

جوش نقطه ای

۱- مقدمه:

جوش مقاومتی به گروهی از فرآیندهای جوش اطلاق می شود که در آن چسبندگی مواد به واسطه حرارتی است که این حرارت ناشی از مقاومت (قطعات کاری که در زیر فشار الکتروود ها هستند) در مقابل جریان برق عبوری از قطعات کار می باشد. حداقل ۷ نوع جوش مقاومتی مهم وجود دارند که عبارتند از:

Flash Welding (FW)

Upset welding (UW)

Percussion welding (PEW)

Projection welding (RPW)

Resistance spot welding (RSW)

Resistance seam welding (RSEW)

High frequency resistance welding (HFRW)

اندازه و شکل جوش های تشکیل یافته اصولاً به اندازه و شکل ظاهری الکتروود ها بستگی دارد. امکانات و وسایل جوش نقطه ای (Spot Welding) می تواند خیلی ساده و ارزان قیمت تا ماشین های پیچیده و بزرگ باشند.

ماشین های ثابت جوش نقطه ای به دو نوع تقسیم می شوند:

۱- Horn (rocker) arm type

۲- Press type

دسته اول دارای بازوی دورانی هست که این بازو به وسیله نیروی باد یا نیروی فیزیکی (اپراتور دستگاه) فعال می شوند. این دسته برای گستره بسیاری از موارد کاربرد دارد ولی به مقدار ۵۰ KVA و گنج های نازک

استفاده با ذکر نام منبع بلامانع می باشد

محدود می شود. برای بالای ۵۰ KVA از دسته دوم استفاده می شود. در این دسته حرکت توسط لغزنده صورت می گیرد و نیروی آن توسط نیروی بادی یا هیدرولیکی و یا موتور فراهم می شود. برای کارهایی در حجم بالا مثلاً در صنعت خودروسازی، ماشین های جوش چند گانه (Multi Spot Welding Machines) استفاده می شود.

۲- تعریف:

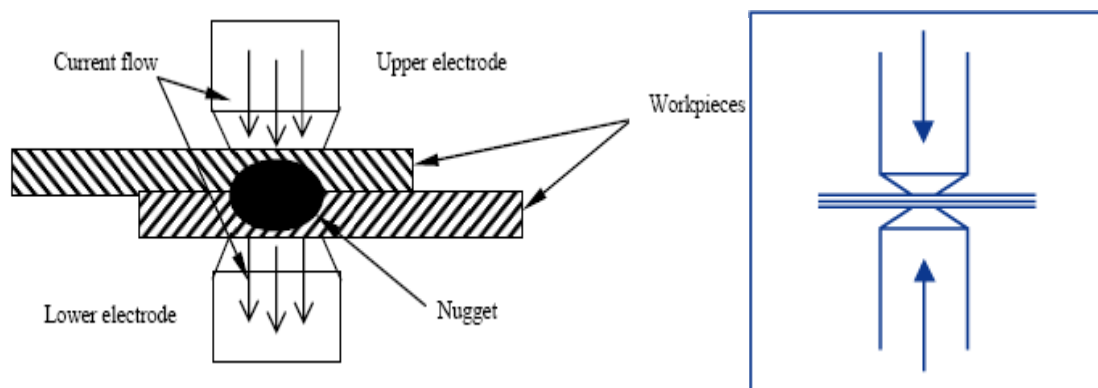
جوش نقطه ای فرآیندی است که در آن سطوح تماسی در یک یا چند نقطه بواسطه مقاومت در برابر جریان برق عبوری از درون قطعه کارهایی که تحت فشار الکترود ها هستند، به یکدیگر می چسبند. سطوح تماسی در منطقه تمرکز جریان و فشار در مدت زمان کوتاهی با ولتاژ کم و آمپراژ بالا گرم می شوند تا یک جز فلزی کوچک به شکل دکمه یا تکه فلز کوچک (nugget) را تشکیل دهند. در این روش فلز کاملاً ذوب نمی شود. در این فرآیند قطعات کاری زیر فشار بین دو سر الکترود (Tip) نگه داشته می شوند. فرآیند جوش نقطه ای بصورت دستی یا رباتیکی و یا با یک ماشین مختص به جوش نقطه ای، انجام می گیرد. تشکیل هر جوش بین ۰/۷۵ تا ۱/۵ ثانیه زمان می گیرد. در مقیاس های کم، جوش معمولاً دستی و در مقیاس های بالا، این کار با ربات یا ماشین مخصوص جوش نقطه ای انجام می گیرد. بعضی از متغیر های جوش به سختی قابل کنترل اند و برخی دیگر به راحتی کنترل می شوند (مثل زمان - جریان - نیروی gun). بدست آوردن یک جوش نقطه ای خوب مستلزم یک طراحی خوب است، تا متغیر های مخرب را به حداقل برساند. فشار بین دو سر الکترودها قابل کنترل می باشد. با گذشت زمان فلز تغییر شکل پلاستیکی می دهد. در واقع نیرو باعث ایجاد یک فرورفتگی بر روی فلز می شود. وقتی دمای جوش به حد کافی بالا رود، تایمر از کار می ایستد (پایان عبور جریان) و منطقه مذاب سرد می شود، زیرا نوک های مسی الکترود به سرعت حرارت را از منطقه دور می کنند. به عنوان مثال انبردست های جوش (الکترود ها) شرکت Tite-Spot حداقل باید ۱ ثانیه بسته باشند تا جوش سرد شود. به عبارت دیگر وقتی که جریان برق قطع می شود، نیروی بین الکترود ها تا زمانی که قطعات جوشکاری شده خنک و جامد گردند حفظ می شوند. جوش مقاومتی نقطه ای به طور گسترده در اتصال قطعات فولاد با ضخامت حداکثر ۰/۱۲۵ in بکار می روند. این روش حتی

برای موادی که خود از ترکیب چند ماده دیگر بدست آمده اند نیز، بکار می رود. برای نمونه اتصال دو یا چند قطعه فولادی که برای ممانعت از ورود مایعات یا گازها به محیطی ساخته می شوند، بوسیله این روش مزیت اقتصادی بیشتری دارد تا با استفاده از روش های مکانیکی.

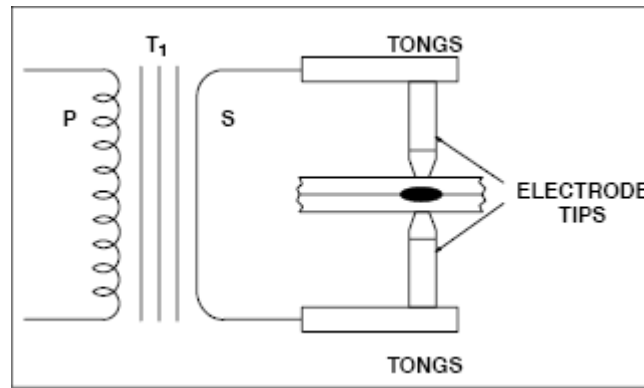
از کاربرد های جوش نقطه ای می توان به موارد زیر اشاره کرد:

مخازن- گیره - پایه - محافظ - براکت - صفحات مشبک - قفسه - فلنج- صنایع هوافضا- استفاده در مینای دندان (ارتودنسی) و غیره اشاره نمود. مهم ترین استفاده از این روش در صنعت خودروسازی می باشد. بدنه ماشین از جوش قطعات مختلف آن شکل می گیرد که فرآیند جوش زدن این قطعات یا بوسیله تفنگ (gun) های قابل حمل یا نیمه اتومات و یا کاملاً رباتیک صورت می گیرد (در هر ماشین بین ۳۰۰۰ تا ۷۰۰۰ جوش نقطه ای وجود دارد). بوسیله مدار PLC کنترل جریان و زمان و نیروی الکتروود ها کاملاً با دقت صورت می گیرد. جالب است بدانیم روزانه ۱۰۰ میلیون جوش نقطه ای در اروپا زده می شود. این روش برای ورق های نازک یا ضخیم بکار می رود، اما معمولاً برای ورق هایی با ضخامت ۶ mm کاربرد دارد.

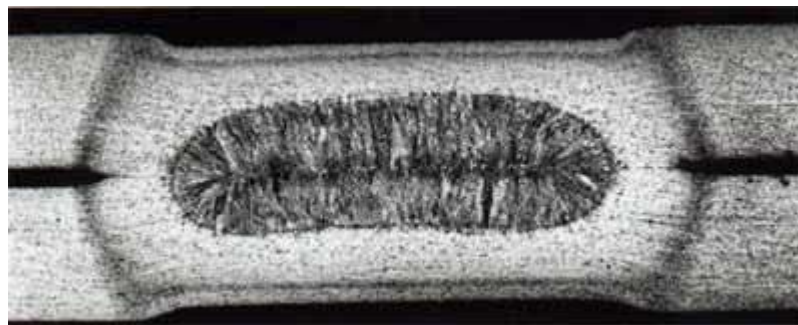
شکل های زیر نحوه ایجاد جوش را نشان می دهد.



استفاده با ذکر نام منبع بلامانع می باشد



برشی از یک جوش نقطه ای:



۳- فهرست علائم و اختصارات:

H = کل حرارت (ژول) T = زمان (ثانیه) I = جریان در مدار (آمپر)
E = ولتاژ عبوری از الکترود ها (ولت) R = مقاومت کل مدار [مقاومت قطعه و مقاومت تماسی] (اهم)

۴- اساس مدار جوشکاری:

مدار جوشکاری همانند یک مدار الکتریکی است. (ولتاژ + جریان + مقاومت الکتریکی) این سه مورد توسط

$$I = \frac{E}{R}$$

قانون اهم بصورت رابطه ریاضی زیر بیان می شود:

[ولت (ولتاژ) = نیرویی که باعث حرکت الکترون در مدار می شود.]

[آمپر (جریان) = نرخ جاری شدن الکترون در مدار]

[اهم (مقاومت) = مقاومت الکتریکی که مانع حرکت جریان می شود.]

استفاده با ذکر نام منبع بلامانع می باشد

۵- اصول عملکرد:

عملکرد جوش نقطه ای مستلزم تطابق مقدار مناسب جریان و طول زمانی آن است. جریان باید درون یک محیط (مسیر) بسته باشد. استمرار جریان بوسیله نیرویی که الکتروود ها فراهم می آورند، امکان پذیر است. در واقع این الکتروود ها برای فراهم آوردن چگالی لازم برای جریان و فشار وجود دارند. یک توالی منظم کاری نیاز است تا حرارت و فشار، دما را به حدی برساند که قطعات کار در محل ذوب شود و نه بیشتر از آن. این کار باعث می گردد ماده مذاب به خارج از ناحیه جوش روانه نگردد. نرخ کاهش یا افزایش دما باید به اندازه کافی زیاد باشد تا کار از سرعت خوب اقتصادی برخوردار گردد. هر چند بسته به شرایط ممکن است این نرخ آن قدر زیاد باشند که بتوان از جوش های ترد و شکننده تولیدی آن صرف نظر کرد. نرخ کاهش یا افزایش دما و زمان نگهداری در یک درجه حرارت خاص، به خصوصیات فلزاتی که به هم جوش می خورند، بستگی دارد. از آنجایی که مقاومت فلزات در برابر عبور الکتریسیته پایین است، در نتیجه برای تولید گرما از آمپراژ بالا استفاده می شود. به طور معمول مقدار جریان ۱۰۰۰ آمپر است. این در حالی است که ولتاژ مقدار کمی دارد و در حد چند ولت است. نرخ حرارت تولیدی به نرخ عبور جریان از مقاومتی که بوسیله فلز اعمال می شود بستگی دارد. سایر عوامل مثل ولتاژ، فرکانس و قدرت تنها وقتی که مقدار ثابت و پایدار داشته باشند، در نظر گرفته می شوند. آن ها فقط مقدار جریان را تغییر می دهند.

کل حرارتی که در قطعه کار و سطح الکتروود ها (Tip) ایجاد می شود، از روابط زیر بدست می آیند:

$$H = I^2 RT$$

$$H = IET$$

۶- سیکل جوشکاری:

سیکل جوشکاری به ۴ تا ۵ بخش زمانی تقسیم می شود که عبارتند از:

Squeeze Time = زمان فشردگی

Preheat Time = زمان پیش گرمایش

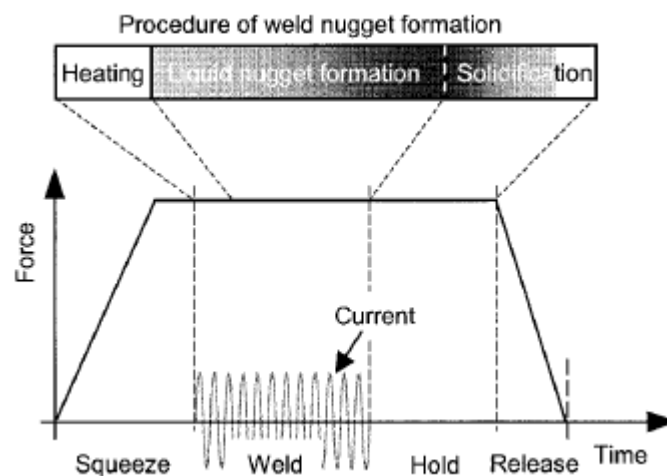
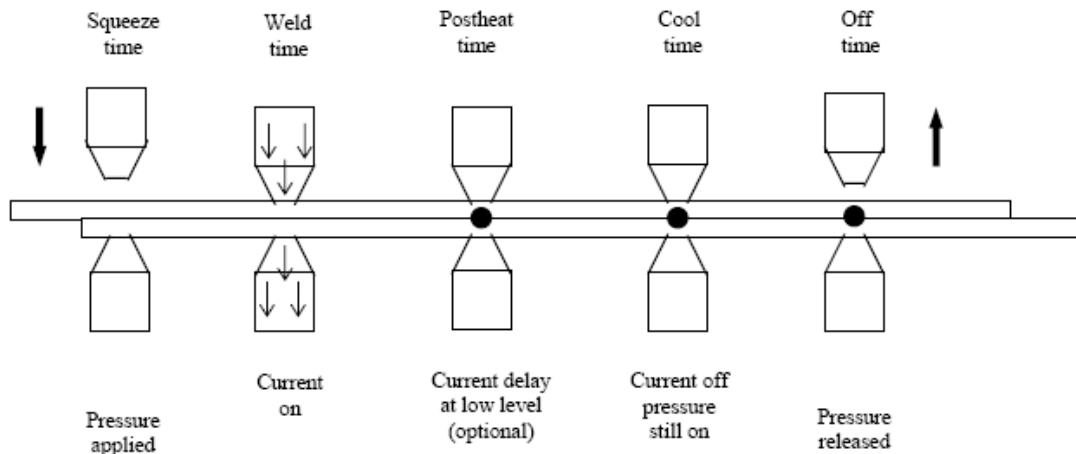
استفاده با ذکر نام منبع بلامانع می باشد

Weld Time = زمان جوش

Postheat Time = زمان باز گرمایش

Hold(cool) Time = زمان نگهداری فشار

Off Time = زمان اتمام



زمان بصورت دوره (سیکل) تعریف می شود. بطوری که ۱ ثانیه برابر ۶۰ cycle می گردد. و نیز ولتاژ

مستقیم با فرکانس ۶۰ Hz بکار می رود. (بر طبق استاندارد ایالات متحده آمریکا)

زمان فشردگی = زمان بین اولین نیروی اعمالی توسط الکترود و اولین عبور جریان از قطعه کار است. این

زمان، زمان لازم برای مغناطیسی شدن سر سیلندری شکل الکترود و نیز قفل شدن دو سر الکترود بر روی

قطعه کار برای اعمال فشار می باشد.

استفاده با ذکر نام منبع بلامانع می باشد

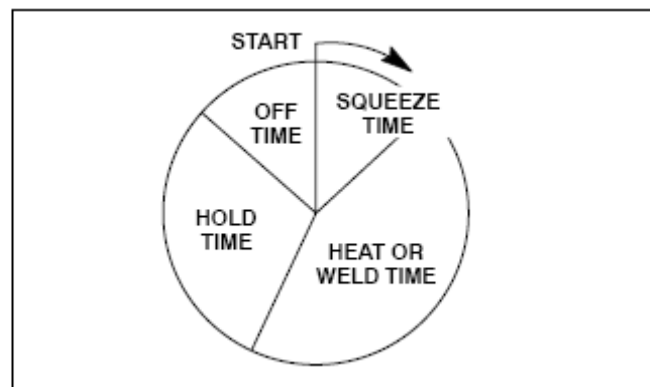
زمان پیش گرمایش = زمانی است که یک جریان کم در یک فاصله زمانی قبل از اعمال جریان اصلی جوش، اعمال می گردد. این مرحله اختیاری است و باعث کاهش افت و خیزهای حرارتی در فلز می گردد.

زمان جوش = فاصله زمانی لازم برای اینکه جریان وارد سیکل کاری گردد و جوش انجام گیرد. این زمان تا آنجا که ممکن است باید کوچک باشد و با سیکل اندازه گیری می شود (هر سیکل $\frac{1}{60}$ ثانیه طول می کشد بر طبق استاندارد آمریکا). اگر ضخامت ورق هایی را که می خواهیم جوش بزنیم، از ۲ mm بیشتر باشد، بهتر است که این زمان را به چند بخش تقسیم کرد تا از هدر رفت گرما جلوگیری شود (این کار سبب می شود که ظاهر جوش خوب باشد ولی قدرت و استحکام آن کم باشد). با تقسیم کردن ضخامت یک ورق به ده، یک معیار خوب برای زمان جوش بدست می آید.

زمان باز گرمایش = زمانی است که در آن مقدار جریان به حد پایین خود می رسد. این مرحله به طور گسترده برای بازپخت کربن های سخت شونده و آلیاژهای فولاد بکار می رود. این مرحله نیز اختیاری است. زمان نگهداری = مرحله ای است که در عین حال که جریان قطع است اما نیروی بین الکترودها تا زمانی که جوش ها سفت شوند، حفظ می شوند. این مرحله به عنوان جالب ترین پارامتر جوش مطرح است. زمان این مرحله نباید آن قدر زیاد باشد که باعث گردد که گرمای جوش به الکترودها برسد و آن ها را گرم نماید. زیرا در آن صورت الکترودها در معرض خوردگی قرار می گیرند. اگر این زمان زیاد باشد و میزان کربن قطعه بالا باشد، آن وقت خطر ترد شدن جوش وجود دارد. در مورد جوشکاری فولاد گالوانیزه این زمان بیشتر است.

زمان اتمام = فاصله زمانی بین پایان مرحله Hold Time (زمان نگهداری فشار) و شروع Squeeze Time (زمان فشردگی) برای سیکل بعد است. در واقع این زمان، زمان لازم برای جمع شدن الکترودها و جایگزینی و برداشتن قطعه کار است.

کلیه قسمت ها در قالب سیکل بیان می شود، طوری که هر سیکل در $\frac{1}{60}$ ثانیه انجام می گیرد. البته این زمان بسته به نوع کار و استاندارد قابل تغییر است.



۷- انواع تایمر های جوش:

☞ استاندارد: زمان لازم برای جاری شدن جریان را کنترل می کند.

☞ دستی: تایمر بصورت دستی توسط اپراتور کنترل می شود. جوش خوب بین ۰/۷۵ تا ۱/۵ ثانیه طول می کشد تا تولید گردد. در این حالت تنش حرارتی کمتری در وسایل جوش نسبت به حالت قبل تولید می شود.

☞ دیجیتال: این نوع تایمر دارای دقتی کامل- برای انتخاب و تنظیم بین زمان و قدرت- است. تنش حرارتی در این قسمت- در وسایل جوش- کمترین حالت را دارد. این روش تمام مراحل سیکل را چک می نماید و تا زمانی که جریان جاری نشود، زمان را افزایش نمی دهد.

۸- پارامتر های جوش:

۴ پارامتر مهم در جوش نقطه ای وجود دارد: فشار(نیرو)- زمان- جریان- قطر نوک الکترود تغییر یکی از پارامتر ها روی بقیه هم تاثیر می گذارد. با توجه به این که به مرور زمان سطح تماس الکترودها افزایش می یابد، ساخت جدولی برای نشان دادن این پارامتر ها مشکل خواهد بود. به هر حال جدول زیر روابط بین این پارامتر ها را نشان می دهد.

استفاده با ذکر نام منبع بلامانع می باشد

Sheet thickness, t	Electrode force, F	Weld current, I	Weld time	Hold time	Electrode diameter, d
[mm] ضخامت ورقه	[kN] نیرو الكتروء	[A] جريان	[cycles] سيكل	[cycles] سيكل	[mm] قطر الكتروء
۰/۶۳ + ۰/۶۳	۲/۰۰	۸۵۰	۶	۱	۶
۰/۷۱ + ۰/۷۱	۲/۱۲	۸۷۵	۷	۱	۶
۰/۸۰ + ۰/۸۰	۲/۲۴	۹۰۰	۸	۲	۶
۰/۹۰ + ۰/۹۰	۲/۳۶	۹۲۵	۹	۲	۶
۱/۰۰ + ۱/۰۰	۲/۵۰	۹۵۰	۱۰	۲	۶
۱/۱۲ + ۱/۱۲	۲/۸۰	۹۷۵	۱۱	۲	۶
۱/۲۵ + ۱/۲۵	۳/۱۵	۱۰۰۰	۱۳	۳	۶ ۷
۱/۴۰ + ۱/۴۰	۳/۵۵	۱۰۳۰	۱۴	۳	۶ ۷
۱/۵۰ + ۱/۵۰	۳/۶۵	۱۰۴۵	۱۵	۳	۶ ۷
۱/۶۰ + ۱/۶۰	۴/۰۰	۱۰۶۰	۱۶	۳	۶ ۷
۱/۸۰ + ۱/۸۰	۴/۵۰	۱۰۹۰	۱۸	۳	۶ ۷
۲/۰۰ + ۲/۰۰	۵/۰۰	۱۱۲۰	۲۳	۴	۷ ۸
۲/۲۴ + ۲/۲۴	۵/۳۰	۱۱۵۰	۲۵	۴	۷ ۸
۲/۵۰ + ۲/۵۰	۵/۶۰	۱۱۸۰	۳۰	۵	۸
۲/۸۰ + ۲/۸۰	۶/۰۰	۱۲۲۰	۳۴	۶	۸
۳/۰۰ + ۳/۰۰	۶/۱۵	۱۲۳۵	۳۸	۶	۸
۳/۱۵ + ۳/۱۵	۶/۳۰	۱۲۵۰	۳۸	۶	۸

فشار (نیرو): مقدار فشار اعمالی، پارامتر مهمی است. اگر این فشار کم باشد، نواحی اتصال کوچک و

ضعیف خواهند بود و اگر بزرگ باشد، سبب ترک خوردن جوش می شود (به خاطر اثر کوئنچ نوک gun).

همچنین می تواند باعث نازک شدن فلز و تضعیف آن و نیز کاهش دما (حرارت) شود. عمق تو رفتگی

الکتروء ها در سطوح نباید از $\frac{1}{4}$ ضخامت ورق ها بیشتر باشد. نیروی مناسب برای الکتروء $90 \frac{N}{m^2}$ است.

مشکلی که این بین وجود دارد، افزایش سطح تماس هنگام جوشکاری است. برای ثابت نگه داشتن شرایط

ایده آل، باید نیرو به آرامی افزایش یابد. از آنجاییکه تغییرات نیرو با رشد سطح تماس مشکل است، یک

نیروی میانگین را انتخاب می کنیم.

استفاده با ذکر نام منبع بلامانع می باشد

🔗 **جریان:** تنظیمات جریان بسیار مهم است. اگر جریان به پایین ترین مقدار خود برسد، باید زمان جوش افزایش یابد. (توجه: جریان کم می تواند باعث گرم شدن بیش از حد وسایل و متعلقات جوش گردد) برعکس اگر جریان زیاد باشد، آنگاه زمان جوش کاهش می یابد و الکتروود ها به قطعه کار می چسبند. (توجه: جریان بالا، افزایش مقدار فلز ذوب شده روی سطوح را به همراه دارد. فولاد های گالوانیزه در این مورد مشکلات بیشتری دارند). معمولا جریان بین ۵۰۰ (ورق های ۰,۲ mm <) تا ۳۰۰۰ آمپر (ورق های ضخیم) تغییر می کند. مقدار جریان بوسیله دو پارامتر کنترل می شود:

- ۱- شیر تعویض انتقال که ماکزیمم مقدار جریان عبوری را معین می کند.
- ۲- درصد جریان که مقدار درصد جریان لازم را برای جوشکاری معین می کند. درصد جریان کم معمولا توصیه نمی شود زیرا باعث خرابی کیفیت جوش می شود.

۲ نوع دستگاه برای کنترل جریان داریم:

🔗 آنالوگ: از یک دکمه (دستگیره) استفاده می شود.

🔗 دیجیتال: جریان به کمک یک LCD به اپراتور نشان داده می شود.

🔗 **زمان:** بطور کامل قبلا بحث شده است.

🔗 **قطر سر الکتروود:** پارامتر بسیار مهمی است. قطر نوک الکتروود های شرکت Tite-Spot برای مثال ۳/۱۶ in می باشد. نوک الکتروود وقتی نو باشد، یک سطح صاف دارد. این سطح با استعمال و به مرور زمان تحذب پیدا می کند. شعاع تحذب بین ۱/۵ in تا ۲ می باشد. قطر سر الکتروود (Tip diameter) برای فولاد کم کربن از رابطه زیر بدست می آید:

$$\text{Electrode tip diameter} = 0.100 + 2t$$

t = ضخامت یکی از ورق ها به اینچ

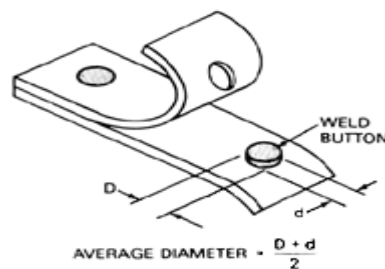
قطر جوش نقطه ای باید به اندازه $5 \cdot t^{1/2}$ باشد که t در آن ضخامت ورقه (فولادی) است. مثلا برای دو ورق به ضخامت ۱mm، قطر جوش ما ۵ mm است. قطر الکتروودهای gun باید کمی بزرگتر از قطر جوش

نقطه ای ما باشد. مثلاً برای حالت بالا ۶ mm. در عمل الکتروود با قطر تماسی ۶ mm، برای ورق های با ضخامت ۵/۰ تا ۱/۲۵ میلیمتر مناسب می باشد. این مقدار قطر با استاندارد ISO تطابق دارد.

۹- بازرسی جوش:

سه روش بازرسی جوش موجود می باشد. روش اول همان روش دیداری و بصری جوش است. جوش ها باید یکنواخت باشند و نباید فلز مذاب بیش از حد روی آن ها وجود داشته باشد و نیز تو رفتگی کوچکی بواسطه فشار نوک الکتروود ها بر قطعه کار وجود داشته باشد. دو روش دیگر که به تکنیک های مخرب بازرسی معروف اند، عبارتند از: Chisel test و Peel test

Peel Test= در این روش جوش کنده می شود و اندازه جوش توسط میانگین فواصل داده شده با توجه به شکل بدست می آید. (جدول زیر)



STEEL GAUGES			weld spacing		قطر جوش weld diameter
			2 pieces	3 pieces	
GAUGE	IN	MM	in	in	in
۱۶	۰/۰۶۰	۱/۵۲۴	۱/۰۶	۱/۳۱	۰/۲۲
۱۸	۰/۰۴۸	۱/۱۲۹	۰/۹۴	۱/۱۸	۰/۲۰
۲۰	۰/۰۳۶	۰/۹۱۴	۰/۷۲	۱/۰۶	۰/۱۷
۲۲	۰/۰۳۰	۰/۷۶۲	۰/۶۲	۰/۸۸	۰/۱۶
۲۴	۰/۰۲۴	۰/۶۱۰	۰/۳۸	۰/۶۲	۰/۱۵

Chisel Test= در این روش به کمک یک قلم نازک در فاصله معینی به جوش ضربه می زنیم تا جوش یا قطعه کار دچار شکست شود (از هم بپاشد) این روش وقتی روش قبلی امکان پذیر نباشد، بکار می رود. اندازه جوش مانند روش قبل اندازه گرفته می شود.

استفاده با ذکر نام منبع بلامانع می باشد

۱۰- انواع GUN:

☞ C = در ۹۰٪ موارد این نوع گان کاربرد دارد. ولی برای کارهای خاص از این نوع استفاده نمی شود.

مثلا در جوشکاری های حساس بدنه کامیون و یا در پایه های رادیاتور

☞ X = وقتی نتوان از گان نوع اول استفاده کرد، از این نوع استفاده می شود.



Different Electrode Arms



45 degrees



90 degrees

استفاده با ذکر نام منبع بلامانع می باشد

۱۱- انواع الکتروود:

مستقیم - تک و دوگانه



جنس سر این الکتروود ها (cap) عبارتند از: مس- کروم / مس-کروم- زیرکونیوم / مس- کبالت- برلیوم / مس- کبالت- با ۲۰٪ برلیوم / مس- تنگستن / مولیبدن- تنگستن خالص



در واقع The Resistance Welders Manufacturing Association (RWMA) سر الکتروود

(Tip) را به ۲ گروه کلی تقسیم کرده است:

۱- گروه A = اساس آن مس است. ۲- گروه B = اساس آن مواد نسوز است.

تقسیم بندی دو گروه بصورت زیر است:

Group A, Class I, II, III, IV, and V (copper alloys)

Group B, Class 10, 11, 12, 13, and 14 (refractory alloys)

در گروه A, رده I, بیشترین شباهت را به مس خالص دارد. با افزایش شماره رده, سختی و دمای آنیل شدن افزایش و در مقابل هدایت گرمایی و الکتریکی کاهش می یابد.

در گروه B, رده ۱۰, حدوداً ۴۰٪ رسانایی مس را دارد و با افزایش شماره رده, رسانایی کاهش می یابد. این گروه ترکیب مس و تنگستن می باشد.

استفاده با ذکر نام منبع بلامانع می باشد

مس به دو دلیل در الکتروود ها بکار می رود:

۱- مقاومت الکتریکی کم

۲- ضریب هدایتی (حرارتی) بالا (مطمئن شوید که حرارت در قطعه کار تولید می شود و نه در الکتروود)
بسته به نوع و کیفیت نوک الکتروود ها می توان از آن ها برای جوشکاری فولاد کم کربن, سخت, گالوانیزه شده, دارای پوشش روی و ... استفاده کرد.

انتخاب درست قسمت سر الکتروود در موارد زیر موثر است:

تسریع در فرآیند سرد شدن جوش- کیفیت بهتر جوش- عمر بیشتر الکتروود

۱۲- فواید روش جوش نقطه ای:

☞ یک فرآیند اقتصادی و به صرفه می باشد.

☞ داشتن سرعت بالا در کار و زمان کم برای انجام آن

☞ داشتن انطباق زیاد برای ورق های با ضخامت مختلف

☞ داشتن سرعت خوب برای هماهنگی در مونتاژ قطعات همراه با دیگر بخش ها

☞ انعطاف پذیری بالا برای جوش دادن مواد گوناگون. مثل: فولاد کم کربن- فولاد پوشش دار- فولاد

ضد زنگ- آلومینیوم- آلیاژ های نیکل- آلیاژ های تیتانیوم

مخاطره های روش جوش نقطه ای

☞ امکان له شدن دست یا انگشتان

☞ سوختگی و یا آسیب رسیدن به چشم به خاطر پرتاب ذره های داغ فلزی (در صورت عدم استفاده از

عینک مخصوص)

ربات جوش نقطه ای

در جوش نقطه ای از ربات نیز استفاده می شود. دلایل آن کیفیت بالای جوش، کاهش هزینه، امکان سرمایه گذاری در آن، قابلیت تکرار پذیری بالا، سرعت بالا و ... می باشند. بعضی از ربات ها دارای ۶ درجه آزادی هستند که باعث انعطاف پذیری بالایی در هنگام کار می شود. از موارد کاربرد ربات ها می توان به استفاده آنان در موارد زیر اشاره نمود:

صنعت خودرو - صنعت هواپیما سازی - خطوط ریلی - وسایل هسته ای - صنایع خوراکی و نوشیدنی -
وسایل پزشکی

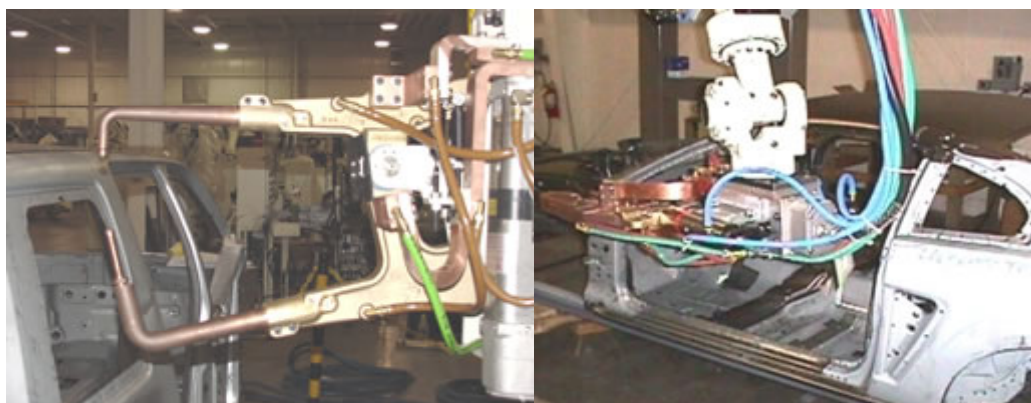
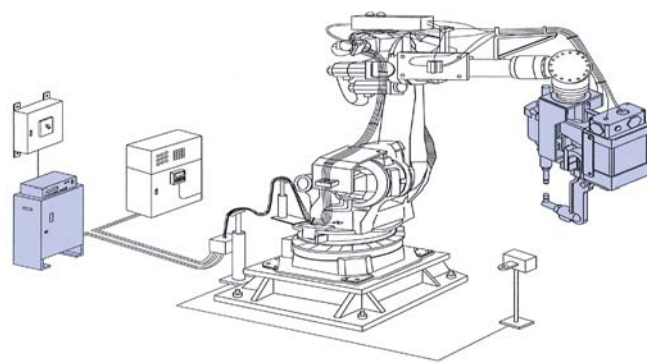
گرچه ربات ها در دهه ۱۹۶۰ به جهان عرضه شدند، اما در دهه ۱۹۸۰ این گونه ربات ها برای صنایع خودرو سازی بکار گرفته شدند. طبق آمار Cary and Helzer در سال ۲۰۰۵، بالای ۱۲۰۰۰۰ ربات در آمریکا مشغول فعالیت بودند که حدود نیمی از آن ها در صنعت جوش استفاده می شده اند.

شرکت های مختلفی در تولید ربات های جوش کار می کنند. مثل:

Nachi- Fanuc-Motoman-Kawasaki-Obara-Panasonic-ABB



استفاده با ذکر نام منبع بلامانع می باشد



مشخصات دو مدل از ربات های مربوط به شرکت Kawasaki

Model	Axes	Payload	Vertical Reach	Horizontal Reach	Repeatability
مدل	محور	بار مفید	دسترسی عمودی	دسترسی افقی	تکرار پذیری
ZZT165U	6 (7)*	165 (363)	5027 (198)	3458 (136)	±0.3 (0.012)

Model	Axes	Payload	Vertical Reach	Horizontal Reach Front	Horizontal Reach Back	Repeatability
مدل	محور	بار مفید	دسترسی عمودی	دسترسی به جلو	دسترسی به پشت	تکرار پذیری
ZZX165U	6 (7)*	165 (363)	3568 (141)	2879 (113)	2193 (86)	±0.3 (0.012)

خواص موادی که در جوش نقطه ای بکار می رود:

Metal(فلز)	Thermal Conductivity (27 °C) (هدایت گرمایی)	Melting Point(نقطه ذوب)	Electrical Resistivity (Ohms/CMF) (20 °C) (مقاومت الکتریکی)
Iron (آهن)	.803	1300 °C	400 ohms
Aluminum (آلومینیوم)	2.37	680 °C	17.6 ohms
Zinc (روی)	-	435 °C	22.3 ohms
Copper (مس)	3.98	1115 °C	10.4 ohms

در پایان نکاتی کلی راجع این فرایند ذکر می شود:

جوشکاری فولاد از آلومینیوم راحت تر است. این امر به خاطر بالاتر بودن مقاومت الکتریکی و کمتر بودن ضریب هدایتی فولاد می باشد. در واقع جوشکاری آلومینیوم جریان بیشتر و زمان کمتر می خواهد. با توجه به اینکه نقطه ذوب مس ۱۱۱۵ درجه سانتیگراد و فولاد ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد است، در نتیجه خنک کردن الکترودهای مسی نیازمند برنامه ریزی خاصی است. بنا براین درون الکترودها جریانی از آب وجود دارد تا گرمایی که بوسیله الکترودها تولید می شود، رفع گردد. وجود آب همچنین باعث می شود که سطح تماس الکترودهای مس در اندازه مناسب باقی بماند که این کار خود باعث حفظ چگالی جریان عبوری برای ذوب فلز می شود.

فولادهای ضد زنگ سخت شده و فولادهای ضد زنگ آهن دار(فریت) و فولادهای کرم ونیکل دار با روش جوش نقطه ای می توانند جوش بخورند اما فولادهای ضد زنگ منگنز دار چون خیلی سخت هستند، برای این روش مناسب نیستند. فولادهای با روکش های آلومینیوم یا روی یا قلع نیاز به یک سری عملیات قبلی دارند تا با این روش جوش بخورند.

فولادهای کم کربن با این روش به راحتی جوش می خورند. فولادهای با کربن بالا یا آلیاژهای فولاد متمایل به جوش های ترد و شکننده هستند. این تمایل بوسیله عملیات حرارتی(بازپخت)قابل کاستن است. اندازه جوش به اندازه سر الکتروده(Tip) بستگی دارد.

استفاده با ذکر نام منبع بلامانع می باشد

☞ روش جوش نقطه ای اصولاً برای اتصال ورق های به ضخامت (۳ mm تا ۱۲/۵) یا (۰/۱۲۵ in تا ۰/۵) کاربرد دارد.

☞ همیشه نوک گان را تمیز نگه دارید و فشار را متعادل نگه دارید.

☞ در آمریکا برآورد شده است که: ۱۸۵۰۰۰ جوش کار، ورق کار، لحیم کار وجود دارد.

۷۰۰۰۰۰ شغل وجود دارد که به نوعی با جوش سروکار دارند.

☞ مراقب باشید که بین دو قطعه کاری که می خواهند جوش بخورند، فاصله وجود نداشته باشد چراکه باعث تضعیف جوش می شود.

☞ فولاد های با دوام، فولاد های روکش دار و آلیاژهای آلومینیوم در صنعت خودرو سازی کاربرد وسیعی دارند، اما همان طور که گفته شد، مشکلاتی نیز در مورد قابلیت جوشکاری دارند. تلاش ها برای رفع این مشکلات ادامه دارد.

☞ اتصال ورق های مسی با این روش توصیه نمی شود.

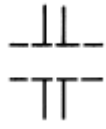
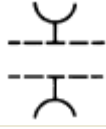
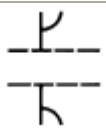
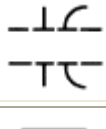
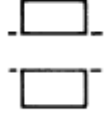
☞ آلومینیوم هدایت گرمایی نزدیک به مس دارد. امکان جوشکاری آلومینیوم بوسیله الکتروود مس به واسطه پایین تر بودن نقطه ذوب آلومینیوم از مس است.

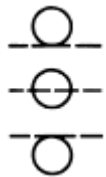
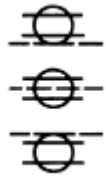
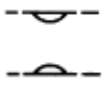
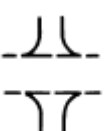
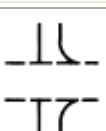
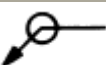
☞ تقریباً تمامی جوشهای بدنه اتومبیل، جوش مقاومتی است و در ساخت بدنه، در محل هایی از جوش مقاومتی استفاده می شود که به هیچ وجه نمی توان جوش دیگری را جایگزین آن کرد. قطعات بدنه پیکان با ۳۰۰۰ جوش نقطه ای متصل شده اند. از روش های مختلف جوش مقاومتی در ساخت شاسی و قطعات خودرو به وفور استفاده می شود. با نگاهی به کارخانه های ساخت اتومبیل در دنیا در می یابیم که برای ساخت قطعات، آنجا که بتوان از جوش مقاومتی استفاده نمود روش دیگری به کار گرفته نمی شود. همچنین در صنایع لوازم خانگی از روش جوش مقاومتی به طور گسترده ای استفاده می شود. در حقیقت جوش مقاومتی به دلیل سرعت عمل خیلی بالا در حد چند جوش در ثانیه، کیفیت جوش خیلی خوب و اثرات جانبی کم از مؤثرترین روشهای جوشکاری در خطوط تولید است و انواع و اقسام ماشینهای جوش برای مصارف عمومی و خاص طراحی و ساخته می شوند.

۱۳- علامات جوش:

Weld Symbols, ANSI/AWS A2.4-79

American Welding Society / American National Standard

Weld Symbol نماد جوش	Description شرح
	Square
	Scarf
	Fillet
	Vee
	Bevel
	U
	J
	V Flare
	Bevel Flare
	Plug

	Spot
	Seam
	Backing
	Surfacing
	Flange Edge
	Flange Corner
	All Around
	Flush
	Convex
	Concave

۱۴- معادله و محاسبه تنش برشی در دو قطعه متصل شده:

Spot Weld Single-Shear Load Stress Equation and Calculation



Shear of Point

$$\tau_1 = \frac{4 \cdot F}{i \cdot \pi \cdot d^2} \quad [\text{MPa, psi}]$$

Tear Loading of Point along Cylindrical Surface

$$\tau_2 = \frac{F}{i \cdot \pi \cdot d \cdot s} \quad [\text{MPa, psi}]$$

Comparative Stress

$$\sigma_s = \max \left\langle \frac{\tau_1}{\alpha}, \frac{\tau_2}{\alpha} \right\rangle \quad [\text{MPa, psi}]$$

Where:

τ_1 = Shear stress [MPa, psi] تنش برشی

τ_2 = Tear stress [MPa, psi] تنش گسیختگی

σ_s = Comparative stress [MPa, psi] تنش در حالت مقایسه

F = Applied force [N, lb] نیروی اعمالی

s = Thickness, plate [mm, in] ضخامت

d = Spot weld diameter [mm, in] قطر جوش

i = Number of welds تعداد جوش

α = Coefficient of weld joint ضریب اتصال جوش

۱۵- معادله و محاسبه تنش برشی در سه قطعه متصل شده:

Spot Weld Double-Shear Load Stress Equation and Calculation



Shear of Point

$$\tau_1 = \frac{2 \cdot F}{i \cdot \pi \cdot d^2} \quad [\text{MPa, psi}]$$

Tear Loading of Point along Cylindrical Surface

$$\tau_2 = \frac{F}{2 \cdot i \cdot \pi \cdot d \cdot s} \quad [\text{MPa, psi}]$$

Comparative Stress

$$\sigma_s = \max \left\langle \frac{\tau_1}{\alpha}, \frac{\tau_2}{\alpha} \right\rangle \quad [\text{MPa, psi}]$$

Where:

τ_1 = Shear stress [MPa, psi] تنش برشی

τ_2 = Tear stress [MPa, psi] تنش گسیختگی

σ_s = Comparative stress [MPa, psi] تنش در حالت مقایسه

F = Applied force [N, lb] نیروی اعمالی

s = Thickness, plate [mm, in] ضخامت

d = Spot weld diameter [mm, in] قطر جوش

i = Number of welds تعداد جوش

α = Coefficient of weld joint ضریب اتصال جوش