

به نام خدا



# مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

[www.Iran-mavad.com](http://www.Iran-mavad.com)





## فناوری نانو و جوش کاری مواد

گردآورنده: ابوزر عالمی

### اشاره

محدودیت‌های ذاتی ریخته گری و شکل دهی در بسیاری از کاربردهای مکانیکی یا ساختاری، طراح را به استفاده از بعضی فرآیندهای اتصال برای کامل کردن قسمت‌های مختلف قطعه مجبور می‌کند. طراح ممکن است بخواهد در اتصالات از مواد اصلی با کاربرد مشابه استفاده کند و یا آنکه از مواد یا فناوری‌های جدید به جای فناوری‌های جاری استفاده کند.

از جمله فناوری‌های جدید در زمینه اتصال مواد به یکدیگر مباحث مربوط به ارتباط فناوری نانو و جوش کاری مواد است. اخیراً محققان در صددند با بررسی امکان استفاده از نانو مواد در فرآیندهای جوش کاری و همچنین جوش کاری مواد در مقیاس نانو، باب جدیدی در زمینه ارتباط فناوری نانو با جوش کاری مواد به روی مشتاقان بگشایند.

در این مقاله سعی شده است برخی از پژوهش‌هایی که در سطح دنیا در زمینه نانو و جوش کاری انجام شده است به صورت مختصر معرفی گردد.

**کلمات کلیدی:** جوش کاری، اتصال نانولوله‌ها، الکتروود جوش

## ۱. جوش کاری نانومواد

Brad Nelson و همکارانش در کشور سوئد تحقیقاتی بر روی یک روش جدید جوش کاری انجام داده‌اند. آنها توانستند در آزمایشگاه‌های شهر زوریخ کوچکترین قطعه ساخته شده توسط بشر تا زمان خویش را بسازند. آنها با استفاده از یک تکنیک جدید جوش کاری که آن را جوش کاری نقطه‌ای رباتیک نام نهادند توانستند عملیات جوش کاری را در مقیاس نانومتر انجام دهند.

در این تحقیق بیان شده است که چگونه یک نانولوله کربنی با قطر پنج نانومتر درون یک مهار کننده نانورباتیک از مس پُر شده و یک ولتاژ اندک برای ذوب مس به آن اعمال شده است. در این آزمایش محققان مهار کننده (یا دست رباتیک manipulator) را به گونه‌ای قرار دادند که فلز ذوب شده یک نانولوله کربنی را به یک نانولوله دیگر متصل سازد [۱].

Gordeev و همکارانش نیز بر روی یک روش دیگر نانوجوش کاری کار کردند. در این روش به یک میکروسکوپ الکترونیکی نیاز است که برای بیشتر محققان در سطح جهان قابل دسترسی است. درون میکروسکوپ اشعه الکترونیکی مقدار اندکی از اجزای پایه کربنی را به اطراف کربن‌های آمورف نمونه‌های تحت بررسی منتقل می‌کند. آنها معتقدند که این یک کاربرد جالب و جدید است که می‌توان از آن در جوش کاری‌های در مقیاس نانو استفاده کرد [۲].

kim Sj و Jang Dj بر روی جوش کاری نانوذرات طلا به کمک لیزر (Laser - induced) تحقیقاتی را انجام داده‌اند. در این تحقیق مشخص گردید که از پالس‌های لیزر پیکوثانیه‌ای می‌توان در جوش کاری نانوذرات طلا به شبکه‌های مسی که با کربن پوشش داده شده است استفاده نمود. تصاویر میکروسکوپی و پروفایل‌هایی که از این تحقیقات منتشر گردیده است به خوبی یک اتصال در نانوذرات طلا را به صورت تک فاز نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از این بررسی به خوبی نشان می‌دهد که

جوش کاری نانویی در صورت وجود یک حالت برنامه ریزی شده و با در نظر گرفتن ترمودینامیک وابسته به اندازه، دینامیک و خواص سینتیک نانومواد فلزی، قابل دستیابی است [۳].

Srivastava و همکارانش در تحقیق خود پس از مرور انواع روش‌های نانو جوش کاری، اتصالات نانولوله‌های کربنی شاخه دار را که به وسیله فناوری نانو شبیه سازی و توسط نانو جوش کاری ساخته شده بود را مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها در بررسی‌های خود پیش بینی کرده‌اند که ساخت اتصالات نانولوله‌های کربنی چند دیواره و تک دیواره سرعت بیشتری پیدا کند. همچنین آنها معتقدند که این پیشروی در مورد سایر نانومواد مانند نانولوله‌ها، فولرین‌ها، نانوسیم‌ها، نقاط کوانتومی، مولکول‌های DNA و سیستم‌هایی که بر پایه نانوذرات است نیز رخ خواهد داد [۴].

Shengyong Xu و همکارانش به طور مشترک بر روی پروژه ای تحت عنوان جوش کاری سیلیکون و نانوسیم‌های فلزی با اشعه‌های چگال کار نموده‌اند. آنها نشان دادند که از یک پرتو الکترونیکی چگال برای ایجاد چاله‌ها و فاصله‌ها در مقیاس اتمی و نانومتری در نانوسیم‌ها می‌توان استفاده کرد تا بتوان نانوسیم‌ها را جوش داد و اتصالات فلز-فلز و یا فلز-شبه هادی را ایجاد نمود و پوسته اکسیدی را از سطح نانوسیم کریستالی زدود [۵].

پژوهشگران مؤسسه تحقیقات مواد و مرکز علوم مقیاس نانو در دانشگاه پنسیلوانیا معتقدند عناصر فلزی و یا آلیاژی که به مدت طولانی از آنها به عنوان ماده اتصالی در ابزارهای الکتریکی معمولی استفاده می‌شده است کاندیدای مناسبی برای اتصالات داخلی ابزارهای نانویی در آینده هستند. در این اتصالات، سطح مشترک انتقال و واکنش‌ها به دلیل افزایش سطح، خیلی محسوس خواهد بود که به طور شدیدی بر کیفیت و طول عمر نانو ابزارها موثر است. لذا به بررسی نفوذ درونی دو جزء در یک ساختار نانویی تک بعدی پرداختند. آنها سیستم Au-Sn را برای بررسی برگزیدند زیرا در آن سیستم نفوذ در

گروهی از پژوهشگران بر روی یک تکنیک دیگر جوش کاری در مقیاس نانو کار کرده‌اند. آنها در این تکنیک از جرقه‌های با دمای بالای واکنش‌های شیمیایی، درون نانوحفره‌ها استفاده کرده‌اند. از این تکنیک می‌توان برای اتصال و جوش کاری اجزاء در مقیاس نانو استفاده کرد. محققان در این روش توانستند یک واکنش ترمیت بادمای بالا در یک فیلم از جنس آلومینیوم با ضخامتی در حد نانومتر که حفرات آن توسط اکسید آهن پر شده است ایجاد نمایند. این واکنش قبلاً در جوش کاری و آتش بازی مورد استفاده قرار گرفته است.

از واکنش‌های ترمیت می‌توان برای جوش دادن ماشین‌های مولکولی استفاده کرد.

Ten Eyck از جمله افرادی است که در زمینه‌ی ساخت مدارهای الکترونیکی کوچک مشغول فعالیت است. او یک روش جدید ابداع کرده است که با به کارگیری آن می‌توان مدارهای الکتریکی را در اندازه‌های کوچک تر و با عملکرد بهتر ساخت. این روش کاهش اندازه مدارها با استفاده از نانولوله‌ها یا نانومیله‌ها است که به هم جوش داده شده‌اند. مشکل این فرآیند در آن است که استفاده از این روش مستلزم جوش کاری در دمای بالا و یا استفاده کردن از مخلوط فلزات است که در هر دو صورت عملکرد مدار تحت تأثیر قرار می‌گیرد و دچار مشکل می‌گردد. این محقق یک فرایند نانوجوش کاری ابداع نموده است که در آن دمای جوش کاری به طور محسوسی کاهش یافته است. این پیشرفت این امکان را فراهم می‌نماید که از فلزات خالص مثل مس به جای فلزات با نقطه ذوب پائین اما با اثرات منفی زیست‌محیطی استفاده نمایم [۸].

Duan Xiaojie و دستیارانش یک روش جدید نانو جوش کاری مشابه با جوش کاری نقطه ای با استفاده از میکروسکوپ SPM ارائه کردند. آنها نشان داده‌اند که این فرآیند نانوجوش کاری هیچ تأثیر مخربی بر ساختار نانولوله‌های تک دیواره ندارد و می‌تواند در ساختن ابزارهای بر پایه نانو

دمای نسبتاً پائین اتفاق می‌افتد. آگاهی از واکنش‌های بین سیم‌های لحیم Sn در مقیاس نانو و زیرلایه‌های الکترونیکی ضروری می‌باشد. آنها برای جوش کاری از روش پرتوالکترون استفاده کرده و نشان دادند که پس از جوش کاری نانویی سیم‌های Sn و Au چه ترکیباتی تشکیل خواهد شد [۶].

گروهی از دانشمندان دانشگاه لوئیزیانا توانستند به وسیله جوش کاری اشعه الکترونی نانولوله‌های کربنی تک جداره را به هم اتصال دهند و یک اتصال مولکولی را بسازند.

این اولین بار است که نانولوله‌های کربنی تک جداره به هم متصل شده‌اند تا یک اتصال مولکولی تشکیل دهند. به طور معمول لوله‌های متقاطع هرگز حتی اگر به طور مکانیکی در حضور پرتوهای الکترونی به هم پرس شوند به هم متصل نمی‌شوند. در این روش یک نقص یا جای خالی (کمبود اتم کربن) در لوله‌ها ایجاد می‌شود که اتصال دو لوله را وقتی که عمود بر هم قرار دارند تسهیل می‌کند.

این محققان همچنین توانستند با حرارت دادن لوله‌های کربنی تا دمای ۸۰۰ درجه سانتی گراد یک اتصال مولکولی رابه شکل X به وجود آورند. آنها همچنین با استفاده از تشعشع بیشتر توانستند اتصالات Y و T شکل را نیز بوجود آورند.

اتصالات مولکولی نانولوله‌های تک جداره یک بخش کلیدی در ابزارهای الکترونیکی هستند که بر پایه نانولوله‌ها ساخته می‌شوند. برای مثال یک ترمینال سه تایی اگر خواص شبه هادی لوله‌ها مناسب باشد می‌تواند به صورت ترانزیستور عمل کند. همچنین اتصال نانولوله‌ها با همدیگر برای توسعه نانو الکترون‌های مولکولی ضروری است. اکنون دانشمندان در تلاش‌اند تا پارامترهایی مثل دمای سیستم و انرژی الکترون را بهینه سازند. آنها کوشش می‌کنند تا این آزمایش‌ها را با قابلیت انتخاب بالاتر بین لوله انجام دهند. با این وجود آرایش کنترل شده لوله‌ها مثل تشکیل یک شبکه واقعی هنوز یک مشکل است که باید در حل آن کوشید [۷].



مفید باشد [۹].

جوش کاری در صنایع دریایی می تواند عاملی برای تأثیر فوق العاده فناوری نانو در این زمینه باشد [۱۲].

#### منابع:

1. Brad Nelson, Lixin Dong , Li Zhang , Xinyong Tao and Xlabin Zhang , Nano-welds herald new era of electronics  
URL: [www.newscientisttech.com/article/dn10824-first-nanowelds-herald-new-era-of-electronics.html](http://www.newscientisttech.com/article/dn10824-first-nanowelds-herald-new-era-of-electronics.html)
2. Gordeev, Nano-welds herald new era of electronics, New Scientist magazine, Issue 2577 , 19 December 2006, page 6.
3. Seol Ji Kim and Du-Jeon Jang , Laser-induced nanowelding of gold nanoparticles, Applied Physics Letters , 86 (3) , 2005
4. D. Srivastava, M. Menon and P. M. Ajayan, Branched Carbon Nanotube Junctions Predicted by Computational Nanotechnology and Fabricated through Nanowelding, Journal of Nanoparticle Research, Volume 5, Numbers 34, August 2003, pp. 395-400 (6) .
5. Shengyong Xu, Mingliang Tian, Jinguo Wang, Jian Xu, Joan M. Redwing, Moses H. W. Chan, Nanometer-Scale Modification and Welding of Silicon and Metallic Nanowires with a High-Intensity Electron Beam, Small Volume 1, Issue 12, pages 12-1229.
6. Jin-Guo Wang and Ming-Liang Tian, Interdiffusion of Template-Synthesized Au/ Sn/Au Junction Nanowires and Nano-welding of Au-Sn Nanowires, Microsc Microanal 11 (Suppl 2) , 2005
7. Electron beams fuse carbon nanotubes  
URL: [www.nanotechweb.org](http://www.nanotechweb.org)
8. Gregory Ten Eyck , Bonded with Cu-nanorods  
URL: [www.tenEyck.Com](http://www.tenEyck.Com)
9. Xiaojie Duan, Jin Zhang, Xing Ling, and Zhongfan Liu, Nano-Welding by Scanning Probe Microscope, J. Am. Chem. Soc. , 127 (23) , 8268 -8269, 2005. 10. 1021
10. Yao, Shangwei, Hanjie Xuebao, Application of nanotechnology in welding technology, Transactions of the China Welding Institution, V 28, No 3, March, 2007, P 109-112
11. Bo-Lin He, Nanomaterials and Welding Technology, Mechanical Engineering Materials, Volume 7 of 28, 2004, p. p 48-50.

۱۲. کاربرد مواد نانو در صنایع دریایی، منبع: سایت مهندسی آبادان

Yano shangwei و همکارانش بر روی کاربرد نانو مواد و فناوری نانو در زمینه جوش کاری مطالعاتی را انجام داده اند. آنها در مقاله ای با توجه به خواص ویژه نانو مواد و فناوری نانو به بررسی تأثیر استفاده از آنها به ساختار جوش خورده، مواد سخت شده از جوش کاری، حفاظت جوش کاری، و دیگر جنبه های جوش کاری پرداخته اند. در این مقاله به استفاده از نانو مواد و فناوری نانو در مواردی مانند پوشش دادن سیم ها، جوش کاری لوله ها و مواد الکترودها اشاره شده است که به همان اندازه که ساختارهای غیر یکنواخت را بهبود می بخشد، مقاومت به حرارت را ارتقا می بخشد و خستگی و خوردگی تنش نقاط جوش داده شده را کاهش می دهد. آنها همچنین سوالاتی در مورد مواد اولیه، هزینه ها و مکانیسم های واکنش مطرح می کنند و چشم انداز کاربرد نانو مواد و فناوری نانو را در زمینه جوش کاری روشن و موفق پیش بینی می نمایند [۱۰].

پژوهشگری با نام Bo-Lin He نیز مطالعاتی را در زمینه کاربردهای فناوری نانو در فناوری جوش کاری انجام داده است و در آن کاربرد نانو مواد و فناوری نانو در فرآیندهای جوش کاری، بررسی ساختار جوش خورده و میدان اسپری حرارتی را مورد بررسی قرار داده و دور نمایی از کاربرد فناوری نانو و نانو مواد در زمینه جوش کاری را بیان نموده است [۱۱].

## ۲. الکترودهای جوش کاری دما پایین

الکترودهای مبتنی بر فناوری نانو، که دارای دمای کاری بسیار پائینی نسبت به الکترودهای جوش کاری موجود می باشند، در ازای حرارت اندک، اتحاد مولکولی مستحکمی را بین مولکول های دو قطعه فلز ایجاد می کند و عملکردی شبیه چسب های حرارتی معمولی خواهند داشت.

این الکترودها تأثیر شگرفی بر فناوری جوش کاری به خصوص جوش کاری آلومینیوم خواهند داشت چون اعوجاج بسیار ناچیزی را در فلزات ایجاد می کند. کاربرد و حجم زیاد