

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



الکترودها

خصوصیات کاری الکترودها:

مواد تشکیل دهنده روپوش الکترودها تنها خواص فیزیکی و شیمیایی جوش را تعیین می کند . بلکه خصوصیات کاری الکترودها را نیز روشن می سازد . استفاده از الکترودهای مختلف نیاز به فنون مختلفی دارد بنابراین این الکترودها را می توان مطابق خصوصیات کاری و شرایط اتصالات جوش شونده به عنوان پر کن، پی گیر سریع و شکل گیر سریع طبقه بندی نمود.

الکترودها پر کن سریع: الکترودها پرکن سریع سرعت جوشکاری بالایی دارد و نقطه مقابل الکترودها شکل گیر سریع (الکترودها با انجماد سریع) می باشد . گروه الکترودها پر کن سریع شامل الکترودهای روپوش دار ضخیم، پودر آهنی می باشند . که بطور گسترده ای برای جوش های گلوئی و شیاری عمیق مورد استفاده قرار می گیرند . الکترودها پر کن سریع به طور ویژه ای برای جوشکاری سریع در حالت تخت طراحی شده است . سرعت جوشکاری آن زیاد پاک کردن سرباره آن آسان است . بریدگی کناره کمی دارد و قوس آن نرم و نفوذ آن کم است . یعنی به مقدار کمی فلز مینا و فلز جوش را مخلوط می نماید . ظاهر جوش خیلی صاف است . رویه تخت تا قدری محدب دارد و پاشیدگی آن کم است . بعضی از این الکترودها برای جوشکاری حالت غیر عادی تدارک شده اند که خصوصیات منجمد شوندگی آنها سریع تر است مثل الکترودها Exx14 الکترودهای

Exx24 و Exx27 عموماً برای جوشکاری گلوئی های تخت و شیاری بکار برده می

شوند .

الکتروده پی گیر سریع :این گروه از الکترودها به عنوان الکترودهای پر کن - زودگیر نیز معروف هستند . آنها خصوصیات ترکیبی پرکنی سریع و شکل گیری سریع را دارا می باشند . در انجام جوشهای لب رولب یا جوشهای ورق نازک فلزی برای تشکیل جوش ، فلز اضافی کمی لازم است . اقتصاد ترین را جوشکاری این نوع اتصال حرکت سریع می باشد به علت آن که بدنال حرکت قوس ، لازم است هرچه سریعتر چاله تشکیل شود . این نوع الکترودها به الکترودهای پی گیر سریع معروف هستند . این الکترودها قوس نسبتاً قوی و نفوذ متوسط دارد . این الکترودها همراه با شدت جریان کمتر و ورودی حرارت کمتر ، مساله سوختگی درونی را کاهش میدهد . عموماً الکترودهای پی گیر سریع به عنوان الکترودهای قطبیت مستقیم معروف هستند ولی می توانند با جریان متناوب نیز کار کنند . این الکترودها سرباره کاملی دارند و مهره های جوش فلس های صاف دارد . این نوع الکترودها در کارگاه های تولیدی مصارف عمومی داشته و برای کار تعمیر نیز به طور گسترده استفاده می شوند . در کارگاههای که با ورق نازک سروکار دارند از الکتروده پی گیر سریع برای جوشکاری عمومی به صورت سرازیر استفاده می کنند مثال : این الکترودها برای جوشکاری با جریان مسقیم Exx12 و برای جوشکاری با جریان متناوب Exx13

الکتروده شکل گیر سریع : الکترودهای شکل گیر سریع یا الکتروده با انجماد سریع جوشی تولید می کند که بسرعت منجمد می شود و شکل می گیرد . این نوع موضوع

برای جوشکاری در حالت‌های عمودی و سقفی حائز اهمیت است و از ریزش فلز مذاب جلوگیری می‌شود. الکترودهای شکل گیر سریع قوس قوی و نفوذ عمیق دارند و به الکترودهای با قطبیت معکوس معروفند گرچه بعضی از آنها با جریان متناوب هم کار می‌کنند. سرباره این الکتروده کم است و مهره‌های تخت تولید می‌کنند. با چند استثنا این الکترودها جوشکاری عکسی (کنترل کیفیت جوش با پرتونگاری) تولید می‌کنند. و در کارهای کدی لوله و مخزن تحت فشار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این الکترودها در ساخت و تعمیر برای جوشکاری در همه حالتها به طور گسترده ای به کار برده می‌شود.

الکتروده مرکب: بعضی از اتصالات خصوصیات الکترودهای پر کن سریع و شکل گیر سریع را جا لازم دارند بهترین الکترودهای شکل گیر سریع یا الکترودهای با انجماد سریع الکترودهای Exx10 و Exx11 هستند. الکتروده پودر آهنی و مناسب برای همه حالتها که خصوصیات پر کنی سریع و انجماد سریع را با هم دارد آنرا الکتروده Exx14 می‌باشند. الکتروده Exx14 حالت پر کنی سریع دارد. نه به اندازه Exx10 انجماد سریع دارد بلکه ترکیبی بین این دو می‌باشد و از این رو الکتروده Exx14 الکتروده مرکب گفته می‌شود.

الکتروده کم هیدروژن: روپوش این الکترودها کم هیدروژن یا عملایی هیدروژن هستند. الکترودهای کم هیدروژن جوشهای بدون ترک ریز و زیر مهره ای تولید می‌کنند و قابلیت نرمی استثنائی دارند.

در جوشهای فولادهای گوگرد دار تخلخل ایجاد ننموده و جوشها از نظر پرتو نگاری دارای کیفیت مطلوبی هستند . به دلیل آنکه استفاده از الکتروده کم هیدروژن نیاز به گرمایش را کاهش میدهد مصرف عمده آن در جوشکاری فولادهای سخت جوش و فولادهای آلیاژی با مقاومت کششی بالا می باشد.

E7015 E7016 E7018 E7028 به عنوان مثال: این الکترودها عبارتند از:

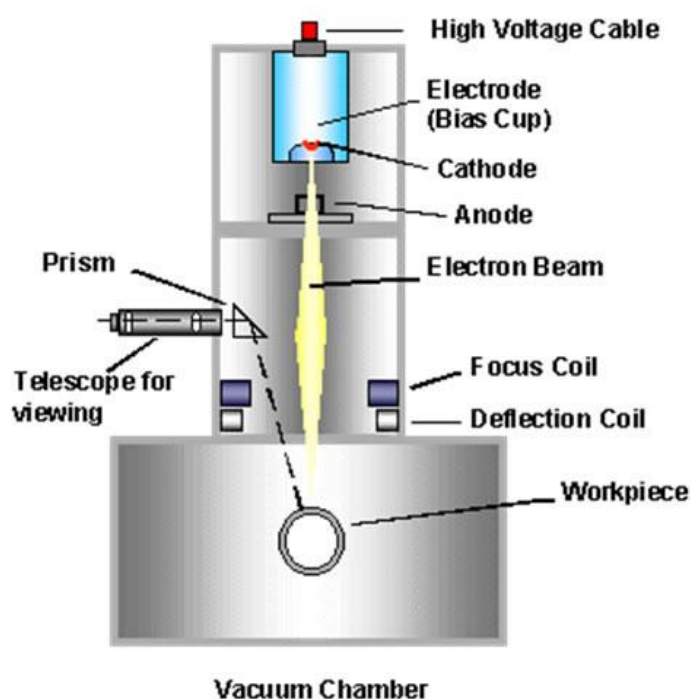
Exx18 و Exx28

الکتروده پودر آهنی : پودر آهن در روپوش بسیاری از الکترودها اضافه می شود . پودر آهن در حرارت شدید قوس تبدیل به مذاب شده و به فلز جوش استفاده میشود . وقتی پودر آهن در مقادیر نسبتا زیاد ۳۰ درصد بیشتر به روپوش اضافه میشود سرعت جوشکاری بطور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد و پاک کردن سرباره آسان تر می گردد . ظاهر جوش خیلی صاف است . مثال : برای الکترودهای پودر آهنی می توان الکترودهای E7024 , E7028 , E7027 را نام برد .

زاویه دادن به الکتروده در وضعیت های مختلف جوشکاری Electrode Angle علاوه بر سه حرکت اشاره شده در بالا جوشکار باید الکتروده را با زاویه ، معین و مشخص نسبت به سطح کار و امتداد جوش نگه دارد . زاویه بین الکتروده با خط عمود بر جوش در صفحه طولی را زاویه راهنما Lead angle و زاویه الکتروده با خط عمود بر جوش در صفحه عرضی را زاویه کار می گویند . وضعیت صحیح الکتروده باعث کاهش ذرات حبس شده سرباره در جوش و تقلیل زیر جوش under cUT می شود . در میانه کار معمولا جوشکار باید برای قرار دادن الکترودهای جدید قوس را چندین بار

مرتبا قطع کند . اگر قوس در نتیجه عقب کشیدن آنی الکتروود قطع شود حفره ای کاسه شکل بدون اینکه از فلز مذاب کافی پر شود ایجاد می گردد که شبیه دهانه آتش فشان می باشد و احتمال ایجاد عیوب در این ناحیه زیاد است برای جلوگیری از وقوع این دهانه بر روی باند جوش در خاتمه هر الکتروود بهتر است الکتروود را به آهستگی به عقب در سر تا سر گرده جوش کشیده و همزمان طول قوس را افزایش داد . قبل از شروع الکتروود بعدی باید این ناحیه را تمیز کرد تا از محبوس شدن سرباره اجتناب شود . قوس در الکتروود بعدی پیشاپیش دهانه شروع و به عقب برگشت داده تا انتهای قبلی باند جوش را در بر گیرد . نقطه تعویض الکتروود یک منبع جدی برای تجمع سرباره و حباب گاز و فقدان ذوب کامل جوش است . این قسمت از عملیات جوشکاری احتیاج به مهارت زیاد دارد تا بتوان جوش با کیفیت خوب تولید نمود . همانطور که قبلا اشاره شد انتهای الکتروود باید به اندازه کافی به کار نزدیک باشد تا قطرات مذاب مستقیم از الکتروود به حوضچه جوش منتقل شود . طول قوس فاصله بین انتهای الکتروود و حوضچه جوش است که تا حدودی تابع نوع پوشش الکتروود و شرایط کار می باشد . به طور کلی طول قوس نباید از قطر هسته الکتروود بیشتر باشد و جوشکار باید با مهارت و تجربه ای که دارد آنرا کنترل کند . طول قوس کنترل کننده ولتاژ قوس بوده و بر سرعت پیشرفت جوش و راندمان آن تاثیر می گذارد . با قوس کوتاه شدت جریان افزایش یافته و در نتیجه نرخ رسوب زیاد می شود . در حالیکه قوس بلند احتمال اکسیده و نیترو شدن مذاب را بیشتر کرده و مقداری حرارت قوس تلف شده و تولید جرقه به مراتب بیشتر می شود . اگر لازم است که چندین پاس و لایه جوش کناره و یا

روی هم رسوب داده شود باید توجه داشت که سرباره از روی لایه های قبلی کاملاً پاک شود در مواردی که پاس ها کنار یکدیگر قرار می گیرند به منظور حذف زاویه تندبین دو پاس و کاهش موضع تمرکز تنش حاصل از آن الزامی است



اجزا ماشین جوشکاری پرتو الکترونی

یک تفنگ الکترونی که پرتو کنترل شده الکترونی تولید میکند

یک محفظه خلا با تجهیزات و پمپ های مربوطه

یک دستگاه که پرتو را در امتداد خط اتصال حرکت می دهد یا قطعه کار را زیر تفنگ

الکترونی جابه جا مینماید

ستون دید الکترون

ستون دید الکترون شامل تفنگ الکترونی، چشمی الکترون و سیستم دید می باشد.

تفنگ الکترونی خود شتاب دهنده است.

الکترونها از فیلمان تنگستن حرارتی یا کاتد تابش می یابند و به صورت الکتروستاتیک

توسط یک شبکه انحراف دهنده، به پرتو تبدیل میشود و توسط آند شتاب می یابند.

آند و دیگر اجزای زیر آن شامل قطعه کار در پتانسیل زمین هستند. ولتاژ کاتد تا

150000 ولت قابل تغییر است. بنابراین یک ولتاژ شتاب دهنده مثبت برای الکترون ها

تولید می کند. جریان پرتو وابسته به ولتاژ شتاب دهنده با کنترل خروجی ولتاژ مورد نیاز

برای شبکه شتاب دهنده کنترل می شود.

تجهیزات افزودن سیم جوش

تجهیزات اضافه کردن سیم جوش یا شبیه فرایند سیستم تغذیه سیم جوش در فرایند

جوشکاری قوس تنگستن ساخته می شود یا اینکه به طور خاص جهت محفظه خلا

طراحی می گردد. قطر سیم جوش عموماً کوچک و ۰.۰۲ اینچ یا کمتر است. سیستم

تغذیه سیم باید قابلیت تغذیه یکنواخت سیمهای با قطر کوچک را داشته باشد تا سیم

را به طرف لبه ها و حوضچه مذاب کوچک هدایت نماید.

مشخصات الکترودها

در جوشکاری مشخصات الکترودها با یک سری اعداد مشخص می گردند. اعداد مشخصه به ترتیب زیر می باشد.

E 60 10

E = جریان برق

= 60 کشش گرده جوش بر حسب پاوند بر اینچ مربع

= 1 حالات مختلف جوشکاری

= 0 نوع جریان می باشد .

علامت اول

در علائم الکترودها بالا E مشخص می نماید که این الکترودها برای جوشکاری برق بوده با استفاده می شود (بعضی از الکترودهای پوشش دار هستند که در جوشکاری با اکسی استیلن از آنها استفاده می شوند مانند (FC18).

علامت دوم

عدد 6 و 0 یعنی مشخصه فشار کشش گرده جوش بر حسب پاوند بر اینچ مربع بوده بایستی آن را در ۱۰۰۰ ضرب نمود یعنی فشار کشش گرده جوش این نوع الکترودها ۶۰۰۰۰ پاوند بر اینچ مربع است .

Kg/mm²

www.iran-mavad.com

مرجع داتلود رایگان مهندسی مواد و متالورژی

علامت سوم

حالات جوش را مشخص می کند که همیشه این علامت ۱ یا ۲ یا ۳ می باشد .
الکترودهائی که علامت سوم آنها ۱ باشد در تمام حالات جوشکاری می توان از آنها استفاده کرد. و الکترودهائی که علامت سوم آنها عدد ۲ می باشد در حالت سطحی و افقی مورد استفاده قرار می گیرند. الکترودهائی که علامت سوم آنها ۳ باشد تنها در حالت افقی مورد استفاده قرار می گیرند.

انواع الکتروده برای جوشکاری در تمام حالات مخصوصاً سربالا

استاندارد آما ۴۲۱/۱ م ج

رنگ شناسائی : انتها – سورمه ای سیر

الکتروده روتیلی روپوش متوسط برای فولادهای ساده در تمام حالات مخصوصاً جوش سربالا و بالاسر و حالات اجباری، دارای اکسید آهن.

دارای گواهی از لویدز ژرمن

جوش دادن با این الکتروده بسیار آسان است و سرباره آن بخوبی پاک می شود – قوس آرام دارد – گرده جوش تمیز است و حالات مختلف را با شدت جریان ثابت بخوبی جوش می دهد.

انواع الکتروود برای جوشکاری در تمام حالات مخصوصاً سربالا

استاندارد آما ۴۲۱/۱ م ج

استاندارد آمریکائی AWS.E 6013 :

رنگ شناسائی : انتها - زرد

الکتروود با روپوش متوسط روتیلی برای جوشکاری فولادهای معمولی در ساختمان اسکلت های فلزی - خرپاها- پل سازی - در و پنجره سازی - ورق کاری و سایر کارهای آهنی - این الکتروود را می توان برای جوشکاری درهمه حالات (عمودی - افقی - و بالاسر) استفاده نمود . محل جوش نرم است و بخوبی قابل براده برداری یا چکش کاری می باشد .

دارای گواهی از لویدز ژرمن و دانشکده پلی تکنیک تهران و هنرستان صنعتی تهران.

انواع الکتروود مخصوص جوشکاری مخازن - ماشین سازی - پل سازی و کشتی

سازی

استاندارد آما ۱/۴ + ۵۰ ک ج

استاندارد آمریکایی AWS.E 7018/8018 :

رنگ شناسائی : انتها - نقره ای

الکتروود قلیائی برای کارهایی که به جنس جوش فشار زیاد وارد می شود مانند مخازن دیگها - مصارف ماشین سازی - کشتی سازی - پل سازی و بناهای فولادی - قابل

کار روی فولادهای ساختمانی ، ۳۳ St ، 34 St ، 42 St ، 50 St ، 52 St ، 60 St ، 70 St و فولادهای دانه ریز با مقاومتهای ۵۰ تا ۶۲ کیلوگرم مثل فولادهای ۵۰ Fb ، 50 Hsb ، 4 Mn 19 ، 5 Mn 17 ، 39 Bh ، 154 Dillinal ، 50 Aldur ، F ، 38 Sb ، 6 Fk ، 50 Hoag ، 36 Union ، 36 Bh ورقهای دیگ سازی HIII ، HI ، HII ، ورقهای لوله سازی ، ۵۵/۴ St ، 55 St ، 8/45 St ، 5/45 St ، 45 St ، 8/35 St ، 35 St ، 4/35 St ، 35 St ، و فولادهای کشتی سازی A . B . C . D ، E و فولادهای مقاوم در سرما N 35 TT St ، N 45 TT St ، N 45 TT St ، V ، 41 TT St ، N 41 TT St ، V 35 TT St و فولادهای مقاوم در کهنگی و سرما . دارای گواهی از خط آهن دولتی آلمان فدرال و لویدز ژرمن برای فولادهای ، ۵۰ St ، 60 St ، 70 St آزمایش شده از طرف اتحادیه مراقبتهای فنی آلمان تا منهای ۸۰ درجه سانتیگراد .

این الکتروود با پاشیدن متوسط در همه حالات به آسانی جوش می خورد. فقط الکترودهای خشک مصرف شود. با قوس کوتاه جوشکاری شده و حتی المقدور کمتر نوسان دهند. سربار آن به آسانی پاک می شود. مخصوصاً ثبات فرم آن حتی در حرارتهای کم و تنشهای نامناسب جالب توجه است .

الکترودهای مخصوص رنده های ماشین تراش و صفحه تراش یافولادهای تنه بر

عملیات حرارتی

الف- تاباندن ۵ ساعت در ۸۲۰ درجه سانتیگراد

ب- آب دادن : حرارت سردکردن ۱۲۸۰ تا ۱۳۲۰ درجه سانتیگراد

وسیله سردکردن : روغن - حمام گرم - هوای خشک فشرده

حرارت حمام کردن : ۵۰۰ تا ۵۵۰ درجه سانتیگراد

حرارت رنگ گیری : ۵۶۰ تا ۵۸۰ درجه سانتیگراد

نمونه مصرف

رنده صفحه تراش طبق دین __ 4552

ساختمان یک رنده صفحه تراش نوبا __:

این فولاد بهتر از همه است زیرا دارای تمام خواص جوشکاری و آبدهی می باشد .

حتی المقدور از مصرف فولادهائی که بیش از ۰/۴۵٪ و کمتر از ۰/۳۵٪ کربن دارند

اجتناب شود .

طرز کار

الف- گرم کردن سریع ۶۰۰ تا ۷۰۰ درجه سانتیگراد

ب- جوش دادن

www.iran-mavad.com

مرجع دانش رایگان مهندسی مواد و متالورژی

د- سائیدن مقدماتی (در صورت تاباندن جهت نرم شدن عملیات براده برداری هم ممکن است)

هـ- آب دادن در حرارت ۱۲۸۰ درجه سانتیگراد (در روغن)

و- رنگ گیری نیم ساعت در ۵۶۰ درجه سانتیگراد

ز- به اندازه سائیدن

برای محدود کردن جوش روکشی قطعاتی از مس یا فلزات سبک و همچنین قطعات گرافیت پهلوی آن قرار می دهند. این قطعات کار جوش را آسان کرده و سرعت کار را زیاد می نماید .

قطعات فوق باید طوری باشند که جلوی جریان جوش را نگیرند. برای این منظور یا باید یخ خورده باشند (۴۵ درجه) و یا بین قطعات و قطعه کار ۲ تا ۳ میلیمتر فاصله باشد .

انتخاب قطر الکتروست به سطحی است که باید روکش شود.

آما ۱۱۰۵

رنگ شناسائی : انتها - زرد با خال نقره ای

استاندارد : آمریکائی E FE.5B

مخصوص تهیه و اصلاح لبه های افزارها مثل رنده های ماشین تراش و صفحه تراش .

آما ۱۱۰۵ می تواند در تهیه کارهای نو روی فولادهای ساده و در کارهای اصلاحی روی تمام افزارهای فولاد تندبر روکشی شود .

این الکتروست دارای قوس آرام است و آسان هدایت می شود جنس جوش متراکم و بدون

www.iran-mavad.com

خلل و فرج بوده سخت و پر مقاومت می باشد و عملیات حرارتی لازم ندارد ولی به هر صورت با آن عملیات سخت تر خواهد شد .

جنس جوش در هر حال قابل براده برداری نیست و فقط ممکن است با سنگ سمباده سائیده شود. در جوش روکشی به روی فولاد کربن دار وقتی بهترین نتیجه حاصل می شود که به فلز مبنا حداقل حرارت لازم جهت چسبیدن جوش برسد. برای این منظور باید حتی المقدور با جریان کم جوشکاری کرد و الکتروود را نوسان نداد. فلز مبنا باید قبلاً در حدود ۶۰۰ الی ۷۰۰ درجه سانتیگراد گرم شده باشد و هنگام جوش این حرارت حفظ شود از نظر ترکیبات خاصی که در روپوش وجود دارد با الکتروود آسیب دیده نباید جوش داد .

الکترودهای روکش سخت و مقاوم در برابر فرسودگی

رنگ شناسائی : انتها - سبز با خال سفید

الکتروود روپوش کلفت اوستنیتی همراه با کرم- نیکل - و مانگانز برای جوشکاری اتصالات عالی و ترک نخور- فولادهای بد جوش یا فولاد ریختگی .جوش روکشی ریل های تراموای سوزن خط آهن - زنجیرهای حرکت تراکتورهای زنجیری و امثال آن - قشر لائی پر مقاومت در روکشهای سخت مخصوصاً قسمتهای فرسوده شونده در فولاد سخت کرم دار مخصوص فولادهای ساده و آلیاژدار با استحکام زیاد- فولادهای احیا شده فولادهای زنگ نزن کرم دار فولادهای مقاوم در پوسته شدن - فولادهای سخت منگنز و فولادهای معمولی .

www.iran-mavad.com

مرجع دانشدو رایگان مهندسی مواد و متالورژی

دارای گواهی از خط آهن آلمان فدرال برای روکشی و جوش دادن فولاد سخت منگنز
اما ۱۰۹۰ با قوس آرام ذوب می شود در حال عادی پس از جوشکاری جنس جوش نرم
و پر مقاومت است و می تواند با عملیات سخت کننده سرد تا ۴۰۰ برینل سخت گردد.
جنس جوش به مقدار زیادی زنگ نزن و مقاوم در الکتروشیمی است. تا ۸۰۰ درجه
سانتیگراد سخت است و پوسته نمی کند.

الکترودهای مقاوم در برابر حرارت برای ساختمان تاسیسات نفتی و شیمیائی

آماچی ۱۲۴۸ ن

رنگ شناسی : انتها – سفید با خال آبی
الکترودی است با روپوش قلیائی و با ۰/۵٪ کرم و ۰/۵٪ مولیبدن مناسب برای کار به
روی فولادهای مقاوم در برابر حرارتهای زیاد و عملیات پر فشار مانند ساختمانهای
مراکز جدید تاسیسات نفتی و شیمیائی .
دارای گواهی از کارخانه شل هندی. این الکتروود جریان آرام و روان دارد سرباره آن
آسان پاک می شود و در تمام وضعیت به آسانی کار می کند. درز آن تمیز و خوش
منظره است. برای رسیدن به یک جوش بی نقص نباید الکتروود را نوسان داد و همچنین
باید حتی المقدور طول قوس را کوتاه نگهداشت. فقط باید الکترودهای خشک مصرف
کرد. در صورت مرطوب شدن الکتروودها باید آنها را دو ساعت در حرارت ۱۵۰ درجه
سانتیگراد خشک کرد و سپس به مصرف رساند .
پیش گرم کردن قطعه کار از ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد و گرم کردن آن برای رفع

تنش از ۷۲۰ تا ۷۵۰ درجه سانتیگراد توصیه می شود .

www.kan-mavad.com

رنگ شناسائی : انتها – سفید با خال سفید

استاندارد : آلمانی KB[^]IS

الکترو د قلیائی با روپوش کلفت برای جوشکاری فولادهائی که حداکثر تا ۵۵۰ درجه سانتیگراد را به طور قائم تحمل می نمایند مانند دیگها- مخزن و لوله ها و فولادهای ریخته گری مخصوص جوشکاری روی فولادهای 17Mn4,19Mn5,15Mo3,HIV و فولاد ریخته گری Gs22Mo4 و فولادهای دانه ریز با مقاومت ۵۰ تا ۶۰ کیلوگرم بر میلی متر مربع آزمایش شده از طرف اتحادیه مراقبتهای فنی آلمان- دفتر آمریکائی و لویدژرمن .

این الکترو د دارای قوس آرام و ثابت است. پاشیدن آن بسیار کم می باشد .سرباره در قطعات متوسط به آسانی پاک می شود. منظره گرده جوش تمیز است .اندازه های تا ۳/۲۵ میلیمتری آن مخصوص لایه ریز در حالات اجباری درست شده است. این الکترو د به طریقه مخصوصی با دو روپوش تهیه گردیده و در تمام حالات به استثنای از بالا به پایین قابل جوشکاری است .
(فقط الکترودهای خشک را مصرف نمائید)

الکترودهای مخصوص جوشکاری سربالا

استاندارد آما 1/322 ن ج

رنگ شناسائی : ندارد

الکترودی است برای جوشکاری در تمام حالات مخصوصاً عمودی سربالا، دارای قابلیت پل زنی خوب، با این الکترود می توان ورقهای نازک را هم بخوبی ورقهای ضخیم جوش داد. درز جوش ریز فلس بوده و بسیار تمیز است. گرده جوش کمی برجسته و بدون اثر سوختگی است. برای جوشکاری تعمیراتی و جوشکاری نوسازی در اطاق کامیون- قطعات اتومبیل - مخازن و ساختمانهای فولادی و ورقهای نازک مناسب است . برای جوشکاری همیشه طول قوس کوتاه انتخاب کنید. در جوشکاری بالا سر قطر کوچکتري انتخاب نمائيد .

استاندارد آما 1/421 م.ج

رنگ شناسائی انتها : زرد با خال قرمز

استاندارد : آمریکائی E 6013

الکترود با روپوش متوسط تیتانی برای جوش اتصالی در ساختمانهای فولادی ماشین سازی- واگن سازی- دیگ و مخزن سازی - کشتی سازی - درزهای لب به لب و گلوئی روی فولادهای ساده

st52 , st43 , st37 , st33 , st34 , st33 و فولادهای لوله سازی ۳۵ , st

st55/4 , st55 , st45/8 , st45/4 , st45 , st35/8 , st35/4 و فولاد دیگ

سازی HI, HII, HIII و فولاد کشتی سازی A, B, C و فولادهای طبق دین ۱۶۲۳ و فولاد رخته گری .

دارای گواهی از خط آهن آلمان فدرال تا ۵۲ – St لویدر ژرمن – آزمایش ده از طرف اتحادیه مراقبتهای فنی آلمان .

این الکتروود به آسانی روشن می شود. پاشیدن کم دارد- در همه حالات جوش می دهد و سرباره آن به آسانی جدا می گردد

حرکت الکتروود

پس از شروع قوس الکتریکی ، جوشکاری باید قوس الکتریکی را به داخل محل اتصال جهت دهد تا فلز جوش در محل مورد نظر رسوب داده شود . برای اینکار جوشکار باید سه حرکت را همزمان بطور یکنواخت و قابل کنترل انجام دهد که عبارت است از:

الف: تثبیت فاصله نوک الکتروود با سطح مذاب حوضچه جوش یا انطباق همزمان ذوب الکتروود و حرکت آن سوی و سمت جوش

ب: حرکت الکتروود و قوس در سر تا سر مسیر جوش که در اصل سرعت پیشرفت جوشکاری است .

ج: در صورت لزوم حرکت های زیگزاکی یا موجی متناسب با وضعیت جوش ، تا نیروی قوس فلز مذاب را در محل مورد لزوم هدایت داده نگه دارد و سر باره را نیز به اطراف

جارو کند. لازم به تذکر است که این حرکت ها باید به طریقی انجام شود تا باعث حبس شدن ذرات سرباره در جوش یا وارد شدن هوای اتمسفر به محفظه قوس نشود.

نرخ یا میزان ذوب الکترو Melting rate :

طول الکترو ذوب شده در دقیقه را نرخ ذوب الکترو می نامند . نرخ ذوب الکترو به عوامل مختلفی بستگی دارد و در شرایط مشابه (از نظر اندازه و شدت جریان) در موتورهای زناتور بیشتر از ترانسفورماتورهای یکسوکننده و در ترانسفورماتورهای یکسو کننده بیشتر از ترانسفورماتورهای AC است . برای منبع با قدرت معین نرخ ذوب با ازدیاد شدت جریان افزایش می یابد . ولی شدت افزایش در الکتروهای ضخیم تر کمتر از الکتروهای باریک است . باید توجه داشت که در شدت جریان های خیلی زیاد به علت وزش قوس و جرقه و حرارت مقاومتی زیاد در الکترو ، نرخ ذوب دوباره اندکی کاهش می یابد.

انتقال فلز از الکترو به حوضچه مذاب

انتقال فلز مذاب از الکترو مصرفی به طرف حوضچه جوش اثر مهمی بر روی استفاده فرآیند جوشکاری و قابلیت آنها برای اتصال در وضعیت های مختلف دارد . نحوه انتقال قطرات مذاب ممکن است بر روی میزان عمق نفوذ پایداری حوضچه جوش و مقدار

ترشح و جرقه نیز تاثیر داشته باشد. انواع مکانیزمهای انتقال فلز از الکتروود به حوضچه جوشی در شکل زیر نشان داده می شود.

انتقال ثقلی یا کروی

در این مکانیزم قطر قطرات ذوب شده از الکتروود مساوی یا بزرگتر از قطر الکتروود است جوشکاری با الکتروود از نوع کم هیدروژن جوشکاری قوس با گاز CO_2 با جریان بالا و جوشکاری MIG با جریان پایین این نوع انتقال فلز را دارا می باشد. در این مکانیزه جرقه یا ترشح براحتی بوقوع می پیوندد.

انتقال مدار بسته یا پلی Short Circuit Transfer : در این مکانیزم قطرات ذوب شده در انتهای الکتروود با حوضچه جوش به صورت پلی قرار می گیرند. جوشکاری قوس با گاز محافظ با جریان پایین این نوع مکانیزم انتقال را دارا می باشد. این نوع جوشکاری برای جوشکاری ورقهای نازک با عمق نفوذ کم و در جاهایی که جوشکاری یکطرفه بوده و بستر جوش با کیفیت مناسب در جهت دیگر مد نظر می باشد مناسب است.

انتقال اسپری یا انتقال ریزش شدید

در این مکانیزم قطرات با قطر کوچکتر از قطر الکتروود از میان ستون قوس به سمت حوضچه پرتاب می شوند. جوشکاری MIG با جریان نسبتا بالا و جوشکاری با الکتروود

۱. از نوع اکسید تیتانیم بالا این نوع انتقال را دارا می باشد. قوس در این حالت معمولاً پایدار بوده و جرقه کمی تولید می کند.

نیروهایی که در انتقال فلز از الکتروود به حوضچه جوش نقش دارند عبارتند از:

الف: کشش سطحی

ب: شتاب ثقل (وزن)

ج: نیروی الکترومغناطیس

د: هیدرو دینامیک در اثر جریان و جنبش گازها

معمولاً نوع انتقال به ترکیب الکتروود و فلاکس، قطر الکتروود، قطب الکتریکی، گاز محافظ و عوامل دیگر بستگی دارد. برای ثبت و مشاهده نحوه انتقال فلز از الکتروود به حوضچه جوش از دوربین های فیلمبرداری با سرعت بالا (۱۰۰۰۰ فیلم در ثانیه) استفاده می شود.

جنس هسته الکتروود

بطور کلی متریال مورد استفاده در ساخت هسته الکتروود را بدو گروه عمده تقسیم می کنند.

الف: گروه آهنی : نظیر فولاد

ب: گروه غیر آهنی : نظیر مس ، آلومینیوم

لازم به توضیح است که در گروه آهنی هم از فولاد های ساده کم کربن بهره می گیرند و هم از فولادهای آلیاژی.

مثلا برای جوشکاری فولاد های ضد زنگ از الکترودهایی استفاده می کنند . که جنس هسته آن از فولاد پر آلیاژ باشد . این الکترودها در بازار به الکترودهای استیل معروفند.

مواد سازنده پوشش الکتروود

الف: سلولز : ترکیب شیمیایی غیر کامل از خمیر چوب که تولید کننده گاز CO و H_2 می باشد.

ب: اکسید تیتانیوم که نام دیگر آن روتایل است (TiO_2) .

ج: اکسید آلومینیوم که نام دیگر آن آلومینی است (Al_2O_3) .

د: اکسید آهن.

ه: کربنات آهن - کربنات کلسیم - کربنات منیزیم.

و: فلدسپات (که ترکیبی از آلومینیم سیلیسکات است).

ز: بعضی از سیلیسکات ها که سرباره ساز هستند.

ح: بعضی از سیلیسکات ها که نقش چسب را دارند مثل سیلیکات سدیم و سیلیکات پتاسیم.

ط: فرو آلیاژ ها مثل فرمگنز و فرو سیلیس.

ی: پودر آهن از ۵ تا ۵۰ در صد.

وظایف پوشش الکتروود

الف : فضای گازی و سرباره محافظ را بوجود می آورد و حوضچه مذاب را از تماس با اتمسفر محافظت می کند.

ب: پایدار کننده قوس می باشد.

ج: وظیفه افزون برخی عناصر آلیازی را به حوضچه جوش بر عهده دارد.

د : به کمک ویسکوزیته ای که دارد شکل گرده جوش را منظم و قانونمند می کند.

ه: پوشش از سریع سرد شدن جوش جلوگیری کرده و رسیدن به خواص مکانیکی مطلوب را ممکن می سازد.

و : کاهش دهنده پاشش فلز جوش به اطراف بوده و عمل رسوب فلز را به حوضچه تسهیل می بخشد.

ز : تشکیل سرباره داده و لذا واکنش های سرباره و فلز مذاب را خواهیم داشت که این امر در تصفیه نا خالصی ها از حوضچه مذاب کمک خواهد کرد.

ح: بر روی می زان نفوذ قوس تاثیر خواهد داشت.

همانطور که می توان انتظار داشت الکترودی ساخته نشده است که کلیه خواسته ها را در تمام شرایط پاسخگو باشد بنابر این انواع گوناگون الکتروود تولید می شود که هر نوع آن مناسب برای درخواست های خاصی است. عناصر مختلفی در پوشش الکتروود بکار گرفته می شود که در هنگام ساخت الکتروود پس از انتخاب مواد پوشش آنها را مخلوط کرده و با اضافه کردن مواد چسبنده (چسب شیشه) بصورت خمیر در می آورند. سپس این خمیر را از طریق اکستروود (Extrude) بر روی میله فولادی بصورت یکنواخت پوشش می دهند و پس از خشک کردن در کوره پخته می شوند.

طبقه بندی پوشش های الکتروود ها

این طبقه بندی بر اساس استاندارد جهانی ISO ارائه شده است. بر اساس پوشش ها را به شش کلاس تقسیم می کنند.

کلاس اول یا سلولزی : پوشش این نوع الکتروودها از مقدار زیادی سلولز تشکیل شده است که در اثر سوختن آن مقداری زیاد هیدروژن و اکسید کربن به وجود می آید که

قوس و حوضچه جوش را از اتمسفر محافظت می نماید . حضور این گازها در قوس الکتریکی با قدرت (یونیزه شدن) بالا ایجاد ولتاژ بالای قوس کرده و در نتیجه انرژی تولید شده بالا بوده و موجب نرخ بالای سوختن $Burn - off \text{ rate}$ و عمق نفوذ جوش خوب می شود . قسمتس از ترکیبات سلولز در اثر حرارت مقاومتی تولید شده در هسته الکتروود حین جوشکاری تمایل به تجربه دارد . گرم شدن الکتروود هم چنین یک (افت) کوچک ولتاژ قوس شده که احیانا می تواند ترکیب شیمیایی جوش را تغییر دهد . همانطور که می توان انتظار داشت چون بیشتر مواد کربنی و سوختنی در پوشش این نوع الکتروودها است . در پایان سرباره کمی بر روی جوش باقی می ماند ولی قوس حاصل شده به علت (جت پلاسمای) قوس این مکان را به الکتروود می دهد تا در وضعیت های مختلف استفاده می شود . نبودن عناصر پایدار مننده قوس در پوشش موجب آن می شود تا این الکتروود را با جریان الکتریکی یکنواخت و قطب مثبت بکار برند .

کلاس دوم و سوم یا رتیلی: اکسید تیتانیوم به صورت طبیعی آن (رتیل) پوشش اصلی این دو نوع الکتروودها است . وجود مقدار زیادی مواد یونیزه کننده استفاده از الکتروود را آسان می سازد . در نوع دوم به علت وجود ترکیبات بازی اضافه شده روان تر بوده و برای وضعیت های دیگر هم مناسب می باشد . یک نفوذ متوسط همراه با قوس ملایم و آرامیکی از مشخصات این نوع الکتروود می باشد . به علت وجود رتیل و عناصر یونیزه کننده در پوشش الکتروود می توان این گروه الکتروودها را با جریان متناوب هم بکار برد .

کلاس چهارم یا اسیدی : پوشش این نوع الکترودها شامل اکسید ها و کربناتهای منگنز و آهن و مقداری سیلسیم می باشد . این پوشش تولید یک سرباره حجیم و روان کرده که نتیجه آن جوش با ظاهر بسیار صاف و تمیز می باشد . سرباره براحتی از روی جوش جدا می شود . هم چنین از وقوع ذرات سرباره محبوسشده در جوش چند (پاسه) می کاهد . با این الکتروده می توان از جریان یکنواخت و متناوب استفاده کرد .

کلاس پنجم یا اکسیدی : اکسید آهن به مقدار زیاد در پوشش آن است و به علت سرباره سنگین مقدار نفوذ جوش کم بوده اما جوش حاصل پخ و صاف می باشد ولی دارای استحکام کمتری نسبت به جوش حاصل از الکترودهای دیگر است .

کلاس ششم یا بازی : احتمالاً مهمترین نوع الکتروده از نظر متالورژیکی است . پوشش الکتروده شامل مقدار قابل ملاحظه ای کربنات کلسیم و فلورید آهک و فلوراسپار می باشد . به علت می زان رطوبت کم در پوشش الکتروده جوش حاصل دارای می نیمم مقدار هیدروژن شده است . همه الکترودهای هیدروژن پائین لزوماً از این نوع نیست . به علت تولید فلز جوش با هیدروژن کم ، این نوع الکتروده برای جوشکاری فولادی کم آلیاژی که در مقابل (ترک برداشتن) منطقه مجاور جوش حساس هستند . بسیار مناسب می باشد همچنین جوش حاصل مقاومت خوبی در برابر (ترک گرم) دارد و برای فولادهای ضخیم و کربن بالا نیز مناسب است . فلز جوش دارای خواص مکانیکی خوب بویژه مقاومت ضربه ای است . الکترودهای بازی ممکن است براحتی الکترودهای دیگر قابل بکار بردن نباشد . اما از آنها می توان در تمام وضعیت ها و جریان دائم متناوب استفاده کرد . چون این نوع الکتروده برای جوش با کیفیت بالا استفاده می شود . برای

www.iran-mavad.com

پائین نگهداشتن رطوبت حتی الامکان باید آنها را در جای خشک نگهداری کرد و حتی بهتر است قبل از استفاده چند ساعتی آنها را در اجاق پخت (بویزه در مورد جوشکاری فولادهای آلیاژی)

* شرط لازم برای حصول یک جوش عالی، داشتن الکتروود سالم است.*

انتخاب نوع الکتروود

عوامل موثر در انتخاب الکتروود عبارتند از: ترکیب شیمیایی فلز مورد جوشکاری: به عنوان مثال در فولادهای کربنی (بالاتر از ۰.۳۵٪ کربن) و استحکام کششی بیشتر از PSI 60000 یا به عبارتی (2 MM/Kg 42) الکتروود باید از نوع کم هیدروژن و یا الکتروود با پوشش پودر آهن و هیدروژن پائین انتخاب شود.

ب: کیفیت محل جوش: چنانچه فاصله ریشه درز اتصال باز باشد باید از الکتروودهای مشخص و معینی که سرباره حجیم ایجاد می کنند استفاده کرد.

ج: وضعیت جوشکاری: در جوشکاری حالت قائم vertical و بالای سر یا سقفی overhead تعداد معدودی از الکتروودها قابل استفاده هستند.

د: شرایط کاربری: بعنوان مثال در مواردیکه جوش باید دارای استحکام زیاد و یا استحکام ضربه ای بالا در درجات زیر صفر باشد. نوع الکتروود مصرفی با مواردی که فقط ظاهر تمیز و صاف مورد انتظار است متفاوت خواهد بود.

ه: میزان نفوذ جوش یا عمق نفوذ

www.iran-mavad.com

مرجع داتلود رایگان مهندسی مواد و متالورژی

و : هزینه جوش : هزینه عمل جوش در انواع الکترودها بر دو مبنا بر آورد و مقایسه می شود . یکی از نظر میزان بازدهی و نرخ رسوب و دیگری از دیدگاه قیمت الکترودها . الکترودهای پودر آهن دار دارای نرخ رسوب بالا و بطور کلی هزینه عمل کمتری نسبت به الکترودهای دیگر هستند هر چند که ممکن است کمی گرانتر باشند.

ز : مهارت جوشکاری : کار کردن با بعضی الکترودها راحت تر و نیاز به مهارت کمتری دارد و حتی سرعت عملیات جوشکاری بیشتر است . علاوه بر انتخاب نوع الکترودها . اندازه الکترودها از نظر اقتصادی و عملیات جوشکاری نیز حائز اهمیت و قابل توجه است که بر حسب طراحی اتصال ضخامت لایه جوش وضعیت جوشکاری حرارت داده شده مجاز (شدت جریان) و مهارت جوشکار تعیین میشود.

قاعده کلی آن است که هرگز نباید از الکترودهای که اندازه آن از ضخامت کار است استفاده کرد.

جوشکار الکترودها بزرگتر رابه علت اینکه می تواند جوش را با سرعت بیشتری با تعداد تعویض کمتری انجام دهد ترجیح می دهد و سعی می کند حتی الامکان بزرگترین اندازه الکترودها را استفاده کنند که این امر مستلزم مهارت جوشکار در تشخیص صحیح اندازه می باشد.

الکترودهای کلفت برای جوشکاری در وضعیت عمودی یا قائم و بالاسریا سقفی مناسب نیست چون کنترل حوضچه جوش حجیم در آن شرایط مشکل است . الکترودها ۰/۱۸۷۵ (۴/۵ میلیمتر) تقریبا بزرگترین الکترودهای قابل استفاده در این وضعیت ها است .

www.iran-mavad.com

مرجع دانش رایگان مهندسی مواد و متالورژی

در مورد جوشکاری ورق های ضخیم با لبه های آماده سازی شده V یا جناقی و k باید اولین " پاس " جوش از الکتروود نازک و برای ردیف های بعدی به ترتیب از الکتروود های کلفت تر استفاده کرد.

عوامل فساد الکتروود

الف : عدم هم محوری پوشش و هسته یکی از عوامل فساد است.

ب: رطوبت : بصورت مستقیم و یا غیر مستقیم ، در حین حمل و نقل یا انبارداری رطوبت جذب پوشش می شود در هر حالت چنین الکتروودی فاسد تلقی می شود . چرا که وقتی الکتروود با پوشش مرطوب را استفاده می کنیم رطوبت بخار شده این بخار باعث افزایش ترشح یا پاشیدگی شده و ضمناً رطوبت ایجاد شده باعث متخلخل شدن جوش ((porosity)) گشته و از اینها بدتر تجزیه بخار آب است که تردی هیدروژن و در نتیجه ترکیدگی سر و قطعه را در پی خواهد داشت.

میزان رطوبت و قدرت جذب رطوبت در الکتروود ها متفاوت است . الکتروود های سلولزی یا روتیلی قدرت جذب کمی دارند و اکثراً در فرایند ساخت اندکی رطوبت می گیرند . الکتروود هایی داریم که قدرت جذب رطوبت بالایی دارند مثل الکتروود های قلیایی : بسته بندی این الکتروود ها کاملاً آب بندی شده و ایزوله است بعضی از الکتروود ها را بعد از باز شدن جعبه بایستی در گرم کن یا oven قرار داده و آنها را همواره خشک نگه داشت . بطور کلی الکتروود هایی که دو رقم اول بعد از E آن بزرگتر باشد از نظر جذب رطوبت بسیار حساس هستند . اگر الکتروود مرطوب تا حد معین و مشخصی رطوبت زیاد طولانی

www.iran-mavad.com

باشد ممکن است هسته زنگ زده باشد و یا در پوشش هایی که پودر آهن دارند . پودر آهن موجود اکسد شده و در حین جوشکاری تنظیم آنالیز شیمیایی را به هم می زند گاهی اوقات در حین پروسه خشک کردن ، ترکیب پوشش تغییرات بنیادی میکند. (مثلا اگر الکتروود سلولزی تا ۴۰۰ درجه گرم شود ممکن است سلولز بسوزد واز بین برود)

الکتروود مرطوب را چگونه تشخیص میدهند :

1. به روش سنتی

a – از روی صدای برخورد الکتروود با قطعه فلزی سالم (صدای خفه میدهد)

b - با گرفتن الکتروود به سنگ و از روی گرد و خاک حاصله نم دار بودن الکتروود بررسی میشود.

2. به روش آزمایشی : اندازه گیری میزان رطوبت با روشهای شیمیایی

3. تغییر رنگ : تغییر رنگ پوشش الکتروود یا طبله زدن پوشش (در صورت بالا بودن رطوبت)

ج : عامل دیگر چربی و روغن است که الکتروودها را فاسد می کند

چربی در حین جوشکاری می سوزد و بخش عمده آن خارج می شود ولی بخش جزئی آن می ماند خصوصا در مورد فولادهای ضد زنگ چربی می تواند کربن را تغییر دهد .

www.iran-mavad.com

لذا خیلی مهم است چون ممکن است کل کربن فولاد ۰.۳٪ باشد ولی با وجود چربی این مقدار به ۴ یا ۵ صدم درصد برسد که مضر است در مورد الکترودهای چرب گرفتاری های مرطوب را نیز داریم مثل پاشش (SPLASH) و تخلخل (POROSITY) :

4 شکسته شدن پوشش الکتروود : این پدیده گاهی اوقات در پروسه ساخت صورت می گیرد اما در مواردی در ضمن حمل و نقل و استفاده و نگهداری این حالت روی میدهد . الکتروودی که پوشش آن شکسته شده ولی نریخته باشد در حین جوشکاری پوشش کنده شده و روی حوضچه می افتد و آن قسمتی که پوشش ندارد پر از حفرات و آخال اکسید ی خواهد شد.

5 نیم سوز بودن پوشش الکتروود : اگر الکتروود به کار به چسبد و جدا نشود گداخته شده و حرکت های چپ و راست جوشکار برای کندن الکتروود پوشش را خراب نموده و گداخته شدن پوشش باعث نیم سوز شدن آن می شود.

شناسایی الکتروود بر اساس کد بندی

انجمن جوشکاری آمریکا ((AWS)) برای الکتروودهای نورد شده پوشش دار مورد مصرف در جوشکاری قوس الکتریکی دستی کد بندی به صورت ذیل ارائه کرده است

: XXXX(X)E

دو رقم اول با سه رقم اول بعد از علامت)) E اگر چهار عدد بود دو رقم اول و اگر پنج عدد بود سه رقم اول (استحکام کشتی فلز جوش بر اساس واحد PSI که بر هزار تقسیم شده را نشان میدهد.

مثال E60XX: یعنی نمونه ای که از محل جوشکاری خارج شده و به ماشین وصل شده است حداقل ۶۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع استحکام کششی دارد

معمولا اعداد ذیل را دارند : ۴۵-۶۰-۷۰-۸۰-۹۰-۱۰۰-۱۲۰

اگر پنج حرفی بود X چهارم و اگر چهار حرفی بود X سوم نشان دهند موقعیت جوشکاری است

همه موقعیت ها (وضعیتها)

فقط (FLAT تخت) یا افقی ((HORIZONTAL))

فقط (FLAT تخت)