بررسی تجربی و بهبود استحکام جوش مقاومت نقطه‌ای در لامپ‌های هالوژن به روش آماری تاگوچی

لطفعلی مظفری وانانی[۱]، صادق رحمتی*[۲]

۱- مربی، مهندسی مکانیک طراحی کاربردی، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه فنی‌وحرفه‌ای استان چهارمحال و بختیاری، آموزشکده فنی‌وحرفه‌ای پسران بروجن، بروجن، چهارمحال و بختیاری، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی مکانیک، برق و کامپیوتر، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*مسئول مکاتبات: srahmati@srbiau.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۶، تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۱/۱۹)

چکیده: جوشکاری مقاومتی نقطه‌ای کاربرد زیادی در صنعت و به خصوص در ساخت بدنه و برخی قطعات خودرو دارد. همچنین از روش جوشکاری مقاومتی در تولید لامپ‌های هالوژن خودرو نیز استفاده می‌شود. در این تحقیق، با هدف بهینه سازی راندمان خط تولید و نیز بهبود استحکام جوش مقاومت نقطه‌ای لامپ‌های خودرو، بررسی‌های تجربی روی عوامل موثر بر استحکام جوش دو قطعه وینگ (Wing) به بادی (Body) در لامپ‌های هالوژن H4 (نوربالا- نورپایین) خودرو انجام شده است. فرایند طراحی آزمایش‌ها و تحلیل نتایج به روش تاگوچی و با کمک نرم‌افزار Minitab صورت گرفت. میزان تاثیر عواملی همچون جریان جوش، زمان و جنس الکترود جوشکاری در نمونه‌های واقعی لامپ بررسی شد. نتایج آزمایش‌ها و تحلیل‌های آماری حاکی از وابستگی بالای استحکام جوش به زمان در درجه اول و با اختلاف کمی در درجه دوم به جریان جوشکاری است. نتایج نشان داد که با هر جنس الکترود به کار رفته در جوشکاری، در صورت افزایش زمان و جریان جوش تا حد متوسط (۰/۴s و ۶KA)، استحکام جوش بهبود پیدا می‌کند ولی در مقادیر بالای زمان و جریان، تاثیر منفی بر استحکام جوش مشاهده می‌شود. اگرچه جنس الکترود جوشکاری سومین رتبه را در تاثیر بر استحکام جوش دارد، اما راندمان خط تولید در صورت استفاده از الکترودهای تنگستن به مقدار قابل توجه ۲۹/۱۷٪ نسبت به الکترودهای از جنس مس بیشتر بود. این در حالی است که استحکام جوش توسط الکترود تنگستن فقط به مقدار ۵/۵٪ کمتر از الکترود مس است که این استحکام هنوز در محدوده مجاز و قابل قبولی از استانداردهای مربوطه قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی:
جوش مقاومتی نقطه‌ای، لامپ هالوژن، استحکام جوش، طراحی آزمایش تاگوچی.

۱- مقدمه

جوشکاری مقاومتی نقطه‌ای از اهمیت و کاربرد ویژه‌ای برای ساخت قطعات و دستگاه‌های مختلف برخوردار است. گستردگی استفاده از این روش به دلیل سرعت بالا، راحتی بکارگیری و قابلیت اتوماسیون آن است [۱]. این روش در تهیه و ساخت قطعات بدنه خودرو رایج‌ترین نوع جوشکاری به شمار می‌رود. همچنین از این روش در صنایع نظامی، هوافضا و حتی تولید لوازم خانگی استفاده شده است. یکی از مهم‌ترین دلایل استفاده از روش جوشکاری نقطه‌ای در ساخت قطعات بدنه خودرو، صرفه

Archive of SID

www.SID.ir

اقتصادی این روش به همراه سرعت و پیشرفت کار بالاتر آن نسبت به سایر روش‌های اتصال مکانیکی است [۲]. بجز تهیه و ساخت قطعات بدنه خودرو، دربرخی دیگر از قطعات و لوازم به کار رفته در خودرو مانند لامپ‌های روشنایی و هشدار دهنده خودرو نیز از روش جوشکاری مقاومتی استفاده شده است. لامپ‌های مورد استفاده در خودرو را از نظر نوع کاربرد و توان مصرفی لامپ می‌توان به سه دسته کلی تقسیم بندی کرد. اولین دسته لامپ‌های روشنایی اصلی که در نقاطی همچون چراغ‌های جلو نور پایین و نور بالا و همچنین چراغ‌های مه شکن جلو و عقب قرار دارند. دسته دوم لامپ‌های هشدار (سیگنال) که در چراغهای خطر و ترمز، راهنما، پارک و دنده عقب به کار رفته‌اند. سومین بخش که به لامپ‌های مینیاتوری موسومند، در نقاطی مانند روشنایی داخل اتاق، نشان دهنده‌ها و سایر روشنایی‌های کمکی و جانبی به منظور ایمنی بیشتر خودرو و راحتی سرنشینان یا تزئینات قرار داده شده‌اند.

۱-۱- پارامترهای جوشکاری مقاومتی نقطه‌ای

برای نخستین بار در اواخر قرن نوزدهم میلادی روش جوش نقطه‌ای ابداع و از حدود سال (۱۹۲۰) استفاده از آن برای اتصال ورق های فلزی مرسوم شد [۳]. از انجا که ورق های مورد استفاده در ساخت بدنه خودرو قابلیت جوشکاری نقطه‌ای خوبی دارند، لذا از حدود سال (۱۹۵۰) استفاده از جوش نقطه‌ای در ساخت بدنه خودروها کاربرد گسترده‌ای پیدا کرد [۴]. ورق های فولاد ضد زنگ به دلیل مقاومت خوردگی بالا و همچنین قابلیت جوشکاری نقطه‌ای خوبشان، امروزه کاربردهای زیادی پیدا کرده‌اند. به همین دلیل بررسی کیفیت جوش نقطه‌ای در این دسته از فلزات و عوامل موثر بر آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که این امر توسط اُزیرک [۵] مورد بررسی قرار گرفت. از طرفی بویوسفی و همکاران [۶] اقدام به بررسی تأثیر پارامترهای مختلف بر خصوصیات اتصالات جوش نقطه‌ای کردند. طی تحقیق ایشان نشان داده شد که نیروی فشاری الکترود تأثیر بیشتری بر سختی و استحکام جوش دارد. آلسن و همکاران [۷] در تحقیق خود نشان دادند که کوتاه شدن زمان انجام جوشکاری می‌تواند انتقال گرما از فلز اصلی و اعوجاج اجزای جوش را کم کرده و طول منطقه متأثر از حرارت را نیز کوتاهتر کند. در تحقیق دیگری توسط دروژدا و همکاران [۸] برای بالا بردن کیفیت جوش نقطه‌ای به استفاده از تکنیک جوشکاری پالسی اشاره شده است. همچنین وانگ و لویی [۹] به منظور استفاده بهینه از انرژی الکتریکی در جوشکاری نقطه‌ای به کنترل شکل موج جریان الکتریکی متناسب با چرخه جوشکاری پرداختند و نتایج خوبی بدست آوردند. اسلانلر [۳] اقدام به بررسی تأثیر اندازه دکمه جوش بر خواص مکانیکی ورق های جوش خورده به روش جوش نقطه‌ای مورد استفاده در صنعت خودرو نمود. وی نشان داد که قطر دکمه جوش و یا ارتفاع دکمه جوش به تنهایی نشان دهنده تأثیر هسته جوش بر استحکام کششی-برشی نیستند و بنابراین از پارامتری به نام نسبت ارتفاع به قطر دکمه جوش برای این منظور استفاده کرد. اسلانلر و همکاران [۱۰] در تحقیق دیگری نشان دادند که حرارت ایجاد شده بین دو ورق تابعی از پارامترهای نیروی فشاری دو الکترود، زمان و جریان جوشکاری است. عیسی زاده و همکاران [۱۱] با استفاده از روش عددی المان محدود به بررسی و ارائه مدل توزیع گرمایی و همچنین اندازه قطر دکمه جوش پرداختند. طی بررسی ایشان مشخص گردید که در صورت افزایش ضخامت ورق، باید مقدار جریان عبوری نیز به تناسب افزایش پیدا کند. اویسی و همکاران [۱۲] پیش بینی و بهینه سازی اندازه قطر دکمه جوش در ورق های مورد استفاده در صنعت کشتی‌سازی به روش جوشکاری مقاومتی نقطه‌ای را مورد بررسی قرار دادند. ایشان به این نتیجه رسیدند که با افزایش جریان و زمان جوشکاری تا حدی مشخص، قطر دکمه جوش افزایش می‌یابد. اما با افزایش زمان در جریان بالا به دلیل ذوب شدن منطقه جوش، قطر دکمه جوش کاهش می‌یابد.

مهم‌ترین دستاوردهای تحقیق حاضر، افزایش استحکام جوش نقطه‌ای در لامپ‌های هالوژن H4 و نیز بهبود راندمان خط تولید لامپ توسط بهینه سازی پارامترهای موثر بر استحکام جوش لامپ هستند. بدین منظور از پارامترهای تأثیر گذار بر استحکام جوش،

Archive of SID

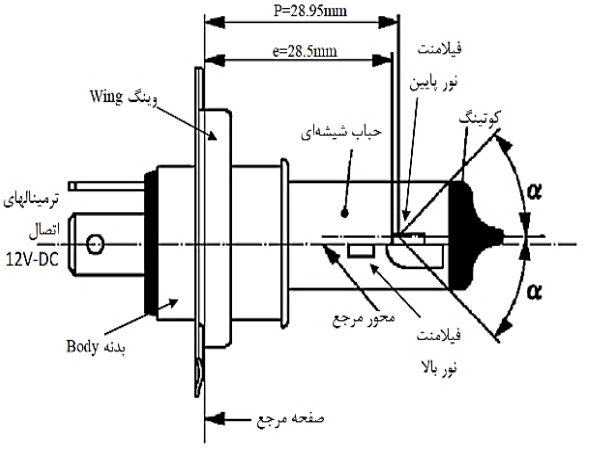
www.SID.ir

سه مورد شامل شدت جریان، زمان جوشکاری و جنس الکترودهای جوشکاری به عنوان عوامل اصلی در نظر گرفته شده-اند. سپس با استفاده از روش قدرتمند طراحی آزمایش‌ها تاثیر ورودی‌های مسأله بر استحکام جوش لامپ به عنوان پاسخ آزمایش‌ها مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در انتها به تحلیل اثرات اصلی پارامترها و نیز تعامل اثر آنها (اثر متقابل) بر روی میزان استحکام جوش مقاومتی نقطه‌ای نمونه‌های مورد آزمایش و همچنین تاثیر آنها بر راندمان خط تولید پرداخته خواهد شد.

۲-مواد و روش انجام تحقیق

۲-۱- مصالح مورد استفاده

در تحقیق حاضر، مراحل ساخت قطعات و انجام آزمایش‌های استحکام لامپ به طور کامل طی خط تولید لامپ‌های روشنایی اصلی (نوربالا- نورپایین) خودرو موسوم به لامپ‌های هالوژن H4 صورت گرفت. تصویر لامپ هالوژن، نقشه و ابعاد این لامپ در شکل های۱و۲ نشان داده شده است [۱۳]. برای اتصال فیلامنت-های لامپ به پایه‌هایشان و نیز اتصال دو بخش اصلی وینگ به بدنه از روش جوشکاری مقاومتی نقطه‌ای استفاده گردید (شکل ۱ و ۲). در این اتصال، به طور همزمان ۴ عدد الکترود جوشکاری مقاومتی نقطه‌ای روی ۴ نقطه محل اتصال نیروی فشاری وارد کرده و با برقراری جریان در زمان تعیین شده، عمل جوشکاری انجام می‌شود.



شکل (۱): نقشه و اجزاء لامپ نور بالا- نور پایین هالوژن H4

بدنه و وینگ مورد اتصال در لامپ‌های خودرو از جنس فولاد ضد زنگ۳۰۴ و دارای ضخامت ۰/۵ میلی‌متر بودند.

شکل (۲): لامپ هالوژن H4 قبل از جوشکاری وینگ به بدنه

۲-۲- دستگاه‌های ساخت و آزمون نمونه‌ها

در ساخت و تهیه لامپ‌های هالوژن H4 اتصال دو قسمت اصلی بدنه و وینگ، طبق ابعاد و شرایط استاندارد درج شده در استاندارد ملی شماره ۶۰۰۴ و استاندارد کارخانه ای پژو شماره-C772760 E و استاندارد 2011، E-ECE-Re.37 [۱۳-۱۵] صورت پذیرفت. این امر در فرایند تولید لامپ طی مراحل خاص و در دستگاه‌های ساخت لامپ‌های هالوژن خودرو انجام می‌شود. پس از تنظیم نحوه قرارگیری این دو قطعه و تطبیق با استاندارد، عملیات جوشکاری توسط یک دستگاه اتوماتیک ثابت دارای توان ۱۲۰KVA و به طور همزمان از طریق ۴ عدد الکترود جوش نقطه-ای که توسط سیلندرهای پنوماتیک روی قطعه کار فشرده می-شوند، انجام شد (شکل ۳ و ۴). این دستگاه دارای قابلیت برنامه-ریزی جهت اعمال پارامترهای مختلف جوشکاری است.

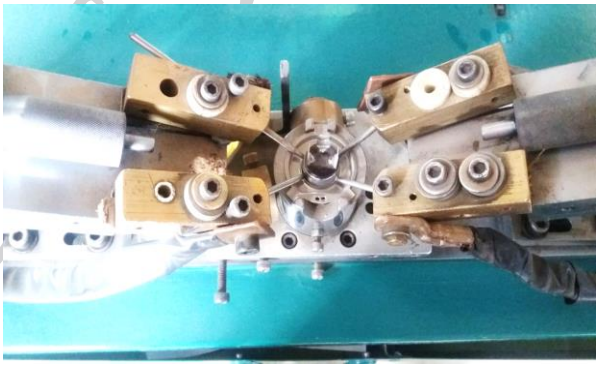
الکترودهای به کار رفته برای جوشکاری در این تحقیق طبق دسته بندی RWMA در گروه A کلاس ۲ و گروه B کلاس ۱۳ قرار دارند. به دلیل کوچک بودن ابعاد و محدود بودن فضای دسترسی به محل جوش از الکترودهای دارای نوک تیز (نوع قلمی Type A) استفاده شده است. به منظور انجام آزمون استحکام نمونه‌های تولید شده، از یک دستگاه آزمون استحکام که توسط یک جک

Archive of SID

www.SID.ir

پنوماتیک فعال می‌شود، استفاده گردید (شکل۴). این دستگاه دارای دقت ۵ ± نیوتن است. در این دستگاه نیرو به صورت تدریجی اعمال شده و نرخ اعمال نیرو از صفر تا صددرصد در زمان ۵ ثانیه انجام شد.

الف



ب

شکل (۳): (الف): دستگاه جوشکاری نقطه‌ای لامپ و (ب): نحوه قرارگیری لامپ زیر الکترودهای جوشکاری

در نهایت بیشینه نیروی تحمل شده توسط اتصال جوشکاری هنگام جدا شدن جوش و یا شکست محل اتصال به عنوان استحکام جوش درنظر گرفته شد. برای ثبت نتایج، آزمایش برای هر نمونه ۳ بار تکرار شده و میانگین مقادیر ثبت شده در هر ۳ آزمایش به عنوان استحکام نمونه ثبت شد.

۳-۲- طراحی آزمایش به روش تاگوچی

همان طور که می‌دانیم فرایندهای بهینه سازی و طراحی آزمایش-ها روشی موثر در کاهش زمان و هزینه برای انجام آزمایش است. یکی از روش‌های کارامد و پرکاربرد در طراحی آزمایش‌ها، روش تاگوچی است. در روش تاگوچی، از آرایه‌های ارتوگونال (آرایه‌های متعامد) جهت طراحی آزمایش‌ها استفاده می‌شود [۲]. فرایند طراحی آزمایش‌ها شامل انتخاب عامل‌های اثرگذار (ورودی) و سطوح مناسب آنها، انتخاب متغیر خروجی (پاسخ)، تشکیل جدول آزمایش‌ها، انجام آزمایش‌ها و بدست آوردن نتایج و در انتها تجزیه و تحلیل آماری و بدست آوردن رفتار سیستم در قبال تغییر فاکتورهای ورودی است. در این تحقیق سه فاکتور ورودی شامل جریان جوشکاری، زمان جوشکاری و جنس الکترودهای جوشکاری مقاومتی در نظر گرفته شده است.

الف

ب

شکل(۴): دستگاه آزمون استحکام جوش لامپ: (الف): ریل خط تولید لامپ و (ب): نمونه تحت آزمون استحکام

www.SID.ir

جدول (۱): سطوح پارامترهای مورد آزمایش

فاکتور	سطح۱	سطح۲	سطح۳
جنس الکترود	مس	تنگستن	-
زمان جوشکاری (Sec)	0.2	0.4	0.6
جریان جوشکاری (KA)	4	6	8

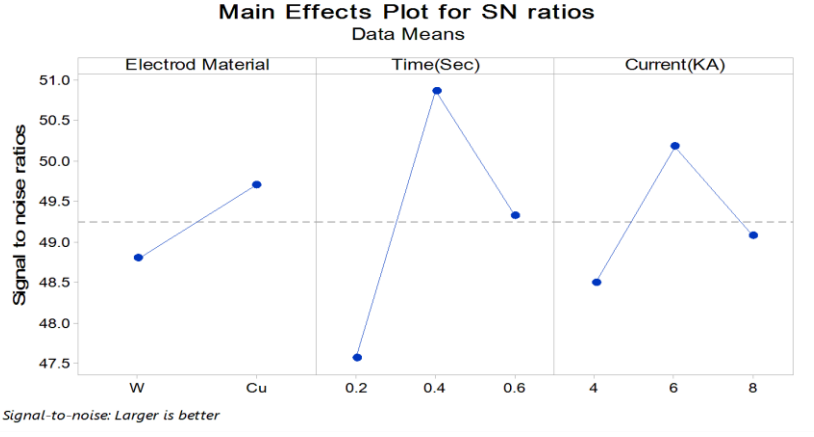
متغیر پاسخ در این تحقیق استحکام جوش در نظر گرفته شده است. اثر شدت جریان و زمان جوشکاری در سه سطح و فاکتور جنس الکترود در دو سطح مورد بررسی قرار گرفته‌اند. پارامترهای ورودی به همراه مقادیر هر سطح آنها در جدول (۱) نشان داده شده‌اند. جدول۲ طراحی آزمایش‌ها با استفاده از آرایه L18 از روش Mixed Mode به همراه نتایج بدست آمده در آزمایش‌های مربوطه را نشان می‌دهد. پاسخ آزمایش‌ها توسط نرم‌افزار MINITAB17 تحلیل و نتایج آن در شکل‌های شماره ۵ تا ۸ ارائه شده است.

۳-نتایج و بحث

در این تحقیق، هدف از تحلیل تاگوچی، بیشینه کردن مقدار استحکام جوش قطعات بوده است. در شکل (۵) تاثیر مجزای هریک از فاکتورهای کنترلی بر استحکام جوش نشان داده شده است.

جدول (۲): استحکام جوش نمونه‌های آزمایش شده

شماره آزمایش	جنس الکترود	زمان(Sec)	جریان(KA)	استحکام(N)	شماره آزمایش	جنس الکترود	زمان(Sec)	جریان(KA)	استحکام(N)
1	مس	0.2	4	228	10	تنگستن	0.2	4	202
2	مس	0.2	6	289	11	تنگستن	0.2	6	246
3	مس	0.2	8	253	12	تنگستن	0.2	8	224
4	مس	0.4	4	338	13	تنگستن	0.4	4	312
5	مس	0.4	6	393	14	تنگستن	0.4	6	371
6	مس	0.4	8	361	15	تنگستن	0.4	8	327
7	مس	0.6	4	285	16	تنگستن	0.6	4	255
8	مس	0.6	6	344	17	تنگستن	0.6	6	317
9	مس	0.6	8	296	18	تنگستن	0.6	8	266

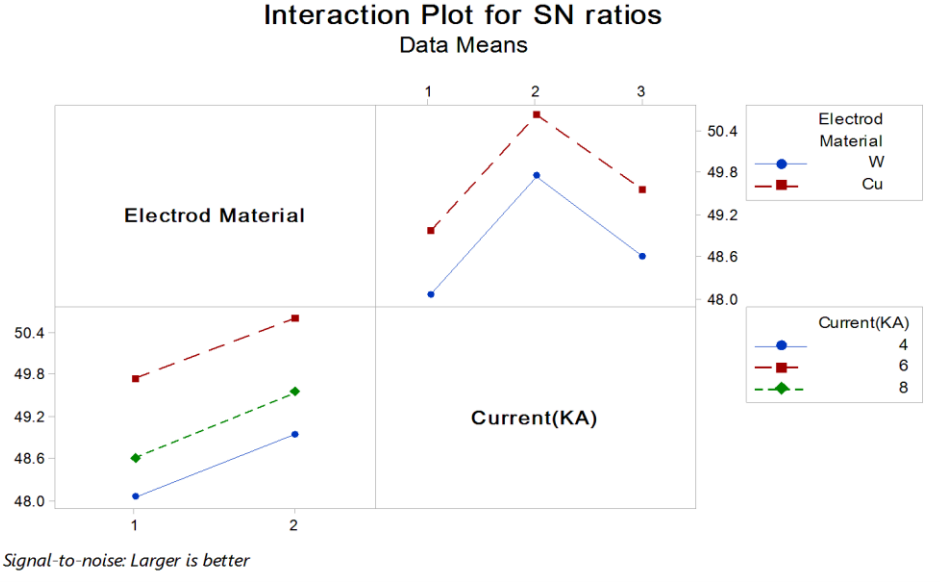


شکل (۵): تاثیر عوامل اصلی جریان، زمان و جنس الکترود بر استحکام جوش

Archive of SID

www.SID.ir

در این شکل ملاحظه می‌شود که جنس الکترود مس در مقایسه با الکترود تنگستن باعث افزایش استحکام جوش خواهد شد. اما تاثیر شدت جریان جوشکاری نسبت به جنس الکترود بر استحکام نمونه‌های مورد آزمایش بیشتر است که این امر در شکل (۵) مشخص است. از طرفی درمورد شدت جریان جوشکاری می‌توان نتیجه گرفت که افزایش جریان تا حدی باعث افزایش درجه حرارت محل جوش و درنتیجه اتصال بهتر خواهد شد. ولی افزایش جریان بیش از آن مقدار باعث افزایش خیلی زیاد درجه حرارت و ذوب شدن و حتی سوراخ شدن نمونه‌ها در حین ساخت می‌گردد. بنابراین افزایش شدت جریان جوشکاری به مقادیر بیش از حدود 6KA باعث کاهش استحکام جوش و اتصال خواهد شد. با توجه به نمودارهای شکل (۵) و بررسی شیب نمودارهای پارامترهای اصلی مشاهده می‌شود که نمودار زمان نسبت به دو عامل جریان و جنس الکترود دارای شیب تندتری است. بنابراین در این تحقیق، زمان جوشکاری نسبت به دو عامل دیگر از تأثیر بیشتری بر استحکام جوش برخوردار است. اگرچه در مقایسه با جریان، اختلاف کم‌تر از حالت مقایسه با جنس الکترود است. مشابه آن‌چه در شدت جریان رخ داده بود، افزایش زمان جوشکاری تا حدود زمان ۰/۴ ثانیه می‌تواند به استحکام جوش کمک کند. در صورتی که زمان بیشتر از این مقدار تنظیم گردد، منجر به افزایش حرارت و درنتیجه له شدن یا ریزش منطقه جوش زیر فشار الکترودها شده و درنهایت کاهش خواص مکانیکی و استحکام ناحیه جوش را به دنبال خواهد داشت. در شکل (۶) اثر متقابل بین جنس الکترود و شدت جریان جوشکاری بر استحکام جوش نشان داده شده است. در این نمودار ملاحظه می‌شود که الکترود مسی در مقدار جریان برابر، نسبت به الکترود تنگستن دارای کارایی بهتر است. دلیل آن را می‌توان رسانایی الکتریکی و گرمایی بهتر الکترود مسی نسبت به تنگستن دانست. همچنین افزایش جریان جوشکاری با هر جنس الکترودی که به کار رفته باشد دارای تأثیر مشابه و یکسان بر استحکام جوش خواهد بود.



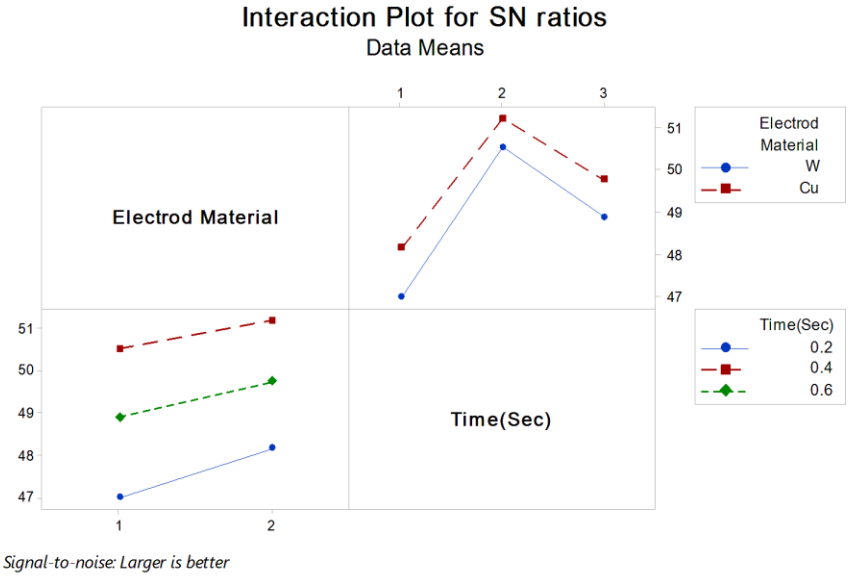
شکل (۶): اثر متقابل بین جنس الکترود و جریان جوشکاری بر استحکام جوش

در شکل (۷) اثر متقابل بین جنس الکترود و زمان جوشکاری بر استحکام جوش نشان داده شده است. در این نمودار اثر زمان تا حد خیلی زیادی مشابه تأثیر جریان که در شکل (۶) نشان داده شده بود می‌باشد. شایان ذکر است که درصورت استفاده از الکترود با جنس تنگستن، حساسیت نسبت به تغییر زمان جوشکاری بیشتر خواهد بود. یعنی افزایش زمان نسبت به افزایش جریان باعث ایجاد استحکام جوش بالاتری خواهد شد.

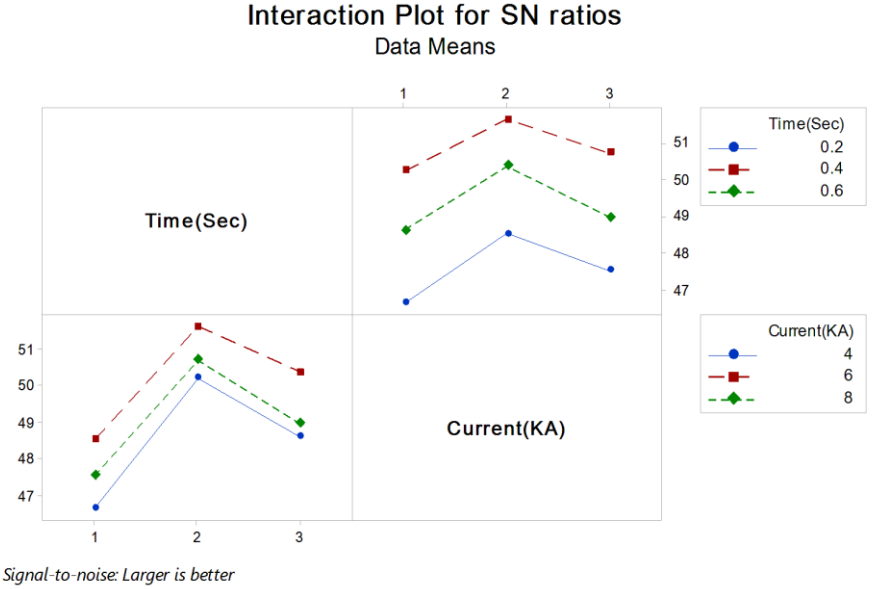
با توجه به شکل (۷) مشخص است که استحکام جوش در زمان

www.SID.ir

بهینه توسط الکترود تنگستن به مقدار نزدیکتری از استحکام قطعات جوش داده شده توسط الکترود مس رسیده است. از این نکته در افزایش راندمان خط تولید بدون از دست دادن مقدار قابل توجهی از استحکام قطعات استفاده شده است. در شکل (۸) اثر متقابل زمان و جریان که دارای بیشترین تأثیر بر میزان استحکام قطعات هستند، نشان داده شده است.



شکل (۷): اثر متقابل بین جنس الکترود و زمان جوشکاری بر استحکام جوش



شکل (۸): اثر متقابل بین زمان و جریان جوشکاری بر استحکام جوش

همان طور که ملاحظه می‌شود، در هر مقدار از زمان یا جریان، افزایش عامل دیگر منجر به افزایش استحکام جوش خواهد شد.

www.SID.ir

این امر تا حد بیشینه‌ای پیش رفته و پس از آن شیب نمودار معکوس شده و بر خروجی تأثیر منفی می‌گذارد. بنابراین بهترین حالت برای جریان و زمان، هرکدام در سطح ۲ خود هستند. در شکل (۸) مشخص است که در مقادیر جریان ثابت، نمودارهای افزایش زمان دارای شیب تندتری هستند. لذا در همه نمودارهای بدست آمده، اثر زمان بر استحکام جوش به خوبی مشخص و تایید کننده یکدیگر است.

۱-۳- راندمان خط تولید

نتایج بدست آمده در این تحقیق حاکی از آن است که از نظر بررسی تأثیر عوامل اصلی بر استحکام جوش، می‌توان به ترتیب رتبه بندی زمان- جریان- جنس الکترود را عنوان کرد. در بخش جنس الکترود نشان داده شد که الکترودهای مسی، جوش‌های با استحکام بالاتری را انجام می‌دهند. ولی در عمل و طی روند انجام آزمایش‌ها و همچنین طی فرایند خط تولید لامپ در بخش جوشکاری مقاومتی مشاهده گردید که الکترودهای مسی به دلیل جنس نرم‌تر نسبت به الکترودهای تنگستن، دچار تغییر شکل و له شدگی و خوردگی در نوک الکترود می‌شوند. به همین دلیل بیشتر به فرایند تمیزکاری و سنباده زنی و فرم‌دهی نوک الکترود نیاز پیدا می‌کنند. همچنین عملیات باز و بسته کردن الکترودها از روی دستگاه و انجام تنظیمات مجدد هنگام بستن منجر به اتلاف وقت و هزینه بالا می‌گردید.

جدول (۳): تأثیر جنس الکترود جوشکاری بر راندمان خط تولید

جنس الکترود	ظرفیت تولید (قطعه در ساعت)		راندمان تولید (درصد)
	نامی	واقعی	
مس	۲۴۰	۱۴۰	٪ ۵۸/۳۳
تنگستن	۲۴۰	۲۱۰	٪ ۸۷/۵

از طرفی طی بحث‌های بالا مشخص شد که با تعیین زمان و جریان در حالت‌های بهینه، تفاوت مقادیر استحکام نمونه‌های جوش داده شده توسط الکترود مس و تنگستن که به ترتیب دارای مقادیر N ۳۹۳ و N ۳۷۱ بودند، فقط مقدار N ۲۲یعنی به مقدار ٪۵,۵ است. در جدول (۳) ظرفیت تولید نامی و واقعی خط تولید در دو حالت استفاده از الکترود مس یا تنگستن نشان داده شده است.

با مقایسه مقادیر این جدول مشاهده می‌شود که در صورت استفاده از الکترود تنگستن، راندمان خط تولید در ازاء از دست دادن 5.5% استحکام قطعات به میزان ٪۲۹,۱۷ افزایش خواهد داشت. این درحالی است که مقادیر استحکام نمونه‌های جوشکاری شده توسط الکترود تنگستن هنوز در محدوده قابل قبولی از استانداردهای استحکام لامپ (استاندارد ملی شماره ۶۰۰۴) و (استاندارد کارخانه ای پژو شمارهC772760-E) و (استاندارد-E ECE-Re.37,2011) قرار دارند.

۴- نتیجه گیری

در این تحقیق نشان داده شد که می‌توان به کمک فرایند طراحی آزمایش‌ها و روش تاگوچی، پارامترهای موثر بر استحکام جوش نقطه‌ای را در تولید لامپ‌های هالوژن H4 خودرو مورد ارزیابی و بهینه سازی قرار داد. یافته‌های این تحقیق از نظر تأثیر زمان و جریان جوش تا حد خیلی زیادی در توافق با تحقیقات انجام شده قبلی است. ولی در مورد تاثیر جنس الکترود در راندمان خط تولید، نتایج این تحقیق تا حدودی منحصر به خود است.

پس از طراحی و انجام آزمایش‌های تجربی و تحلیل یافته‌ها، نتایج زیر حاصل گردید:

۱- بهترین حالت پارامترهای ورودی برای بدست آمدن بیشینه استحکام جوش عبارت از جنس الکترود مس، جریان جوشکاری متوسط (حدود 6KA) و زمان جوشکاری متوسط در حدود (0.4 ثانیه) هستند.

۲- از بین پارامترهای ورودی، ابتدا زمان جوشکاری و با فاصله خیلی کم جریان جوشکاری به عنوان تأثیرگذارترین پارامترها بر استحکام جوش قرار دارند. تاثیر جنس الکترود نسبت به دو عامل فوق در درجه پایین‌تری از اهمیت قرار دارد.

۳- تعامل اثر دو پارامتر شدت جریان و زمان جوشکاری بیشترین

Archive of SID

www.SID.ir

تأثیر را بر استحکام جوش دارد.

۴- راندمان تولید توسط الکترودهای تنگستن به مقدار 29.17% بیشتر از الکترودهای با جنس مس است. دلیل این امر مشکلاتی همچون خوردگی و تغییر شکل نوک الکترودهای مسی است که منجر به توقف تولید به منظور اصلاح فرم و تمیزکاری و فرم‌دهی مجدد آنها خواهد شد.

۵- مراجع

[1] Y. j. Chao, "Ultimate strength and failure mechanism of resistance spot weld subjected to tensile, or combined tensile/shear loads", Journal of Engineering Materials and Technology, Vol. 125, pp. 125-133, 2003.

[2] H. Ghanbari & M. Shariati, "Experimental analysis on effects of resistance spot welding parameters on the tensile tension behavior of martensite ferrite joints by taguchi statistical method", Modares Mechanical Engineering, Vol. 17, No. 6, pp. 342-350, 2017.

[3] S. Aslanlar, "The effect of nucleus size on mechanical properties in electrical resistance spot welding of sheets used in automotive industry", Journal of Materials and Design, Vol. 27, No. 2, pp. 125-131, 2006.

[4] Z. Hou, S. Kimb, Y. Wang, C. Li & C. Chena, "Finite element analysis for the mechanical features of resistance spot welding process", Journal of Materials Processing Technology, Vol. 185, No. 1-3, pp. 160-165, 2007.

[5] D. Ozyurek, "An effect of weld current and weld atmosphere on the resistance spot weld ability of 304L austenitic stainless steel", Journal of Materials and Design, Vol. 29, No. 3, pp. 597-603, 2008.

[6] B. Bouyousfi, T. Sahraoui, S. Guessasma, K. T. Chaoch, "Effect of process parameters on the physical characteristics of spot weld joint", Journal of Materials and Design, Vol. 28, No. 2, pp. 414-419, 2007.

[7] D. L. Olson, T. A. Siewert, S. Liu & G. R. Edwards, ASM Handbook, Vol. 6: Welding, Brazing, and Soldering, ASM Int., 1993.

[8] T. Drozda, E. Philip, P. E. Mitchell & W. C. Charles, "Tool and manufacturing engineers handbook", Society of Manufacturing Eng., 1998.

[9] X. C. Wang & M. Y. Lui, "An arbitrary waveform control system for a precise spot-welding power source", Journal of Mat. Processing Tech., Vol. 122, No. 2-3, pp. 185–188, 2002.

[10] S. Aslanlar, A. Ogur, U. Ozsarac & E. Ilan, "Welding time effect on mechanical properties of automotive sheets in electrical resistance spot welding", Journal of Mat. and Design, Vol. 29, No. 7, pp. 1427-1431, 2008.

[11] H. Eisazadeh, M. Hamedi & A. Halvaee, "New parametric study of nugget size in resistance spot welding process, using finite element method", Journal of Mat. and Design, Vol. 31, No. 1, pp. 149–157, 2010.

[12] M. Oveisi, N. Banimostafa arab & G. Payeganeh, "Prediction and optimization of the diameter of the weld button in Resistance Spot welding on the sheet used in the shipbuilding industry using experimental design", Proceedings of The 1st National Conference on National Development of Mokran Coasts and Islamic Republic of Iran's sea Authority, Chabahar, Iran, February 16-18, 2013.

[13] National Iranian Standard, No. 6004, Lamps for road Vehicles-Performance requirements, ICS: 29.140.99, 1st Revision, 2011.

[14] Functional standard requiring the approval of supplies - PSA PEUGEOT C77 2760, 2006.

[15] Uniform provisions concerning the approval of filament lamps for use in approved lamp units of power-driven vehicles and of their trailers Regulation E-ECE-Regulation, No. 37, 2011.

Archive of SID

www.SID.ir

Experimental study an improvement of parameters affecting resistance spot welding strength in halogen lamps by taguchi statistical method

Lotfali Mozafari Vanani[1], Sadegh Rahmati[2]*

1- Lectureship, Department of Mechanical Engineering, Boroojen Branch, Technical and Vocational University, Boroojen, Chaharmahal o bakhtiari, Iran
2- Associate Professor, Mechanical Engineering Group, Department of Mechanical, Electrical and Computer Engineering, Research and Science Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
*Corresponding Author:Srahmati@srbiau.ac.ir

Abstract
The Resistance Spot Welding (RSW) has lots of industrial application, especially for body construction and some parts like car lamps. The aim of this research was optimizing of the production line efficiency and improving the welding strength of the car lamps. Experimental studies were conducted on the factors affecting the weld strength in a H4 halogen lamp (wing to body connection). The experiments design and results analysis were done by Taguchi method and Minitab software. Welding current, welding time and electrode material were studied as main factors (inputs) in the actual lamp samples. Experimental results and statistical analyzes indicated that the high dependence of welding strength on welding time is primarily and with a quantitative difference in the second order to the welding current. According to the results, it was found that with any kind of electrode material, if welding time and welding current increases to moderate, welding strength will be improved. But in high values of time and current, there is a negative effect on the welding strength. Although the welding electrode has the third highest rating on weld strength. But during the testing process and analyzing it was found that the efficiency of the lamp production line in the case of using tungsten electrodes in the significant amount of 29.17% compared to the electrodes of Copper is more. While the welding strength of the tungsten electrode is only 5.5% lower than the copper electrode. This strength is still within allowed and acceptable limits of the relevant standards.

Keywords: Resistance Spot Welding (RSW), Halogen lamp, Welding Strength, Taguchi.

Journal homepage: ma.iaumajlesi.ac.ir

Please cite this article using:
Lotfali Mozafari Vanani, Sadegh Rahmati, Experimental study an improvement of parameters affecting resistance spot welding strength in halogen lamps by taguchi statistical method, in Persian, New Process in Material Engineering, 2019, 13(1), 81-90.

Archive of SID

www.SID.ir