



Namatek
True Education

www.namatek.com

Resistance welding

جوشکاری مقاومتی

فهرست مطالب

1. جوشکاری مقاومتی چیست؟ (Electric Resistance Welding)
2. انواع جوشکاری مقاومتی
3. مزایای جوشکاری مقاومتی
4. معایب جوشکاری با مقاومت الکتریکی

یکی از انواع روش های اتصال دائمی دو فلز به یکدیگر، جوشکاری مقاومتی است. اما این نوع جوشکاری چیست، انواع آن کدام اند و چه کاربرد هایی دارد؟

در این مقاله به بررسی همین موضوعات خواهیم پرداخت. برای آشنایی با این روش جوشکاری تا انتها همراه ما باشید.

#1 جوشکاری مقاومتی چیست؟ (Electric Resistance Welding)

جوشکاری مقاومتی یا ERW یک فرآیند جوشکاری است که در آن، قطعات فلزی با استفاده از حرارت دادن آن ها به وسیله جریان الکتریکی در نقطه اتصال ذوب شده و به طور دائمی به هم متصل می شوند.

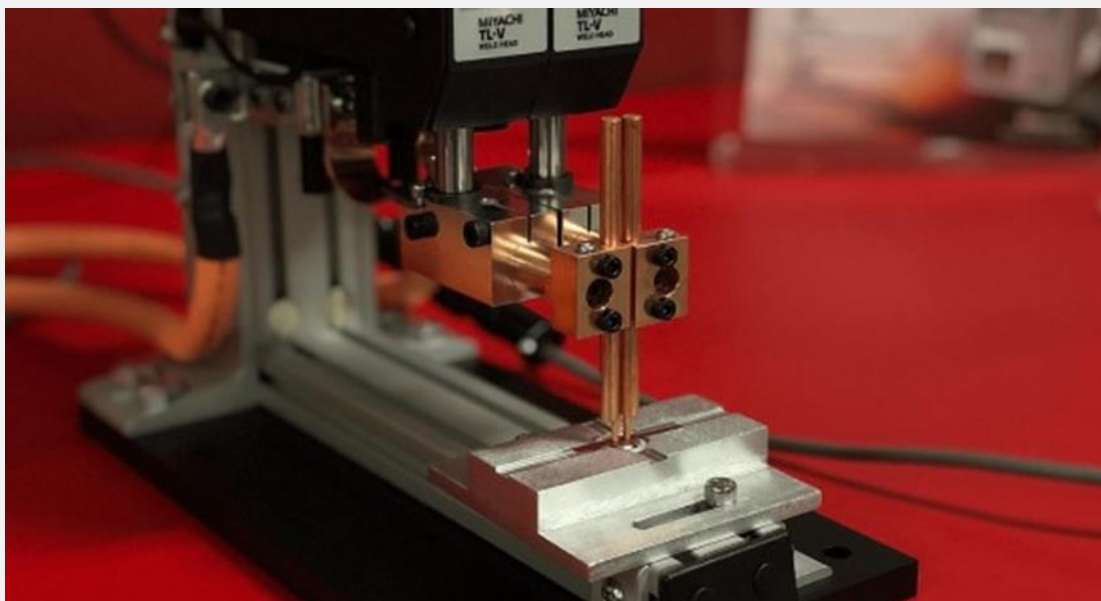
جوشکاری با مقاومت الکتریکی به طور گسترده ای در صنایع استفاده می شود. به عنوان مثال در ساخت لوله های فولادی و مونتاژ بدنه های اتومبیل این روش جوشکاری کاربرد فراوانی دارد. فرآیند جوشکاری با مقاومت الکتریکی را می توان بر اساس هندسه جوش و یا روش اعمال فشار بر روی مفصل طبقه بندی کرد.

برخی از این نوع جوشکاری ها عبارتند از:

- جوشکاری نقطه ای مقاومتی (Resistance Spot Welding)

- جوشکاری درز مقاومتی یا نواری (Resistance Seam Welding)
- جوشکاری با مقاومت الکتریکی با فرکانس پایین (Low-frequency Electric resistance welding)
- جوشکاری پروجکشن یا زائده ای مقاومتی (Resistance Projection Welding)
- جوشکاری جرقه ای مقاومتی یا فلش (Resistance Flash welding)
- جوشکاری با مقاومت الکتریکی لب به لب (Resistance Butt Welding)
- جوشکاری جرقه ای لب به لب (Flash Butt Welding)

حوضچه های کوچک از فلز مذاب در نقطه اتصال به دلیل عبور جریان الکتریکی با 100 تا 100000 آمپر از فلز مورد نظر تشکیل می شوند و سبب اتصال پس از خنک شدن فلز مذاب می گردند.



#2 انواع جوشکاری مقاومتی

انواع و کاربرد های مختلفی از فرآیند های جوشکاری با مقاومت الکتریکی وجود دارد.

هر یک از این نوع فرآیند ها برنامه جوشکاری مختص خود را دارد که برای یک موقعیت خاص مناسب و بهینه است. در ادامه برخی از شناخته شده ترین مدل های جوشکاری با مقاومت الکتریکی را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

#2-1 جوشکاری نقطه ای مقاومتی

این نوع یکی از قدیمی ترین و ساده ترین اشکال جوشکاری مقاومتی است که در آن یک قطعه جوش با عبور جریان الکتریکی بین دو قطعه فلزی تولید می شود.

جوشکاری نقطه ای در صنعت خودرو برای اتصال فولاد و در صنعت هوا فضا برای اجزای اسکلت هوایی ساخته شده از آلیاژ های آلومینیوم بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. برای استفاده از این فرآیند جوشکاری میزان برق و تجهیزات جوشکاری وابسته به اندازه ضخامت و جنس فلزی است که به هم جوش داده می شود. در این روش معمولاً از دو الکترود

مسی به طور هم زمان برای چسباندن ورق های فلزی به یکدیگر و عبور جریان از داخل ورق ها استفاده می شود.

از آن جا که مقاومت الکتریکی ماده باعث تجمع گرما در قطعات کار بین الکتروود های مس می شود، افزایش دما باعث افزایش مقاومت شده و در نتیجه حوضچه ای از مذاب بین الکتروود ها ایجاد می شود. همان طور که گرما در کمتر از یک ثانیه در سراسر قطعه کار پخش می شود میزان مذاب رشد می کند تا نقاط جوشکاری را متصل کند.

هنگامی که جریان متوقف می شود، نوک الکتروود های مسی جوش نقطه ای را خنک می کنند و باعث می شوند که فلز تحت فشار جامد شود.



الکتروود های مس خنک شده حرارت سطح را به سرعت از بین می برند و انجماد فلز را تسریع می کنند؛ زیرا مس یک رسانای عالی است. استفاده از این روش شامل مزایای زیر است:

- مصرف بهینه انرژی
- عدم تغییر شکل محصول نهایی بر اثر جوشکاری
- میزان تولید زیاد
- اتوماسیون آسان

#2-2 جوشکاری درزی مقاومتی یا نواری (غلتکی)

جوشکاری نواری مقاومتی نوعی فرم استاندارد جوشکاری نقطه ای است؛ اما به جای نقطه های جوش، یک نوار هم پوشانی تولید می شود. این فرآیند به جای ایجاد جوش نقطه ای، یک نوار جوش پیوسته ایجاد می کند.

جوشکاری نواری اغلب در تولید مخازن با ورق نازک و محکم در برابر نشت (مانند مخازن سوخت) استفاده می شود و به طور کلی برای جوشکاری آلومینیوم نامناسب است. این نوع از جوشکاری به صورت تدریجی جوش را تشکیل می دهد. از یک نقطه ابتدایی شروع شده و تا انتها ادامه می یابد.

جوشکاری نواری یا درزی مانند جوشکاری نقطه ای برای اعمال فشار و جریان به دو الکترود که معمولاً از مس ساخته می شوند متکی است. الکترود ها غالباً به شکل دیسک هستند و با عبور مواد از بین آن ها می چرخند.



این اجازه می دهد تا الکتروود ها در تماس مداوم با مواد برای ایجاد جوش های مداوم و طولانی باشند. الکتروود ها هم چنین ممکن است حرکت کنند یا به حرکت مواد کمک کنند.

سطوح نیمه مذاب با فشار جوشکاری (که باعث ایجاد پیوند هم جوشی می شود) به هم فشرده می شوند و در نتیجه یک ساختار جوش یکنواخت ایجاد می شود. جوشکاری مقاومتی نواری یک جوش بسیار با دوام را تولید می کند؛ زیرا در اثر گرما و فشار وارد شده نقطه اتصال کاملاً پیر می شود.

دو حالت برای جوشکاری درزی یا نواری وجود دارد:

- متناوب

• مداوم

در جوشکاری نواری متناوب، چرخ ها به موقعیت دلخواه پیش می روند و برای ساخت هر جوش متوقف می شوند. این فرآیند تا رسیدن به طول دلخواه جوش ادامه می یابد.

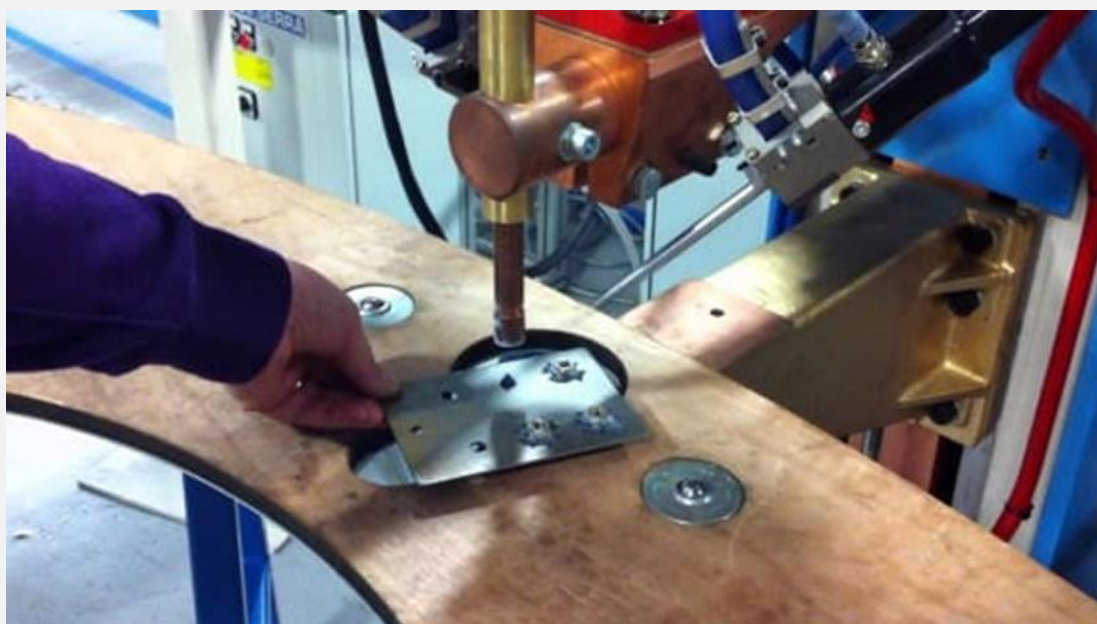
در جوشکاری نواری مداوم، با ساخت هر جوش چرخ ها هم چنان به چرخیدن ادامه می دهند.

#2-3 جوشکاری با فرکانس پایین



جوشکاری با مقاومت الکتریکی با فرکانس پایین یا LF-ERW، روش منسوخی برای جوشکاری نقاط اتصال در خطوط لوله نفت و گاز است. این نوع از جوشکاری در دهه 1970 از رده خارج شد؛ اما تا سال 2015 برخی از خطوط لوله ساخته شده با این روش هم چنان در کار مورد استفاده قرار می گرفتند.

#2-4 جوشکاری زائده ای یا پروجکشن



جوشکاری زائده ای نوعی جوشکاری با مقاومت الکتریکی است که در آن برق، نیرو و زمان جوشکاری روی زائده های برجسته در سطح قطعه متمرکز می شوند.

#2-5 جوشکاری جرقه ای یا فلش

جوشکاری جرقه ای یا فلش با مقاومت الکتریکی، از هیچ نوع فلز پرکننده استفاده نمی کند.



در این نوع جوشکاری جریان به فلز وارد می شود و فاصله بین دو قطعه مقاومت ایجاد می کند و قوس مورد نیاز برای ذوب فلز را تولید می کند. هنگامی که قطعات فلز به دمای مناسب رسیدند، آن ها به سمت یکدیگر فشار داده می شوند و به طور موثر جوش می خورند.

#2-6 جوشکاری با مقاومت الکتریکی لب به لب

جوشکاری مقاومتی لب به لب یا جوشکاری با فرکانس بالا به صورت مقاومتی HFRW مخفف (High-frequency resistance welding) فرآیندی مشابه جوشکاری درزی است.



تفاوت جوشکاری HFRW با جوشکاری درزی، استفاده از فرکانس بالا (تا 450 کیلو هرتز) است. کاربرد جوشکاری به صورت مقاومتی لب به لب اغلب در سیم ها و میله هایی با قطر کوچک (تا قطر حدود 16 میلی متر) است.

#2-7 جوشکاری جرقه ای لب به لب

در این حالت انتقال انرژی در درجه اول از طریق گرمای مقاومتی ناشی از خود قطعات تامین می شود. این نوع از جوشکاری با مقاومت الکتریکی سریعتر است که در آن جوشکار با وارد آوردن مقداری فشار قطعات را به هم می چسباند. سپس با عبور جریان سنگین از قسمت اتصال، بی نظمی های سطح را می سوزاند. بعد از این که جوش حرارت کافی ایجاد کرد، قطعات با اعمال گرما و فشار به طور هم زمان متصل می شوند.



این باعث ایجاد یک جوش لب به لب می شود که هیچ فلز ذوب شده ای در نقطه اتصال باقی نمی ماند.

#3 مزایای جوشکاری مقاومتی

- قابلیت جوشکاری فلزات مشابه و غیر مشابه
- بسیار کارآمد
- سرعت جوشکاری بالا
- مقرون به صرفه
- سازگار با محیط زیست (زباله یا آلودگی کمی ایجاد می کند)
- بدون نیاز به فلز پر کننده یا مواد اضافی مانند میله، شار، گاز های بی اثر، اکسیژن یا استیلن



4# معایب جوشکاری با مقاومت الکتریکی

- ماشین آلات پیچیده و غالبا پر هزینه
- نیاز به دانش فنی بالا برای کار با ماشین جوشکاری مقاومتی
- ضخامت قطعه در این جوشکاری اغلب محدود است
- برای مواد رسانای بالا کارایی کمتری دارد
- نیروی الکتریکی بالا مورد نیاز است