

الکترودهای تنگستن تریوم دار

امیر حسینی کلورزی

وبلاگ مهندسی جوش: www.welding.net

مقدمه:

الکترودهای تنگستن تریوم دار حدود پنجاه سال پیش بعنوان جایگزینی برای الکترودهای تنگستن خالص، معرفی شدند. این الکترودها در بسیاری جهات از الکترودهای تنگستن خالص بهتر هستند. ظرفیت انتقال جریان آنها ۲۰٪ بالاتر، طول عمرشان بیشتر و مقاومت در برابر جذب آلودگی و ناخالصی در آنها قویتر است. در این نوع الکترودها استارت قوس راحت تر و قوس حاصله نسبت به دیگر الکترودها پایدارتر است. الکتروود تنگستن تریوم دار در مقایسه با الکتروود تنگستن خالص در دمایی درست زیر دمای ذوب عمل میکند. این امر باعث کاهش قابل توجه در مصرف الکتروود حین جوشکاری و در نتیجه تا حد زیادی حذف انحراف قوس در اثر کروی شدن نوک الکتروود تنگستن میگردد.

انواع الکترودهای تنگستن تریوم دار:

جهت جلوگیری از بروز اشتباه در شناسایی این الکتروودها و سایر الکتروودهای تنگستنی، آنها دارای کد بندی رنگی هستند. دو نوع الکتروود تنگستن تریوم دار بر اساس دسته بندی AWS در بازار رایج است. الکتروودهای EWTh-2 و EWTh-1. این الکتروودها شامل ۱ و ۲ درصد اکسید تریوم (تریا- ThO_2) هستند که به نسبت مساوی در تمام طول الکتروود پراکنده شده اند. گروه EWTh-3 منسوخ شده الکتروودهای تنگستن میباشد. این الکتروودها دارای قطعات طولی یا محوری شامل ۱ تا ۲ درصد اکسید تریوم میباشد که در مجموع درصد اکسید تریوم در کل الکتروود را به ۰.۳۵۵-۰.۵۵٪ میرسانند. از آنجایی که کیفیت کارایی الکتروودهای تنگستن تریوم دار به شدت به یکنواختی ساختار الکتروود و توزیع متناسب ذرات اکسید در آن بستگی دارد، کیفیت کارایی الکتروودهای EWTh-3 نسبت به دو نوع الکتروود دیگر کمتر میباشد. با پیشرفت هایی که در زمینه پودرهای آهنی و صنایع متالورژیکی صورت گرفته، این نسل از الکتروود منسوخ شده است و دیگر کاربرد خاصی در صنعت ندارد. البته بر اساس استاندارد اروپایی EN 26848 انواع دیگری نیز از الکتروودهای تریوم دار وجود دارد. جدول ۱ ترکیب شیمیایی الکتروودهای تنگستن تریوم دار را نشان میدهد.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی انواع الکتروودهای تنگستن تریوم دار

کد رنگی	درصد اکسید تریوم	کد الکتروود بر اساس EN 26848	کد الکتروود بر اساس AWS
زرد	0.8-1.2%	WT10	EWTh-1
قرمز	1.7-2.2%	WT20	EWTh-2
بنفش	2.8-3.2%	WT30	-
نارنجی	3.8-4.2%	WT40	-
آبی روشن	0.35-0.55%	WT4	EWTh-3

موارد کاربردی:

الکتروودهای EWTh-2 و EWTh-1 برای کاربرد های DCEN طراحی شده اند. در طول جوشکاری نوک این الکتروودها تیز باقی میماند که این حالت مخصوصا برای جوشکاری فولاد ایده آل است. معمولا برای جریان متناوب (AC) الکتروودهای سریوم دار به تریوم دار ترجیح داده میشوند. چرا که حفظ گردی نوک الکتروودها که یکی از ضروریات

جوشکاری با جریان AC است ، بدون ایجاد شکاف روی الکترود تریوم دار، ممکن نیست. شکل ۱ تاثیر نوع و شدت جریان را بر شکل نوک الکترود تنگستن نشان میدهد.

نوع جریان	الکترود تنگستن	شدت جریان		
		خیلی پایین		خیلی بالا
=	تریوم دار			
	خالص			
~	تریوم دار			
	خالص			

شکل ۱- تاثیر نوع و شدت جریان بر شکل نوک الکترود تنگستن

گسیل یون حرارتی (ترمیونیک) در تنگستن پس از آلیاژ شدن با مقداری اکسیدهای فلزی که نقش چندانی در کار ندارند بهبود می یابند. بنابراین ، این الکترود ها بدون بروز هرگونه نقصی ، میتوانند سطوح جریان بالاتر را نیز کنترل نمایند. اکسید تریوم بیشترین تاثیر را در افزایش ظرفیت جریان مستقیم در حالت الکترود منفی دارد. این موضوع را میتوان در جدول ۲ مشاهده کرد.

البته اگرچه افزودن اکسید تریوم به الکترودهای تنگستن، گسیل الکترون آنها را افزایش داده و دمای نوک الکترود را کاهش میدهد، اما همچنان حرارت ناشی از مقاومت الکتریکی، ظرفیت جریان را محدود میسازد، بطوریکه در جریانهای بسیار بالا، الکترود بیش از حد گرم شده و نوک آن ذوب میشود.

جدول ۲- مقایسه جریان مورد استفاده برای الکترودهای تنگستن خالص و تریوم دار

Electrode diameter mm	D.C. negative pole		D.C. positive pole		A.C.	
	W	WT	W	WT	W	WT
0,5	5	20	-	-	5 ... 15	5 ... 20
1,0	15	80	-	-	10 ... 60	15 ... 80
1,6	70	150	10	20	50 ... 100	70 ... 150
2,4	150	250	15	30	100 ... 160	140 ... 235
3,2	250	400	25	40	150 ... 210	225 ... 325
4,0	400	500	40	55	200 ... 275	300 ... 425
4,8	500	800	55	80	250 ... 350	400 ... 525
6,4	800	1100	80	125	325 ... 475	500 ... 700

* W: الکترود تنگستن خالص WT: الکترود تنگستن تریوم دار

مسائل ایمنی:

مهمترین وجه تمایز کاربردی الکترودهای تنگستن تریوم دار با انواع دیگر الکترودهای تنگستن در مسایل ایمنی آنست. تریوم یک ماده فلزی نسبتاً سنگین با رادیواکتیویته ضعیف است که بطور طبیعی در محیط وجود دارد. در حقیقت مقدار کمی تریوم در خاک و صخره ها وجود دارد. تشعشع تریوم بر اساس انتشار ذرات آلفا میباشد اما مقدار کمی اشعه بتا و گاما نیز تولید میکند. مقدار رادیواکتیو موجود در این ماده خطری برای سلامتی انسان ندارد چرا که متوسط تشعشع سالیانه که

کاربران از طریق الکترودهای تنگستن تریوم دار دریافت میکنند حدود **0.3%** حد مجاز آن برای کاربران مرتبط با رادیواکتیویته میباشد. ذرات آلفا نمیتوانند از پوست بدن و یا حتی برگه کاغذ عبور کنند، در نتیجه مقدار پرتوگیری بیرون بدن از این الکترودها حداقل است. از طرفی بدلیل سنگین بودن نسبی این الکترودها، جوشکاران معمولاً تمایلی به حمل همزمان بیش از ۳ یا ۴ عدد از آنها را ندارند که این تعداد پرتو دهی قابل توجهی ندارد.

احتمال پرتوگیری درونی نیز در خلال اجرای جوشکاری در اغلب محیطها قابل نظر کردن است چراکه نرخ مصرف این الکترودها حین جوشکاری بسیار کم است. اما چنانچه جوشکاری در محیطی بسته و برای مدتی طولانی انجام شود، باید اقدامات پیشگیرانه انجام گیرد. کاربر باید در این رابطه با کارشناسان ایمنی مشورت نماید.

با توجه به اینکه بر اساس دستورالعملهای استاندارد نوک این الکترودها برای اجرای جوشکاری مناسب توسط سنگ اصلاح میشوند، تنفس یا بلعیدن ذرات جدا شده میتواند باعث پرتوگیری درونی (*Exposure Internal Radiation*) گشته و بسیار خطرناک باشد. لذا باید دقت خاصی در این زمینه صورت گیرد. در هنگام سنگ زنی نوک الکتروود ترجیحاً باید ماشین سنگ زنی حفاظ دار با سیستم تهویه موضعی به کار گرفته شده و جوشکار از ماسک فیلتر دار ساده استفاده نماید، مگر اینکه مصرف الکتروود خیلی کم (کمتر از ۲۰ الکتروود در سال) باشد. سیستم تهویه موضعی باید به گونه ای تنظیم شده باشد که ذرات ناشی از سنگ زنی مستقیماً به کیسه های مصرفی منتقل گردند. همچنین در صورتیکه ماشین سنگ زنی دارای حفاظ دید نباشد، جوشکار باید از عینک ایمنی مناسب استفاده کند. جابجایی و دفع این ذرات باید دقت کافی صورت گیرد تا از پراکنده شدن آنها در فضا جلوگیری شود. محل سنگ زنی و اطراف آن باید بطور روزانه با جاروبرقی قوی تمیزکاری شود. در صورتیکه جاروی مورد استفاده از قدرت کافی برخوردار نباشد باید با مرطوب کردن مواد از انتشار آنها در هوا جلوگیری شود. جوشکاران باید بعد از اتمام کار سنگ زنی دستهای خود را بطور کامل بشویند. لذا باید محل شستشوی مناسبی در نزدیکی محل سنگ زنی تعبیه گردد.

هنگامی که از الکترودهای تنگستن تریوم دار استفاده نمیشود باید آنها را در مکان مناسبی نگهداری کرد. شرایط نگهداری بستگی به تعداد الکترودها دارد. بدلیل اینکه مصرف اصلی این الکترودها در اثر سنگ زنی میباشد تعداد الکتروودی که کاربران در انبار خود نگهداری میکنند کم بوده و بسته به حجم و نوع کار معمولاً بین ۱۰ تا ۲۵۰ عدد میباشد. برای نگهداری این تعداد الکتروود باید از جعبه های فلزی با پرچسب خطر تشعشع استفاده شود. حمل و جابجایی الکترودها در بسته های فلزی خطری ندارد. برای مواردی که تعداد بالایی الکتروود را نگهداری میکنند، باید اتاق مجزایی برای انبار آنها در نظر گرفته شود. خصوصیات حفاظتی دیوار اتاق بیش از حد لازم بوده و باتوجه به اینکه فضای اتاق باید خیلی کم باشد، استفاده از کابینتهای فلزی ضرورتی ندارد.

نکات زیر میتواند به عنوان راهنمای مناسبی در زمینه کاهش خطر کار با الکترودهای تنگستن مورد استفاده قرار گیرند.

کاهش خطر

- در صورت امکان از انواع دیگر الکترودهای تنگستنی استفاده کنید.
- اطلاعات مندرج در *MSDS* الکتروود را بخوبی مطالعه و از درک مفاد آن اطمینان یابید.
- از یک سیستم جمع آوری ذرات مناسب هنگام سنگ زنی الکتروود استفاده نمایید.
- بهینه سازی و بررسی متناوب سیستم تهویه جهت اطمینان از کارایی لازم.
- توسعه و اجرای استاندارد و دستورالعمل کار با الکترودهای تریوم دار شامل دستورالعملهای نگداری، سنگ زنی و تمیزکاری و دور ریزی ضایعات الکتروود.
- آموزش جوشکاران در زمینه جوشکاری، سنگ زنی، بهداشت فردی و ایمنی

چگونگی رفتار با ذرات ایجاد شده

- ذرات ایجاد شده در اثر سنگ زنی بطور منظم و با دقت جمع آوری گردد.

■ دفع ذرات و الکترودهای ضایعاتی به دقت و بر اساس دستورالعملهای ملی یا بین المللی دفع ضایعات خطرناک صورت گیرد.

پرتوگیری درونی ناشی از تریوم میتواند موجب بروز سرطان جهاز هاضمه و یا ریه گردد، هرچند که با توجه به موارد فوق الذکر احتمال آن بسیار کم است. بعنوان مثال انستیتو جوش دانمارک تخمین زده است که بین ۱۲۰۰ نفر جوشکار TIG تمام وقت پس از ۳۰ سال کار، احتمال ابتلا به سرطان صفر تا سه نفر وجود دارد. اما با اینحال برخی کشورها نسبت به جایگزین کردن این الکترودها اقداماتی نموده اند. از جمله انستیتو جوش دانمارک توصیه کرده که تا جای ممکن از الکترودهای نوع دیگر استفاده شود و کشور سوئیس نیز استفاده از این نوع الکترودها را منوط به دریافت مجوز از اداره بهداشت عمومی دولت آن کشور کرده است.

استانداردها:

استانداردهای متفاوتی در ارتباط با کدگذاری، روشهای استفاده و همچنین مسایل ایمنی الکترودهای تنگستن تریوم دار وجود دارد که در ادامه لیست تعدادی از پرکاربردترین آنها آورده شده است:

- AWS Safety & Health Fact Sheet No.27, " Thoriated Tungsten Electrodes", Oct. 2003.
- BS EN ISO 6848:2004 Arc welding and cutting. Non consumable tungsten electrodes.
- BS EN 1011-4: Welding – Recommendations for Welding of Metallic Materials. Part 4: Arc Welding of Aluminium and Aluminium Alloys.
- ANSI/AWS A5.12:1998 Specification for Tungsten and Tungsten Alloy Electrodes for Arc Welding and Cutting
- IIS/IIW-VIII 1582-91 Estimated Radiation Doses From Thorium and Daughters Contained in Thoriated Welding Electrodes
- IIS/IIW VIII 1702-93 Health Aspects in the Use of Thoriated Tungsten Electrodes.

منابع:

- سعید قدرتی، "راهنمای کامل جوشکاری آرگون **GTAW**"، شرکت اورین.
- W.H.Kearns, "**AWS Welding Handbook**", Vol.2, 7th ed.
- **AWS Safety & Health Fact Sheet No.27, " Thoriated Tungsten Electrodes"**, Oct. 2003.
- امیر حسینی کلورزی، "الکترودهای تنگستن تریوم دار"، وبلاگ مهندسی جوش، www.weldeng.net
- Dr.-Ing. Winkler, "**The Welding Engineer's Current Knowledge**", SLV Duisburg, 2004.
- TWI FAQ, "**The use of thoriated tungsten electrodes**", www.twi.co.uk, 2006.
- Health and Safety Executive OC 564/6, "**thoriated tungsten electrodes**", 1995.
- "**Welding Rods (Thoriated Tungsten Electrodes)**", Integrated Environmental Management, Inc, 2001.
- John Norrish, "**Advanced Welding Processes**", UK, 1992.
- Heinrich KUNZ Georges PILLER, "**Substitution of Thoriated Tungsten Electrodes in Switzerland**", ECNDT, 2006.