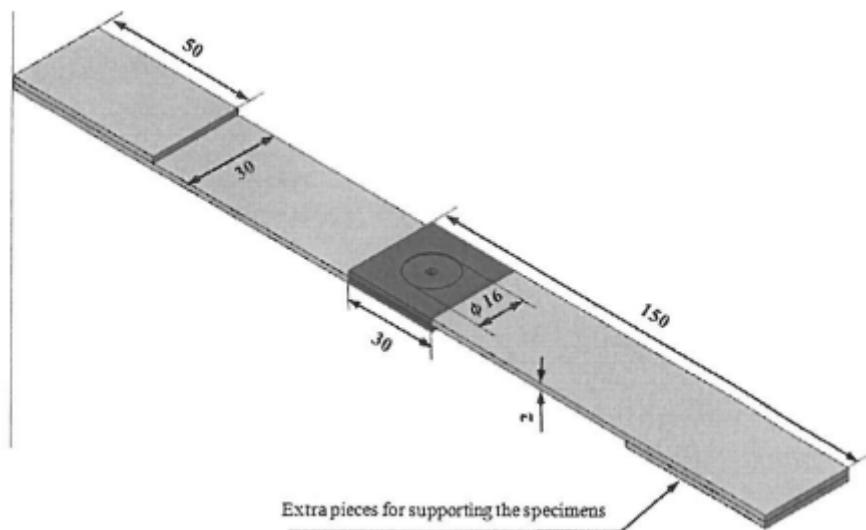
جدول 2: خواص میکانیکی Al7075-T6

	خاصیت
71	مدول کشسانی (GPa)
469	مقاومت تسلیم (MPa)
578	مقاومت کششی نهایی (MPa)
33	افزایش طول و کشیدگی (%)
0.33	نسبت پواسون

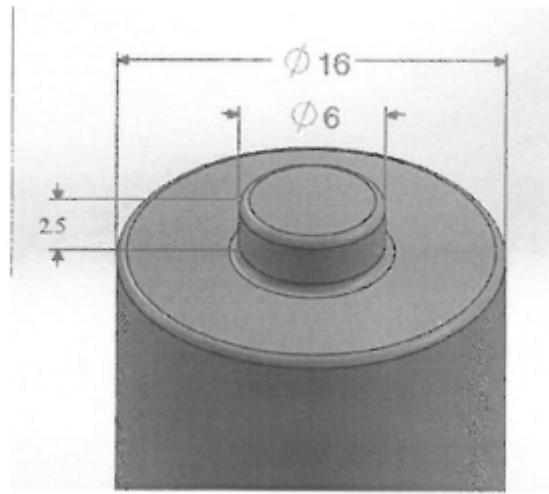
3-2 شرایط جوشکاری و هندسه ابزار

معمولاً، هندسه ابزار، سرعت چرخشی، زمان پیش بخار دهی، و عمق شناور شانه، در تکنیک های جوشکاری اصطکاکی پارامترهای مهم موثر بر کیفیت اتصال ها هستند. هر نوع تغییر در این پارامترها بر مقاومت اتصالات FSSW اثر می گذارد. بارکاربردی در آزمون های کاربردی تنها پارامتر نیازمند تغییر است. به این دلیل تمامی پارامترهای پروسه جوشکاری اصطکاک نقطه ای یکسان هستند. سرعت 1500rpm چرخشی ابزار، زمان 10 ثانیه پیش بخار دهی، سرعت حرکت 19 میلیمتر / دقیقه، عمق 1 میلیمتری شناور شانه شرایط عملیاتی مورد استفاده در این تحقیق هستند.

توانستیم با استفاده از ابزار تخت دارای شانه ای با قطر 16 میلیمتر و پینی با قطر 6 میلیمتر و طول 2.5 میلیمتر (شکل 2) به جوشکاری ریز و ظرفی دست یابیم.



شکل 1: ابعاد (میلی متر) آزمون های خستگی و کششی، قسمت برجسته شکل ناحیه مورد استفاده در شبیه سازی FE را نشان میدهد.



شکل 2: ابزار جوشکاری اصطکاکی نقطه متحرک (ابعاد به میلیمتر هستند)

3-3 طرح افزایش عمر خستگی

همانطور که پیشتر گفته شد، سوراخ های طبیعی در مرکز اتصال های جوشی یکی از ایرادها و اشکالات اصلی پروسه جوشکار نقطه متحرک اصطکاکی است. اگر چه ثابت شده است که نفوذ عمیق تر منجر به تولید اتصال های پر مقاومت می شود، اما گاهی این نفوذ میتواند منجر به سوراخ شدگی صفحه ها شود. بنابراین معمولاً تایید می شود که وجود سوراخ ها در مرکز جوش ها به منظور دستیابی به اتصال های بسیار مقاوم اجتناب ناپذیر می شوند. پروسه ای جدیدی در این تحقیق جهت افزایش مقاومت اتصال ها اجرا روش انبساط سرد و مجموعه ای از اصلاحات در سوراخ ایجاد شده در مرکز جوش معرفی میشود. طبق تحقیقات قبلی، اثر زیاد این پروسه بر افزایش عمر خستگی اتصال ها و صفحه های سوراخ شده نسبتاً بدیهی و روشن است.

از نظر فنی، به مراحل اصلی زیر جهت تهیه نمونه های بسط یافته سرد نیاز می شود. در مرحله اول، سوراخ طبیعی مخفی در وسط اتصال ها که میله مدرج آن را در وسط اتصال ها جا گذاشته است، با بعد یکسان میله پین ($D=6\text{mm}$) به سوراخ باز منتقل می شود. قطر سوراخ تمام نمونه های جوشکاری شده 6 میلیمتر است که به منظور حذف خراش های احتمالی سطح حفاری و گشاد شدند. شکل 3 تصویری از نمونه های جوشکاری شده و جوشکاری FSSW سوراخ شده را نشان می دهد.

در مرحله دوم، پس از آغاز نمونه های سوراخ باز به عنوان نمونه های آزمون خستگی، تمام آنها به پروسه انبساط نمونه ها اختصاص داده می شوند. هدف اصلی در این بخش قرار گیری نمونه های سوراخ شده در

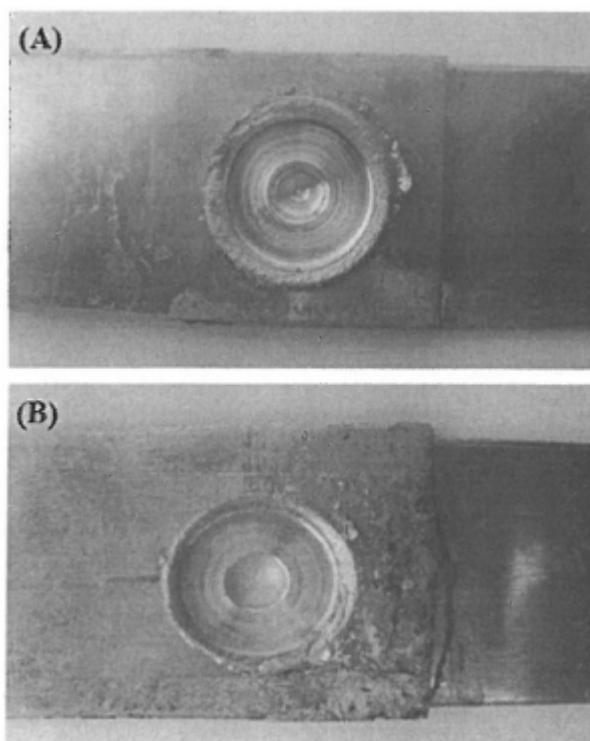
عرض انبساط مستقیم سرد به منظور القا تنש های جاماند ه فشاری به وسیله پین بزرگ مخروطی و سرباریک است . پین مورد استفاده در این تحقیق (شکل 4) از فولاد دارای قطر بیرونی 6.2 میلیمتر جهت ساخت سطح درصد انبساط سرد (شکل 3) تشکیل شده است .

(3)

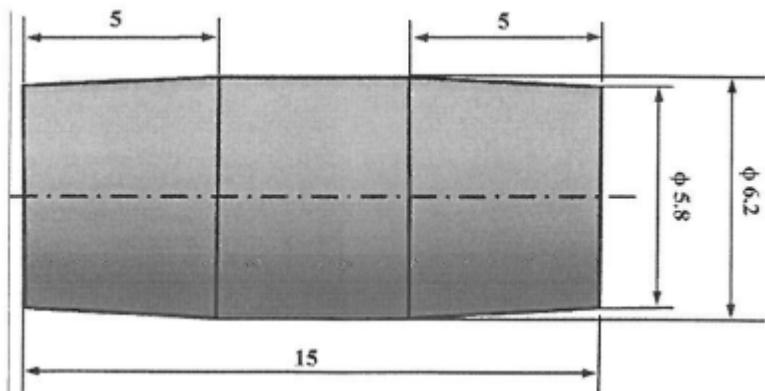
$$I = \frac{D - d}{d} \times 10$$

که I سطح انبساط سرد ، D قطر بیرونی پین و d قطر سوراخ نمونه جوشکاری شده است .

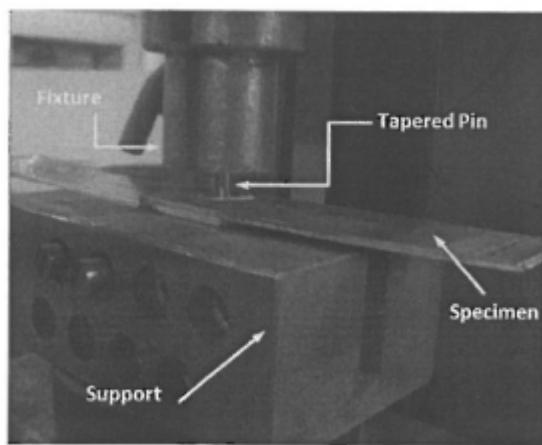
این پروسه با درج پین مخروطی و سرباریک از پیش روغن زده و صیقلی شده در سوراخ های ساخته شده در روست اتصال های جوشکاری شده انجام شد . به منظور این کار ، ماشین 6 تنی آزمونش کشش - فشاری Zwick و حائل فولادی جهت تامین پین مخروطی توسط حرکت های مخالف در گیره های ماشین آزمون (شکل 5) استفاده شدند .



شکل 3: تصویری از اتصال های (a) جوشی ، (b) سوراخ باز FSSW



شکل 4: ابعاد (میلیمتر) پین های مخروطی مورد استفاده در پروسه انبساط سرد



شکل 5: تصویری از پروسه انبساط سرد

4-3 آزمون و نتایج خستگی

آزمونهای خستگی در دو گروه از نمونه‌ها انجام شد. اولین نمونه شامل اتصال‌های جوشی و گروه دوم شامل نمونه‌های بسط یافته سرما می‌شود. این آزمونها در شش سطح بار گذاری از 1.5 kN تا 4 kN توسط ماشین آزمون با رکنترل شده 250 kN خستگی Zwick/Amsler با فرکانس 10 هرتز و نسبت بار $R=0.1$ (نسبت بار $P = \text{حداقل} / p$ حداکثر) در آزمایشگاه هوا انجام شدند. از حفاظ کمانشی در آزمون‌های خستگی استفاده شد. از روش استاندارد صنعتی ژاپن JIS Z 3138 در آزمایش خستگی برش کششی اتصال‌های جوشی نقطه‌ای استفاده شد. شکل 6A مکان و موقعیت نمونه را در ماشین آزمایش نشان می‌دهد. شکل 6b نما نزدیک نمونه جوشی را در ماشین آزمون خستگی نشان می‌دهد.

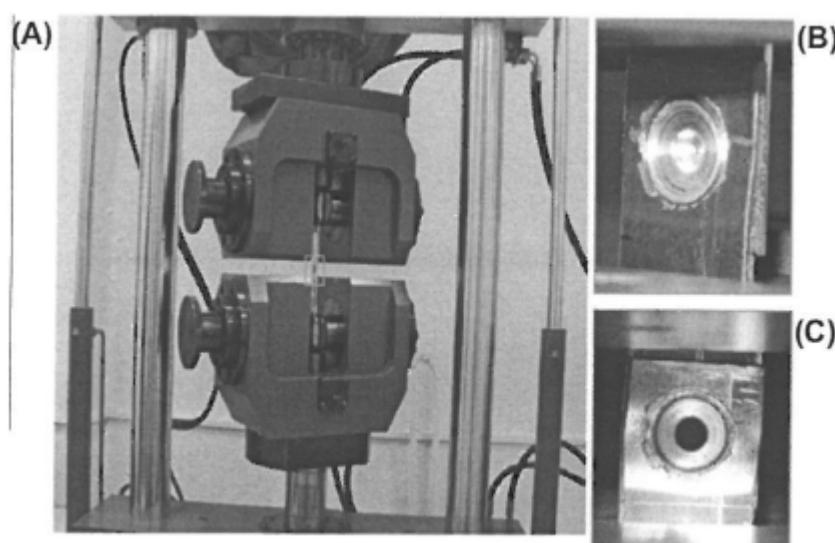
همانطور که پیشتر گفته شد، دو نمونه در معرض دامنه بار یکسان قرار می‌گیرند. بار کاربردی در برابر تعدادی جرخه‌های شکست (S-N) در طرح نیمه لگاریتمی (شکل 7) نشان داده می‌شوند. همانطور که توضیح داده

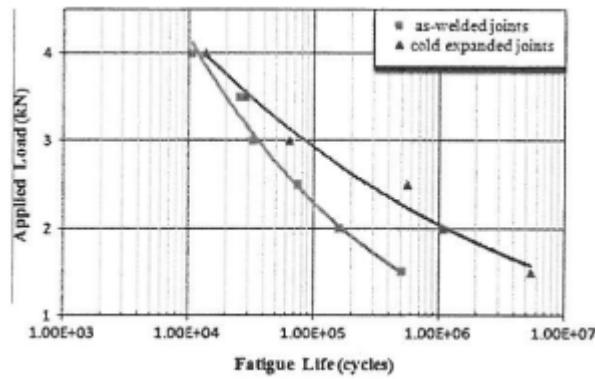
شد ، تمیز بین عمر خستگی نمونه ها وجود دارد. این بیان میکنند که انبساط سرد منجر به افزایش معنادار عمر خستگی اتصال های جوشی اصطکاک نقطه ای به ویژه در سطوح بار پایین تر می شود. البته ، افزایش عکرتد در سازگان های پایین چرخه ارزشمند نیستند.

5-3 روش شکست خستگی

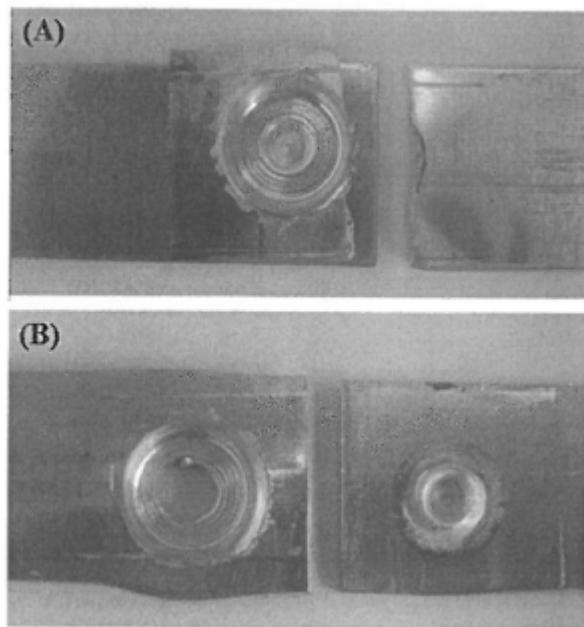
مدهای شکست دو اتصال جوشی ذکر شده با توجه خاص به مکانیسم های شکست خستگی بررسی شدند. صخامت ورق ، قطر دکمه جوش و سطوح بار کاربردی پارامترهای معمولی القایی هستند. سه سبک خستگی در آزمون های خستگی سازه های جوشکاری اصطکاک نقطه ای وجود دارد : شکست دگمه جوش / انتشار ضخامت ترک و شکست دگمه برق جوش . شکل 8 و 9 شکست های خستگی اتصال های جوشکاری و بسط یافته سرد را در سطوح مختلف بار نشان میدهند. این تصاویر نشان میدهند که شکست دگمه جوش در هر دو نمونه در سازگان چرخه پایین رخ می دهد و شکست ضخامت ورق مناسب با مسیر باری است که در سطوح پایین بار رخ می دهد.

تحلیل نتایج نشان می دهد که انبساط سرما فقط عمر خستگی اتصال را بدون تغییر مدهای خستگی آنها افزایش می دهد. از طرف دیگر ، سوراخ ساخته شده در مرکز جوش فقط مقاومت خستگی اتصال های جوشی را بدون ایجاد اثرات مخرب بر آنها افزایش می دهد.





شکل 7: داده های آزمایشی (S-N) بدست آمده از آزمون های خستگی در R=0.1



شکل 8: مکانیسم های مختلف شکستگی گونه های جوشکاری شده در بار های مختلف (A) شکست ضخامت ورق در بار پایین (B) شکست دکمه جوش در بار بالا

4- شبیه سازی جزء محدود

4-1 مدل جزء محدود

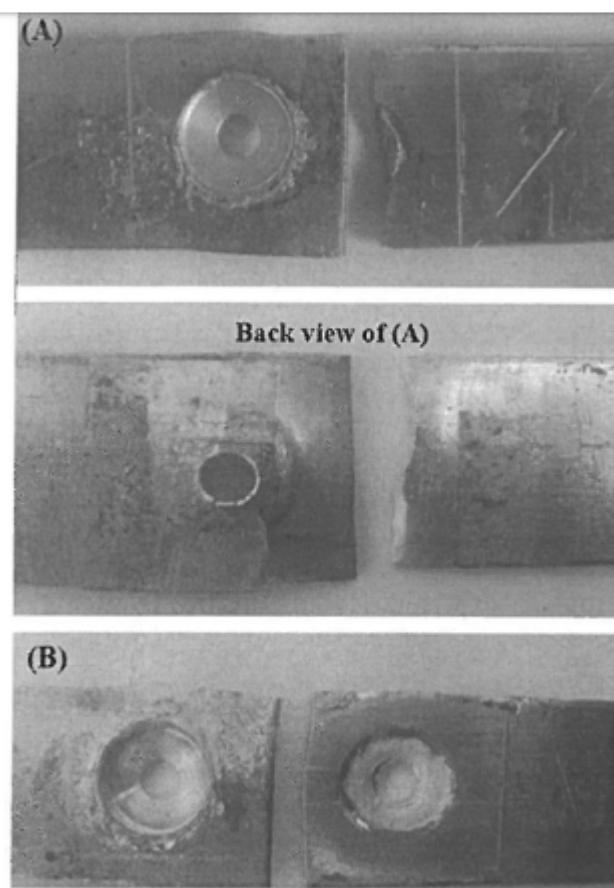
اتصال های تک نقطه ای جوشکاری اصطکاکی ورقه آلیاژ آلومینیوم 7075-T6 با ضخامت 2 میلیمتر بررسی شدند. توزیع تنش و کرنش در پیرامون منطقه جوشکاری جهت پیش بینی عمر خستگی نمونه ها (جوشکاری و بسط یافته سرد) مورد نیاز بود. از آنجایی که دستیابی به مقادیر دقیق توزیع تنش و کرنش اطراف جوش از نظر

تئوری غیر ممکن است ، از مدل جزء محدود جهت حل این مسئله استفاده شد. مدل‌های FE در این مقاله به اختصار توضیح داده یم شوند ، جزئیات بیشتر در مورد این مدل‌ها در مقاله (15 و 25) موجود است .

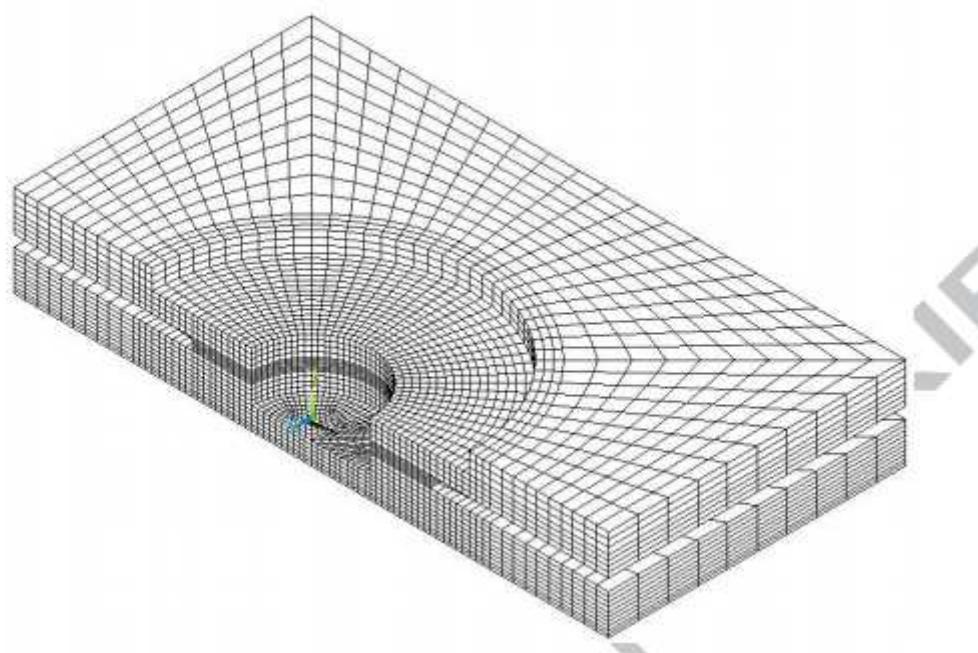
مدل ناخطی و سه بعدی جزء محدود در هر دو نمونه مبتنی بر توزیع سختی جهت دستیابی به مجموع مقادیر تنش و کرنش استفاده شد. مدل چند خطی سختی سینماتیکی در اجرا پروسه شبیه سازی جهت نمایش رفتار تنش کرنشی آلیاژ آلمینیوم 7075-T6 انتخاب شد و مدل ارجاعی خطی پین با مدول 210GPa یانگ و نسبت پواسون 0.3 انتخاب شد . به منظور انجام این کار دو قطعه کار به وسیله بسته جزء محدود ANSYS با بررسی اثرات اختلاف و مقدار خاص قطر مرزی جوش ها مدل برداری شد. طبق سازه متقارن مدل با صفحه XY ، فقط نیمی از مدل واقعی به منظور دستیابی به مدل بهینه با کمترین زمان محاسباتی ساخته شد . تمام قسمت ها با جزء سازه ای هشت گره ای توپر مشبك و شبکه ای شدند. اندازه اجزاء به قدر کافی به منظور دستیابی به مقادیر واقعی تر اصلاح شدند . شکل 10 و 11 مدل های جزء محدد و مجموع اجزاء محلی نزدیک به منطقه متحرک قطعه کار جوشکاری و نیز انواع بسط یافته سرد را نشان می دهند.

بین مخروطی همانطور که در نمونه های انسباط سرد دیده شد ، به مدل جزء محدود به منظور القا میدان های تنش جامانده فشاری افزوده شدند. به منظور انجام این کار ، سنبه یا شاه میله باید از سوراخ ساخته شده در مرکز جوش عبور کند . معمولاً ، مجموعه ای از اجزاء در مدل‌های بسط یافته سرد به عنوان سطوح تماس معرفی می شوند. این اجزاء منجر به انتقال فشار بین سطوح تماس بدون نفوذ به یکدیگر شدند. 174 جزء تماس و 170 جزء هدف در این تحقیق بین سوراخ و پین استفاده شدند. اثر اصطکاک بین پین های تماس به عنوان مدل اصطکاک کولنی با ضریب 0.1 انتخاب شدند.

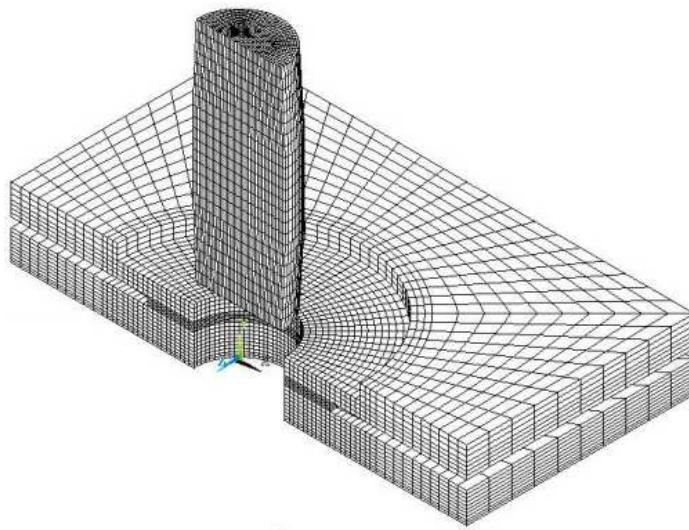
پروسه شبیه سازی اتصال های جوشکاری FSS با استفاده از بارهای مختلف چرخه ای مشابه با شرایط آزمایشی در یک مرحله اصلی سازمان دهی شدند. در مقابل ، تحلیل عددی نمونه های انسباط سرما در دو مرحله مختلف بارگذاری انجام شدند. سنبه یا شاه میله در مرحله اول بار گذاری جهت انجام و اجرا انسباط سرما ، در سوراخ نفوذ کرد و از طرف دیگر حذف شد و افزایش جابجایی های روی آن انجام شد. در مرحله دو بارگذاری ، سازه جوشکاری شده به منظور شبیه سازی پروسه بار گذاری چرخه ای در طی آزمون های خستگی در معرض تنש های خاصی قرار گرفت .



شکل 9: مکانیسم های مختلف شکست اتصال های بسط یافته سرد FSSW در دامنه های مختلف بار : (A) شکست ورق در سرتاسر ضخامت و در بار پایین ، (B) شکست دکمه جوش در بار بالا



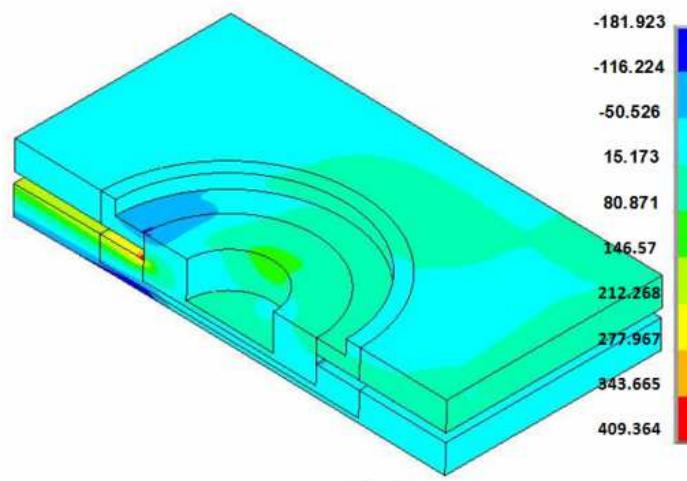
شکل 10. الگوی محدود مدل FSS به عنوان نمونه جوش داده شده.



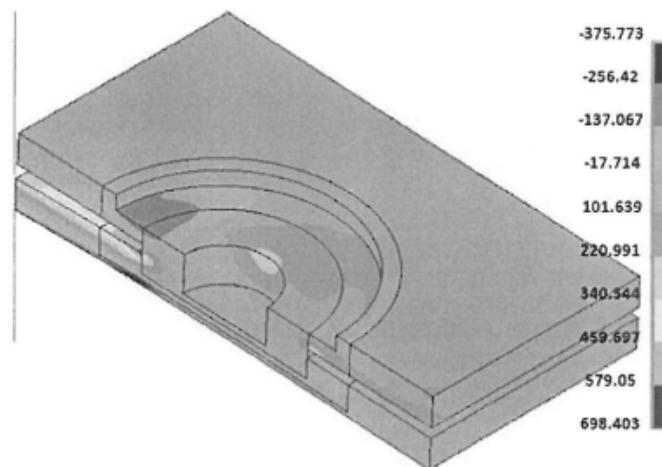
شکل 11. الگوی محدود سه بعدی مدل نمونه های سرما خورده را تشکیل می دهد.

2-4 نتایج تحلیل جزء محدود

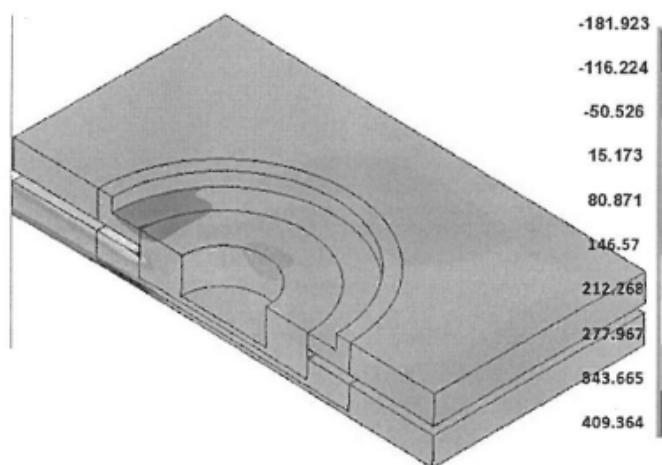
طرح آزمایشی به منظور بررسی عمر خستگی نمونه ها باید مشابه شرایط مرزی مدل جزء محدود باشد. نمونه های آزمون خستگی تحت بارگذاری کشش - برشی یا حالت تنش چند محوری هستند. بنابراین ، به داده های عددی جون کرنش و تنش اصلی به ویژه نزدیک مناطق بحرانی یا نواحی تراکم بالا تنش به منظور پیش بینی عمر خستگی افزایش اتصال جوشکاری اصطکاک نقطه ای مبتنی بر ملاک خستگی چند محوری نیاز می شود. توزیع طولی تنش در بارگذاری مدل جوشکاری زیر بار 1.5kN و 4kN در تصاویر 12 و 13 ترسیم شده است. طرح و نقشه تراز تنش های تانزانی قبل و بعد از بارهای چرخه ای به منظور نمایش توزیع های تنش جامانده اطراف سوراخ نمونه های بسط یافته سرد ساخته شدند. همانطور که پیش بینی می شد، حداقل مقدار تنش در حول و حوش مناطق TWAZ رخ می دهد. توزیع تنش جامانده محیطی در حول و حوش سوراخ اتصال جوشی در شکلهای 14 و 15 نشان داده شده است . مرحله (A) به حالت بسط یافته سرما قبل از استفاده از بار تکراری اشاره دارد و مرحله (B) اتصال بسط یافته سرما FSSM را پس از اجرا بار چرخه ای نشان می دهد. سپس داده های روش EF در معادله های آسیب خستگی چند محوری جا داده شدند. نتایج روش صفحه بحرانی و آزمایشی در جدول 3 خلاصه شدند. عمر پیش بینی شده خستگی نمونه های دارای ملاک چند محوری مبتنی بر مدل های جزء متناهی همسوی خوبی با داده های آزمایشی آزمون خستگی داشتند .



شکل 12. توزیع تنش طولی (σ_x) در MPa تحت بار 1.5 kN



شکل 13: توزیع تنش طولی (σ_x) در MPa تحت بار 4kN



شکل 14: ترازهای تازه‌تر تنش باقی مانده (A)(MPa) 3.3 درصد انبساط سرد ، (B) پس از استفاده در بار از

1.5kN راه دور

5-نتایج و استدلال ها

در بین دست نوشته های فنی و تحقیقات موجود در زمینه اتصال های جوشکاری اصطکاک نقطه ای ، تحقیقات اندکی به بررسی اثر افزایش جوشکاری بر رفتار خستگی اتصال ها انجام شده است . براساس منبع (16) ، کمپووزیت ماتریس فلز موضعی (MMC) طی پروسه جوشکاری اصطکاک نقطه ای جه افزایش طول برش MMC بهم پوشان در آلیاز AL6111-T4 ساخته شد و نتایج آزمون های استاتیکی ثابت کرد که تقویت مقاومت برش بهم پوشان اتصال های SFW را حدود 25٪ افزایش می دهد. از طرف دیگر ، طبق منبع (17) ، با ز پرکردن سوراخ میله مدرج نمونه های جوشکاری ، علی رغم افزایش مقاومت کششی اثر مهمی بر مقاومت خستگی اتصال های FSSW ندارد. شین و همکاران اثرات پروسه حرارتی را بر ریز سازه ها و خواص کششی آلیاز منگنز AZ31 جوشکاری FSSW با بررسی های میکرو سازه ای و آزمون های کششی بررسی کردند. نتایج آزمایشی ثابت کرد که پنهانها منقطه محصور و مقاومت کششی اتصال حرارت دیده FSSW به طور بارزی افزایش می یابد. باکاووس و پرانگل اثرات استفاده از طول صفر پین و عایق سندان را بر مقاومت اتصال های FSSW طی پروسه جوشکاری بررسی کردند. نتایج نشان داد که عایق سندان در نمونه ابزار بی پین ، حداکثر دما قسمت زیرین را تا 45 درجه سانتی گراد افزایش می دهد. بنابراین ، اتصال های موفق بدون کلید خور جوشکاری تولید شدند ، البته مزایا این روش در افزایش مقاومت خستگی اتصال ها گزارش نشده است . سینتیل و همکاران کاربردهای ذرات فشرده شده Ancorsteel اطراف خطر مرکز محوری ابزار بین ورقه های بالا و پایین ، در جوشکاری اصطکاک نقطه ای به منظور ساخت کمپووزیت ماتریس فلز محلی بررسی کردند. نتایج تحقیق تشکیل جامد آلومینیم - آهن دار را اطراف ذره فولادی و واسطه های ماتریس آلومینیومی نشان داد که حداکتر تا 20 درصد برش هم پوشان را افزایش می دهد. سان و همکارن پروسه جدید دو مرحله ای جوشکاری اصطکاک نقطه ای را به منظور افزایش خاصیت میکانیکی اتصال ها توسط حذف کلید خور طراحی کردند. در مرحله اول ، روش مرسوم FSW نقطه ای در بالا و اطراف دندانه های ساخته شده روی ورق پشت بند استفاده شد. در مرحله دوم ، پروسه جوشکاری روی ورق پشت بند هماری با استفاده از ابزار چرخشی بدون پین با هدف حذف برجستگی های روی سمت عقب و کلید خور در سمت جلو اجرا شد . نتایج نشان داد که اتصال های نهایی دارای سطح هموار و بدون نقص هستند و خاصیت میکانیکی را افزایش می دهند. یورناستو و همکاران اثر

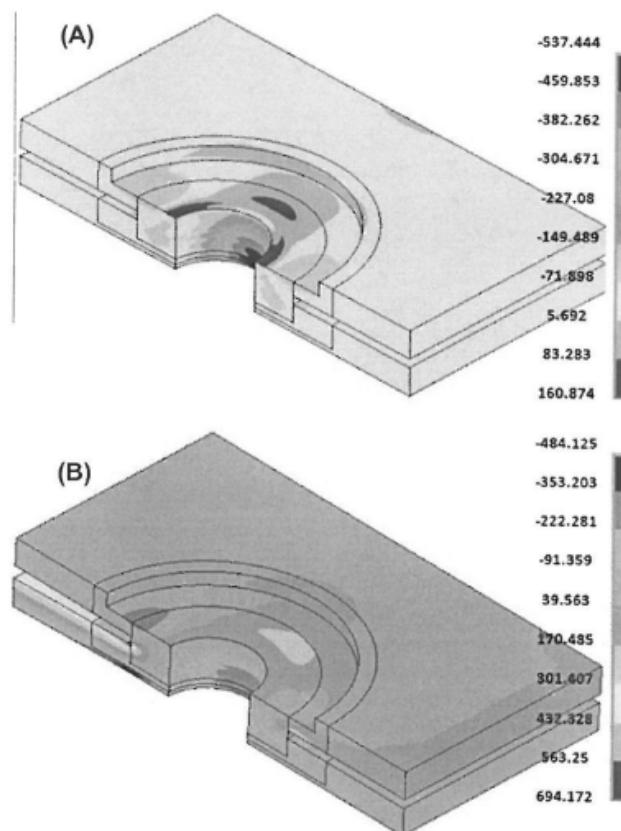
دو نوع روش آزمایش پس حرارتی را یعنی پیری و آزمایش T6 را بر رفتار خستگی اتصال های جوشکاری FSSW بررسی کردند. اگر جه مشاهدات آزمایشی آنها نشان داد که مقاومت خستگی اندکی متاثر از آزمایش پس گرمایی است ، اما پدیده شکست خستگی وابسته به سطح بار و آزمایش و عملیات پس حرارتی بود . تنها برتری این روش اثر آن بر مد شکست بدون افزایش کشش در مقاومت خستگی اتصال ها بود.

در تحقیق حاضر ، توزیع های تنش و کرنش بدست آمده از مدلهای FE در تحقیق حاضر جهت استخراج مقادیر بحرانی پارامترهای هر یک از ملاک های خستگی چند محوری در مدل قطعات کاری استفاده شدند. سمت چپ معادله های آسیب SWT ملاک شکست چند محوری در هر یک از گره های مدلهای FE به منظور یافتن حداقل مقدار محاسبه شدند . سپس از $\Delta\gamma_{max}$ و σ_n^{max} برای یافتن مقدار عددی پارامتر شکستگی استفاده شدند. بالاخره ، با استفاده از این مقادیر ، و پارامترهای ثابت مصالح ، عمر برآورده خستگی بدست آمد.

اگر چه ، ثابت شده است که افزایش عمر خستگی در سطوح بالاتر انبساط سرد مور توجه است ، اما استفاده از مقدار زیاد کار سرد میتواند منجر به آسیب و خسارت و یا حتی شکست اتصال های FSSW شود. بنابراین ، برای رفع این مشکل ، سطح 3.3 درصد انبساط سرد در این تحقیق استفاده شد. توزیع تنش طولی ناشی از بار 1.5kN دور در اتصالات جوششی و اتصالات جوشکاری بسط یافته سرد (شکل های 12 و 14) نشان میدهد که انبساط سرد به طور قابل ملاحظه ای تنش اطراف مناطق جوشکاری را کاهش می دهد. شکل های 13 و 15 توزیع طولی تنش ناشی از بار 4kN دور را در هر دو گروه از مدلهای نشان می دهد که در منطقه های بحرانی نزدیک به یکدیگر هستند. این حقایق هم راستا با نتایج آزمایشی است (شکل 7) که بیان میکند که نمونه های بسط یافته سرد در بار های پایین ترداری عمر خستگی طولانی تری از بارهای بالا هستند.

نتایج پیش بینی عمر مبتنی بر ای دو معادله آسیب خستگی چند محوری در هر دو نوع نمونه جوشکاری اصطکاک نقطه ای در جدول 3 ارایه شده است . نتایج جدول نشان می دهد که تمام عمر های پیش بینی شده از روشهای تنش - کرنش محلی همسوی خوبی با نتایج آزمایشی به ویژه در سازگان چرخه پایین عمر فرسودگی دارد . معمولاً ، ملاک SWT منجر به برآورد دقیق عمر خستگی می شود، البته ملاک FS عمر خستگی را کمتر از حد برآورد می کند. معهداًک ، این روشهای صفحه بحرانی بهترین اثر بخشی را در مقایسه

با معادله ای آسیب دو محوری خستگی در نمونه های جوشکاری اصطکاک نقطه ای دارند. البته در دانش و علم خستگی، ملاک منحصر بفرد خستگی دو محوری نمی تواند برای تهییه کل سازگان عمر خستگی با سطح خوبی از دقت انواع مختلف نمونه های دارای بار گذاری های مختلف توصیه شود.



شکل 15: ترازهای تنش به جا مانده تازه‌انی (A) 3.3٪ انبساط سرد ، (B) پس از اجرا 4kN بار راه

جدول 3: مقایسه نتایج برآورد شده توسط دو ملاک جند محوری با ددههای آزمایشی، دو گروه از نمونه ها

بار (kN)	ملاک چند محوری			N(نمایی) شده	(برآورد شده)	N(نمایی) شده	(برآورد شده)	N(نمایی)
1.5	SWT FS			عنوان FSS	اتصال های بسط سرمایی با FSSW سطح٪3.3	اتصالات جوشی		5.483.731
2	SWT FS			163.433	158.334	169610	906.118	1.097.503

562.894	514.745 486.752		74.562	83.654 79.126		SWT FS	2.5
63.753	50.416 36.819		32.763	26,861 21,868		SWT FS	3
28.162	20.808 13.869		25,682	16.905 11.730		SWT FS	3.5
13.518	12.235 8336		10,520	11.610 7515		SWT FS	4

6- نتیجه گیری

تحقیق حاضر روش جدیدی را برای افزایش عمر خستگی اتصال های جوشکاری نقطه متحرک اصطکاکی (FSSW) با اجرا پروسه کار سرد پیشنهاد میکند. عمر برآورد شده دو اتصال مختلف با استفاده از ملاک خستگی چند محوری اسمیت - واتسون - توپر و فاطمی - سوسی ارزیابی شد. روش جزء محدود برای یافتن تنش و کرنش های اصلی ، صفحه بحرانی به منظور ارزیابی مقادیر پارامتر SWT و پارامتر شکست برشی FS استفاده می شود.

نتیجه گیری های زیر با بررسی تمام استدلال های فوق الذکر بدست می آید :

- اتصال های بسط یافته سرد FSSW عمر خستگی طولانی تری از اتصال های جوشی دارد و افزایش عمر در سازگان های چرخه بالا عمر خستگی مهم تر است .
- کاربرد پروسه انبساط سرد در اتصال های FSSW عمر خستگی نمونه ها را بدون تغییر مدهای شکستگی آنها افزایش می دهد.
- نتایج بدست آمده از روشهای چند محوری صفحه بحراین همسویی خوبی با داده های آزمایشی آزمون خستگی دارند.
- اختلافات مهمی بین نتایج بدست آمده از SMT و ملاک خستگی چند محوری FS وجود نداشت .



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

✓ لیست مقالات ترجمه شده

✓ لیست مقالات ترجمه شده رایگان

✓ لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI

سایت ترجمه فا؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی