

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 فنی و حرفه‌ای استان چهارمحال و بختیاری، آموزشکده فنی و حرفه‌ای 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 بهینه‌سازی 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 الکتروود 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 الکتروود 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 الکتروود جوشکاری سومین رتبه را در تاثیر بر استحکام جوش دارد، اما راندمان خط تولید در صورت استفاده از الکتروودهای تنگستن به مقدار قابل توجه ۲۹/۱۷٪ نسبت به الکتروودهای از جنس مس بیشتر بود. این در حالی است که استحکام جوش توسط الکتروود تنگستن فقط به مقدار ۵/۵٪ کمتر از الکتروود 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

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

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

دادند که کوتاه شدن زمان انجام جوشکاری می تواند 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. اسلانر [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. اسلانر و همکاران [۱۰] در تحقیق دیگری نشان دادند که حرارت ایجاد شده بین دو ورق تابعی از پارامترهای نیروی فشاری دو الکتروود، 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 کشتی سازی 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 می یابد. اما با افزایش زمان در جریان بالا به دلیل ذوب شدن منطقه جوش، قطر دکمه جوش کاهش می یابد.

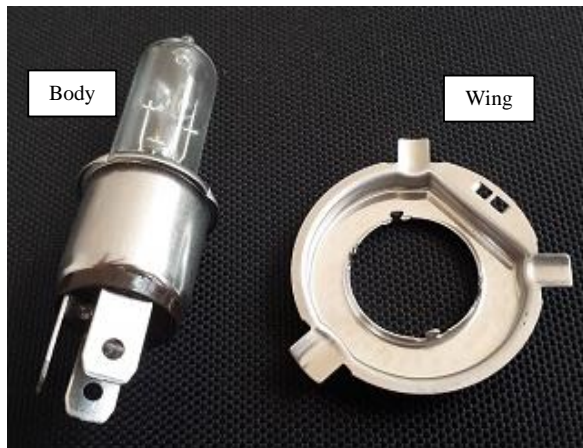
مهم ترین دستاوردهای تحقیق حاضر، افزایش استحکام جوش نقطه‌ای در لامپ‌های هالوژن H4 و نیز بهبود راندمان خط تولید لامپ توسط بهینه سازی پارامترهای موثر بر استحکام جوش لامپ هستند. بدین منظور از پارامترهای تأثیر گذار بر استحکام جوش،

اقتصادی این روش به همراه سرعت و پیشرفت کار بالاتر آن نسبت به سایر روش های اتصال مکانیکی است [۲]. بجز تهیه و ساخت قطعات بدنه خودرو، در برخی 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 می توان 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 آنجا 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 الکتروود تأثیر بیشتری بر سختی و استحکام جوش دارد. آلسن و همکاران [۷] در تحقیق خود نشان

بدنه و وینگ مورد اتصال در لامپ های خودرو از جنس فولاد ضد زنگ ۳۰۴ و دارای ضخامت ۰/۵ میلی متر بودند.



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

۲-۲- دستگاه های ساخت و آزمون نمونه ها

در ساخت و تهیه لامپ های 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 دستگاه های ساخت لامپ های هالوژن خودرو انجام می شود. 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 الکتروود جوش نقطه ای که توسط سیلندرها ی 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.

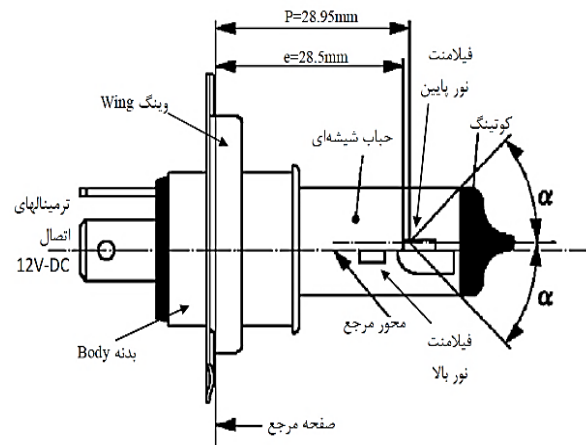
الکتروودهای به کار رفته برای جوشکاری در این تحقیق طبق دسته بندی RWMA در گروه A کلاس ۲ و گروه B کلاس ۱۳ قرار دارند. به دلیل کوچک بودن ابعاد و محدود بودن فضای دسترسی به محل جوش از الکتروودهای دارای نوک تیز (نوع قلمی Type A) استفاده شده است. به منظور انجام آزمون استحکام نمونه های تولید شده، از یک دستگاه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

سه مورد شامل شدت جریان، زمان جوشکاری و جنس الکتروودهای جوشکاری به عنوان عوامل اصلی در نظر گرفته شده اند. سپس با استفاده از روش قدرتمند طراحی آزمایش ها تاثیر ورودی های مسئله بر استحکام جوش لامپ به عنوان پاسخ آزمایش ها 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 نقطه ای نمونه های 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 آزمایش های استحکام لامپ به طور کامل طی خط تولید لامپ های روشنایی اصلی (نوربالا- نورپایین) خودرو موسوم به لامپ های هالوژن H4 صورت گرفت. تصویر لامپ هالوژن، نقشه و ابعاد این لامپ در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است [۱۳]. برای اتصال فیلامنت های لامپ به پایه های شان و نیز اتصال دو بخش اصلی وینگ به بدنه از روش جوشکاری مقاومتی نقطه ای استفاده گردید (شکل ۱ و ۲). در این اتصال، به طور همزمان ۴ عدد الکتروود جوشکاری مقاومتی نقطه ای روی ۴ نقطه محل اتصال نیروی فشاری وارد کرده و با برقراری جریان در زمان تعیین شده، عمل جوشکاری انجام می شود.



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

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

پنوماتیک فعال می‌شود، استفاده گردید (شکل ۴). این دستگاه دارای دقت ± 5 نیوتن است. در این دستگاه نیرو به صورت تدریجی اعمال شده و نرخ اعمال نیرو از صفر تا صد درصد 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 در نظر 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 بهینه‌سازی و طراحی آزمایش‌ها روشی موثر در کاهش زمان و هزینه برای انجام آزمایش است. یکی از روش‌های کارآمد و پر کاربرد در طراحی آزمایش‌ها،

روش Mixed Mode به همراه نتایج بدست آمده در آزمایش های مربوطه را نشان می دهد. پاسخ آزمایش ها توسط نرم افزار MINITAB17 تحلیل و نتایج آن در شکل های 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 هر یک از فاکتورهای کنترلی بر استحکام جوش نشان داده شده است.

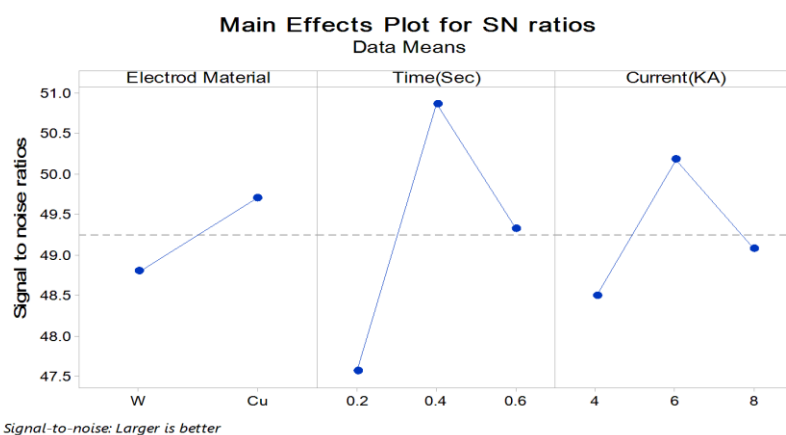
جدول (۱): سطوح پارامترهای مورد آزمایش

فاکتور	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳
جنس الکتروود	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 الکتروود در دو سطح مورد بررسی قرار گرفته اند. پارامترهای ورودی به همراه مقادیر هر سطح آنها در جدول (۱) نشان داده شده اند. جدول ۲ طراحی آزمایش ها با استفاده از آرایه L18 از

جدول (۲): استحکام جوش نمونه های آزمایش شده

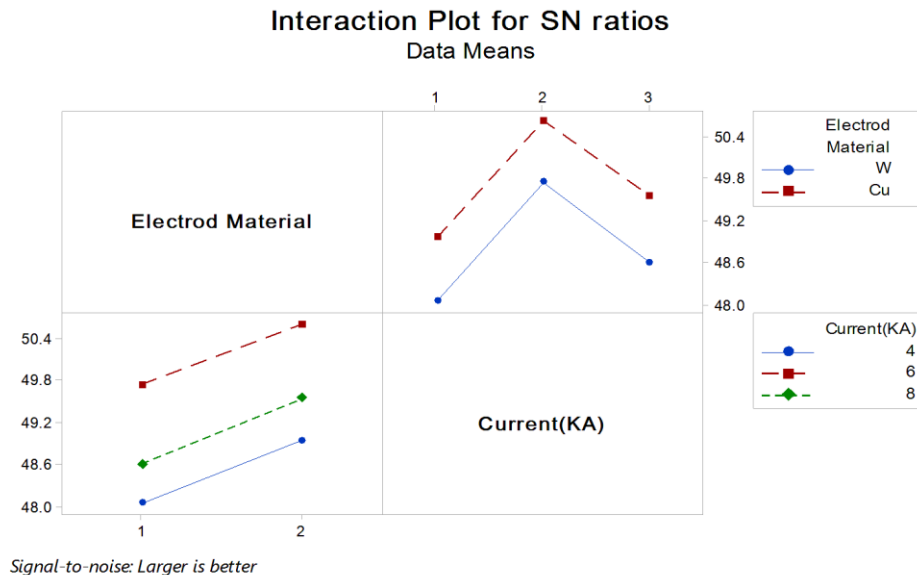
شماره آزمایش	جنس الکتروود	زمان (Sec)	جریان (KA)	استحکام (N)	شماره آزمایش	جنس الکتروود	زمان (Sec)	جریان (KA)	استحکام (N)
1	مس	0.2	4	228	10	تنگستن	0.2	4	202
2	مس	0.2	6	289	11	تنگستن	0.2	6	246
3	مس	0.2	8	253	12	تنگستن	0.2	8	224
4	مس	0.4	4	338	13	تنگستن	0.4	4	312
5	مس	0.4	6	393	14	تنگستن	0.4	6	371
6	مس	0.4	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 الکتروود بر استحکام جوش

بیشتری بر استحکام جوش برخوردار است. اگرچه در مقایسه با جریان، اختلاف کم‌تر از حالت مقایسه با جنس الکتروود 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 در نتیجه له شدن یا ریزش منطقه جوش زیر فشار الکتروودها شده و در نهایت کاهش خواص مکانیکی و استحکام ناحیه جوش را به دنبال خواهد داشت. در شکل (۶) اثر متقابل بین جنس الکتروود و شدت جریان جوشکاری بر استحکام جوش نشان داده شده است. در این نمودار ملاحظه می‌شود که الکتروود مسی در مقدار جریان برابر، نسبت به الکتروود تنگستن دارای کارایی بهتر است. دلیل آن را می‌توان رسانایی الکتریکی و گرمایی بهتر الکتروود مسی نسبت به تنگستن دانست. همچنین افزایش جریان جوشکاری با هر جنس الکتروودی که به کار رفته باشد دارای تأثیر مشابه و یکسان بر استحکام جوش خواهد بود.

در این شکل ملاحظه می‌شود که جنس الکتروود مس در مقایسه با الکتروود تنگستن باعث افزایش استحکام جوش خواهد شد. اما تأثیر شدت جریان جوشکاری نسبت به جنس الکتروود بر استحکام نمونه‌های مورد آزمایش بیشتر است که این امر در شکل (۵) مشخص است. از طرفی در مورد شدت جریان جوشکاری می‌توان نتیجه گرفت که افزایش جریان تا حدی باعث افزایش درجه حرارت محل جوش و در نتیجه 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 الکتروود دارای شیب تندتری است. بنابراین در این تحقیق، زمان جوشکاری نسبت به دو عامل دیگر از تأثیر



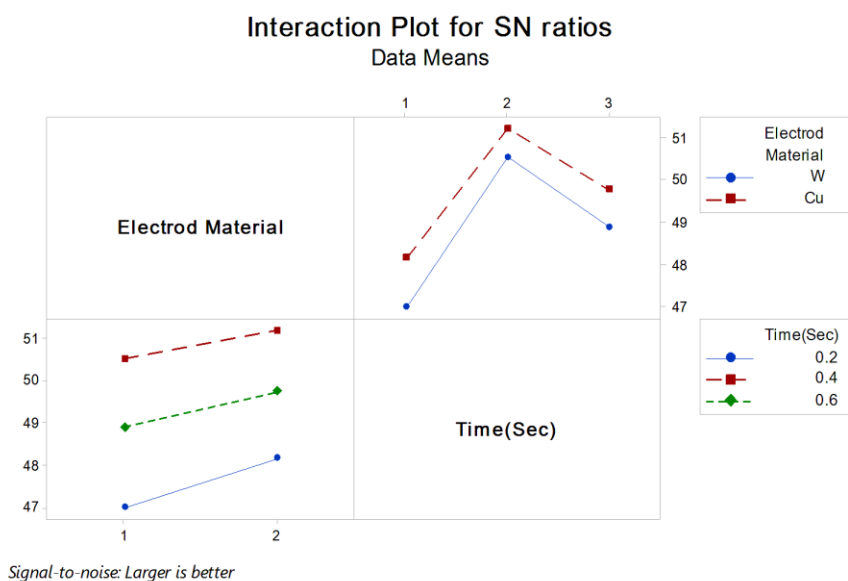
شکل (۶): اثر متقابل بین جنس الکتروود و جریان جوشکاری بر استحکام جوش

الکتروود 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

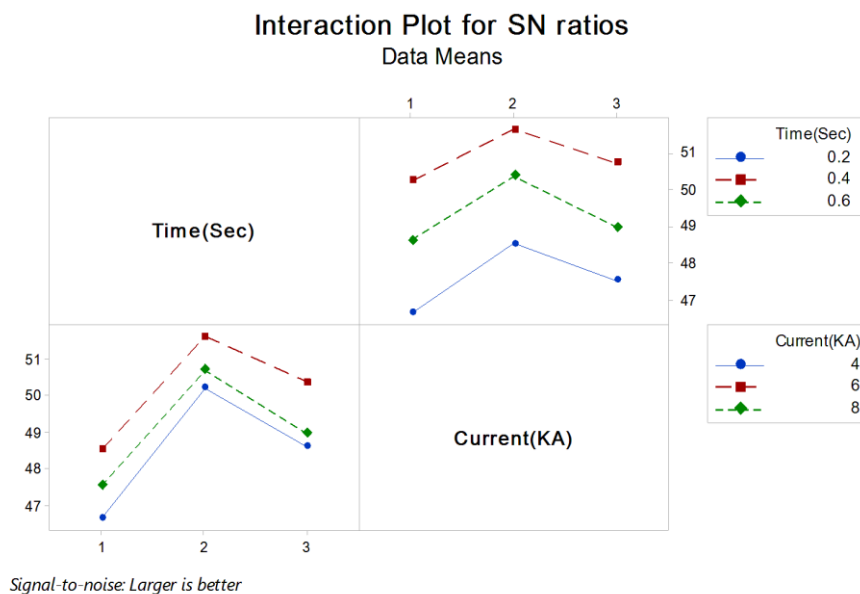
در شکل (۷) اثر متقابل بین جنس الکتروود و زمان جوشکاری بر استحکام جوش نشان داده شده است. در این نمودار اثر زمان تا حد خیلی زیادی مشابه تأثیر جریان که در شکل (۶) نشان داده شده بود می‌باشد. شایان ذکر است که در صورت استفاده از

متقابل زمان و جریان که دارای بیشترین تأثیر بر میزان استحکام قطعات هستند، نشان داده شده است.

بهینه توسط الکتروود تنگستن به مقدار نزدیکتری از استحکام قطعات جوش داده شده توسط الکتروود 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



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



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

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

شده توسط الکتروود مس و تنگستن که به ترتیب دارای مقادیر N ۳۹۳ و N ۳۷۱ بودند، فقط مقدار N ۲۲ یعنی به مقدار ۵,۵٪ است. در جدول (۳) ظرفیت تولید نامی و واقعی خط تولید در دو حالت استفاده از الکتروود مس یا تنگستن نشان داده شده است.

با مقایسه مقادیر این جدول مشاهده می‌شود که در صورت استفاده از الکتروود تنگستن، راندمان خط تولید در ازاء از دست دادن 5.5% استحکام قطعات به میزان ۲۹,۱۷٪ افزایش خواهد داشت. این در حالی است که مقادیر استحکام نمونه‌های جوشکاری شده توسط الکتروود تنگستن هنوز در محدوده قابل قبولی از استانداردهای استحکام لامپ (استاندارد ملی شماره ۶۰۰۴) و (استاندارد کارخانه ای پژو شماره E-772760 C7) 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 تأثیر جنس الکتروود 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 الکتروود 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. تأثیر جنس الکتروود نسبت به دو عامل فوق در درجه پایین تری از اهمیت قرار دارد.

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

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، هر کدام 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 الکتروود را عنوان کرد. در بخش جنس الکتروود نشان داده شد که الکتروودهای 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 الکتروودهای مسی به دلیل جنس نرم تر نسبت به الکتروودهای تنگستن، دچار تغییر شکل و له شدگی و خوردگی در نوک الکتروود می‌شوند. به همین دلیل بیشتر به فرایند تمیزکاری و سنباده زنی و فرم‌دهی نوک الکتروود نیاز پیدا می‌کنند. همچنین عملیات باز و بسته کردن الکتروودها از روی دستگاه و انجام تنظیمات مجدد هنگام بستن منجر به اتلاف وقت و هزینه بالا می‌گردید.

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

جنس الکتروود	ظرفیت تولید (قطعه در ساعت)	
	واقعی	نامی
مس	۱۴۰	۲۴۰
تنگستن	۲۱۰	۲۴۰

از طرفی طی بحث‌های بالا مشخص شد که با تعیین زمان و جریان در حالت‌های بهینه، تفاوت مقادیر استحکام نمونه‌های جوش داده

تأثیر را بر استحکام جوش دارد.

[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. Hamedei & A. Halvaei, "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.

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 فرم دهی 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.

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

Lotfali Mozafari Vanani¹, 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.