

Welding Consumables

EDEN

WELDING  
CONSUMABLES

- الکترودهای روکش دار جهت جوشکاری دستی ( MMAW )
- سیم جوش های میگ/مگ و شاخه های تیگ جهت جوشکاری با گاز محافظ (GMAW, GTAW)
- سیم جوش های توپودری (FCAW)
- سیم جوش های زیر پودری (SAW)
- اطلاعات عمومی (General Information)





الکترودهای روکش دار جهت  
جوشکاری دستی (MMAW)

- الکترودهای چدنی
- الکترودهای سخت کاری سطحی
- الکترودهای فولاد زنگ نزن



## الکترودهای روکش دار جهت جوشکاری دستی (MMAW)

## الکترودهای چدنی

## CAST IRON ELECTRODES

AWS A5.15	Chemical							AL	CU	TS	El.
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Fe	-	-	MPa	%
E St	<0.15	<0.15	<0.6	<0.04	<0.04	-	Bal.	-	-	-	-
E Ni-CI	<2.0	<4.0	<2.5	0.002	<0.03	>85	<8.0	<1.0	<2.5	276-448	3-6
E NiFe-CI	<2.0	<4.0	<2.5	0.004	<0.03	45-60	Bal.	<1.0	<1.0	400-579	6-18

انتخاب الکترودهای جوشکاری چدن خاکستری علاوه بر این موضوع که جوش تک پاس یا چند پاس خواهد بود، مستلزم در نظر گرفتن پارامتر هزینه و قابلیت ماشین کاری نیز است.

- الکترودهای ENi-CI بطور اسمی حاوی 98% نیکل است. این الکترودها به علت درصد بالای نیکل، الکترودهای گرانبهایی محسوب می‌شوند اما استفاده از این الکترودها، جوشی با قابلیت ماشین کاری مناسب پدید خواهد آورد. این الکترودها برای جوشکاری چدن‌های خاکستری و مالیبیل استفاده می‌شوند.

- الکترودهای ENiFe-CI بطور اسمی حاوی 55% نیکل است. مقدار کمتر نیکل در این الکترودها باعث اقتصادی‌تر بودن این الکترودها نسبت به الکترودهای ENi-CI می‌شود. جوش حاصل از این الکترودها معمولاً قابل ماشین کاری است اما در صورت زیاد بودن مقدار افزودنی، جوش حاصله ممکن است سخت شده و قابلیت مناسبی برای ماشین کاری نداشته باشد. در مقایسه با الکترودهای ENi-CI، این الکترودها قوی‌تر و داکتیل‌تر بوده و نسبت به مقدار گوگرد موجود در قطعه چندان حساس نیست. همچنین این الکترودها به علت ضریب انبساط حرارتی کمتر نسبت به الکترودهای ENi-CI، کمتر دچار عیب ترک ذوبی می‌شوند. این الکترودها برای جوشکاری چدن خاکستری با گرافیت لایه ای و کرومی و چدن مالیبیل استفاده می‌شوند. همچنین برای اتصال قطعات چدنی GGL و GGG به قطعات فولادی نیز می‌توان از الکترودهای ENiFe-CI استفاده کرد.

- الکترودهای EST ارزان‌ترین الکترودهای دسته از محصولات است. جوش حاصل سخت و غیر قابل ماشین کاری است اما می‌توان از سنگ‌زنی به عنوان عملیات پایانی استفاده کرد. قابلیت تشکیل و پایداری قوس در این الکترودها بسیار مناسب بوده و برای جوشکاری نیاز به تمیزکاری کامل سطح نیست. همچنین این الکترودها می‌توانند برای عملیات سطحی به صورت تک پاس و یا به عنوان لایه میانی استفاده کرد.

موارد کاربرد: جوشکاری و تعمیر قطعات چدنی مانند صنایع خودرو سازی (بدنه موتور، سرسیلندر، پیستون)، تجهیزات کشاورزی، راه آهن، ریخته‌گری قطعات چدن (جهت حذف عیوب ناشی از عملیات ریخته‌گری).

این فرآیند در حال حاضر بیشترین کاربرد را در صنایع مختلف ماشین سازی و تولید سازه‌های فولادی بر عهده دارد. با استفاده از این روش، جوشکار می‌تواند اتصال آلیاژهای فولادی کربنی، کم آلیاژ و فولادهای زنگ نزن، انواع چدن، آلیاژهای آلومینیوم، مس، نیکل، کبالت و ... را به خوبی انجام دهد.

قوس الکتریکی عبارت است از تخلیه بار الکتریکی بین دو قطب و یونیزه شدن گاز موجود در منطقه قوس. در این روش انرژی لازم برای اتصال از تشکیل قوس اشاره شده بین دو قطب به دست می‌آید. لازم به ذکر است که برای تشکیل قوس، وجود فاصله‌ای حدودی ۳ میلی‌متر بین الکترودها و قطعه کار ضروری است.

در این سیستم جریان الکتریسیته که معمولاً از برق شهر تأمین می‌شود توسط منبع قدرت (دستگاه جوشکاری) تقویت شده، شدت جریان متناسب با قطر الکترودها و شرایط اتصال تنظیم می‌گردد. در این روش الکترودها که نقش واسطه را بر عهده دارد از دو قسمت سیم و پوشش تشکیل شده است و با توجه به جنس و مشخصات قطعات مورد اتصال انتخاب می‌گردد.

قطر الکترودها بر حسب نوع اتصال، نوع درز، ضخامت قطعه‌ی کار، وضعیت جوشکاری و مهارت جوشکار تعیین می‌شود. قانون کلی آن است که هرگز نباید از الکترودهای که قطر آن بیشتر از ضخامت قطعه کار است استفاده نمود. الکترودهای قطور جهت جوشکاری در وضعیت قائم و بالای سر مناسب نیستند زیرا کنترل حوضچه مذاب جوش بزرگ در آن شرایط مشکل است. در جوشکاری درزهای جناغی و لاله‌ای باید برای پاس اول از الکترودهای نازک و برای پاس‌های بعدی از الکترودهای قطور استفاده گردد.

## مزایا و معایب روش جوشکاری با الکترودهای دستی نسبت به سایر روش‌های جوشکاری:

معایب	COVERED ELECTRODES	مزایا
- نرخ رسوب کم (حدود ۳ کیلوگرم در ساعت)		- امکان انجام جوشکاری در محوطه باز
- نیازمند تعویض الکترودها است که در نتیجه زمان جوشکاری و تعداد محل‌های شروع مجدد بیشتر می‌شود که این محل‌ها مستعد بروز عیب می‌باشند.		- امکان انجام جوشکاری روی قطعات زنگ زده جزئی
- موجود نبودن الکترودهایی با آلیاژ سرب، قلع و روی به علت حرارت شدید قوس برای آن‌ها		- امکان انجام جوشکاری در تمام وضعیت‌ها
- افزایش بیش از حد آمپراژ در این روش به علت بالا بردن سرعت جوشکاری باعث شکستن پوشش الکترودها می‌گردد.		- امکان جوشکاری اکثر فولادهای کربنی و آلیاژی
- پرتی و دورریز ته الکترودها و روپوش		- پرکاربرد بودن در جوش‌های کوتاه در پروسه تولید، نگهداری، تعمیرات و مناسب برای ساختارهای کارگاهی.
- الکترودهای دستی نیز از بزرگترین معایب این روش است.		- دارای تجهیزات نسبتاً ساده، ارزان و قابل حمل.



## SURFACE HARDENING ELECTRODES

## الکترودهای سخت کاری سطحی

AWS A5.13	DIN 8555	Chemical composition %										Hardness of pure metal HRC
		C	Cr	W	Co	Ni	Si	Mo	Mn	Fe	Others	
E CoCr A		0.7-1.4	25.0-32.0	3-6	bal	Max 3.0	Max 2.0	Max 1.0	Max 2.0	Max 5.0	Each 0.5	40-42
E CoCr B		1.0-1.7	25.0-32.0	7-9.5	bal	Max 3.0	Max 2.0	Max 1.0	Max 2.0	Max 5.0	Each 0.5	48-50
E CoCr C		1.75-3.0	25.0-33.0	11-14	bal	Max 3.0	Max 2.0	Max 1.0	Max 2.0	Max 5.0	Each 0.5	54-56
E 7-UM-200-KP		0.5-0.9	Max 0.5	-	-	2.75-6.0	Max 1.3	-	11-16	Bal.	(P+S) 0.03	41-54
E 6-UM-60		0.4	6.00	-	-	-	0.4	0.6	0.5	Bal.	-	57-62
E 6-UM-60 GP		0.7	8.00	-	-	-	0.4	0.6	0.6	Bal.	V 0.5	55-60
E 10-UM-60 GR		5.0	35.0	-	-	-	4.0	-	-	Bal.	-	57-60
E 10-UM-60 GRZ		3.0	33.0	-	-	-	1.0	-	-	Bal.	-	55
E 10-UM-65 G		4.0	34.1	-	-	-	1.0	-	1.2	Bal.	(W+V+Mo+Nb) 3	48-54
E 10-UM-65 GR		5.8	21.0	2.5	-	-	1.9	6.0	0.3	Bal.	Nb 6.0, V 1.2	63

الکترودهای این گروه برای سخت کاری سطحی و تعمیر قطعات استفاده می‌شوند. در بیشتر صنایع، قطعات فلزی تحت فرآیندهای مختلف سایش قرار دارند. سایش ایجاد شده موجب تغییر ابعاد، ایجاد کندگی و کاهش کارایی قطعه فلزی می‌شود. از آنجایی که تعویض این قطعات مستلزم صرف هزینه‌های بسیار زیاد می‌باشد بنابراین به منظور کاهش هزینه‌ها از عملیات سخت کاری سطحی جهت تعمیر، بازسازی و افزایش عمر مفید قطعات استفاده می‌شود. در این روش با استفاده از ایجاد لایه‌ای سخت و مقاوم به سایش در سطح قطعه، عمر کاری قطعه افزایش می‌یابد.

از جمله موادی که قابلیت سخت کاری سطحی دارند می‌توان به فولادهای کربنی ساده، کم آلیاژ، زنگ‌نزن، چدن‌ها، آلیاژهای پایه نیکل و آلیاژهای پایه مس اشاره کرد. موادی که برای سخت کاری سطحی استفاده می‌شوند معمولاً آلیاژهای پایه آهنی هستند که به سه دسته کلی آلیاژهای آهنی مارتنزیتی، آستنیتی و کاربیدی تقسیم می‌شوند:

- آلیاژهای آهنی مارتنزیتی بعد از جوشکاری به سختی مورد نظر دست پیدا می‌کنند و برای مواردی که سایش فلز با فلز وجود دارد مناسب هستند.

- آلیاژهای آهنی آستنیتی معمولاً بعد از عملیات جوشکاری نرم هستند و درحین کار، سخت می‌شوند. این دسته از مواد مقاومت بالایی در برابر ضربه دارند.

- آلیاژهای آهنی کاربیدی دارای کسر حجمی بالایی از ذرات سخت کاربید هستند که درون زمینه چقرمه و نرم قرار گرفته اند. سختی بالای ذرات کاربید به همراه چقرمگی زمینه باعث می‌شود که این آلیاژها مقاومت بسیار بالا در برابر سایش خراشان و ضربه داشته باشند.

در مواردی که دمای کاری قطعات سخت کاری سطحی شده بالا باشد به جای استفاده از الکترودهای پایه آهن، از الکترودهای پایه کروم جهت عملیات سخت کاری استفاده می‌شود. بعلاوه نرخ بالای رسوب، در دسترس بودن مواد مصرفی، قابلیت جوشکاری در مناطق دور از دسترس، اقتصادی بودن و تنوع فراوان الکترودها، فرآیند جوشکاری قوس الکتریکی با الکترودهای دستی متداول‌ترین روش برای عملیات سطحی و رسوب دادن لایه سخت در قطعات بزرگ فولادی می‌باشد.

موارد کاربرد: صنایع سیمان، معدن، فولادسازی، ریل و راه آهن، نیروگاهی، کشتی‌سازی، چوب بری و نساجی، قند و نیشکر و ...



## الکترودهای فولاد زنگ نزن

## STAINLESS STEEL ELECTRODES

AWS A5.4	type	Chemical composition %										YS MPa	TS min MPa	El. min %	I J
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	Others				
E 307	16	0.04-0.14	<1.0	3.30-4.75	<0.04	<0.03	18-21.5	9.0-10.7	<0.75	0.5-1.5	-	440	590	30	47(+20°C)
E 308	16	<0.08	<1.0	0.5-2.5	<0.04	<0.03	18-21	9.0-11.0	<0.75	<0.75	-	410	550	35	74(0°C)
E 308 L	16	<0.04	<1.0	0.5-2.5	<0.04	<0.03	18-21.0	9.0-11.0	<0.75	<0.75	-	410	520	35	78(0°C)
E 308 H	16	0.04-0.08	<1.0	0.5-2.5	<0.04	<0.03	18-21.0	9.0-11.0	<0.75	<0.75	-	400	550	35	79(0°C)
E 309	16	<0.15	<1.0	0.5-2.5	<0.04	<0.03	22-25.0	12.0-14.0	<0.75	<0.75	-	410	550	30	62(0°C)
E 309 L	16	<0.04	<1.0	0.5-2.5	<0.04	<0.03	22-25.0	12.0-14.0	<0.75	<0.75	-	410	520	30	67(0°C)
E 309 LMo	16	<0.04	<1.0	0.5-2.5	<0.04	<0.03	22-25.0	12.0-14.0	<0.75	2.0-3.0	-	450	520	30	65(0°C)
E 310	16	0.08-0.2	<0.75	1-2.5	<0.03	<0.03	25-28.0	20.0-22.5	<0.75	<0.75	-	-	550	30	-
E 312	16	<0.15	<1.0	0.5-2.5	<0.04	<0.03	28-32.0	8.0-10.5	<0.75	<0.75	-	625	600	22	-
E 316	16	<0.08	<1.0	0.5-2.5	<0.04	<0.03	17-20.0	11.0-14.0	<0.75	2.0-3.0	-	410	520	30	80(0°C)
E 316 L	16	<0.04	<1.0	0.5-2.5	<0.04	<0.03	17-20.0	11.0-14.0	<0.75	2.0-3.0	-	420	490	30	83(0°C)
E 347	16	<0.08	<1.0	0.5-2.5	<0.04	<0.03	18-21.0	9.0-11.0	<0.75	<0.75	8XC-1.0	470	520	30	-
E 410	16	<0.12	<0.9	<1.0	<0.04	<0.03	11-13.5	<0.7	<0.75	<0.75	-	290	450	20	-
E 410 NiMo	15	<0.06	<0.9	<1.0	<0.04	<0.03	11-13.5	4.0-5.0	<0.75	0.4-0.7	-	500	760	15	47(+20°C)
E 420	16	0.25-0.4	<0.5	0.22	<0.04	<0.03	12-14.0	<0.6	<0.75	<0.75	-	-	-	-	-
E 430	16	<0.1	<0.9	<1.0	<0.04	<0.03	15-18.0	<0.6	<0.75	<0.75	-	300	450	20	5(0°C)
E 2209	16	<0.04	<1.0	0.5-2.0	<0.04	<0.03	21.5-23.5	8.5-10.5	<0.75	2.5-3.5	N 0.15	670	690	20	72(-50°C)
E 2594	16	<0.04	<1.0	0.5-2.0	<0.04	<0.03	24.0-27.0	8.5-10.5	<0.75	3.5-4.5	0.2-0.3	750	758	15	40(-50°C)

الکترودهای این گروه برای جوشکاری فولادهای زنگ نزن به کار می‌روند. فولادهای زنگ نزن در مواردی که مقاومت در برابر خوردگی و مقاومت در دماهای بالا لازم است، مصرف می‌شوند. سری‌های ۳XX و ۴XX از جمله فولادهای زنگ نزن پرمصرف هستند. فولادهای زنگ نزن سری ۳ با داشتن عناصر آلیاژی کروم و نیکل، دارای ساختار آستنیتی بوده و قابلیت سخت کاری ندارند. فولادهای زنگ نزن سری ۳ غیرمغناطیسی هستند و جذب آهن ربا نمی‌شوند که در اصطلاح فولادهای نگیر نامیده می‌شوند. فولادهای سری ۴ دارای عنصر آلیاژی کروم می‌باشند و ساختار فریتی یا مارتنزیتی دارند. این فولادها خاصیت مغناطیسی داشته و جذب آهن ربا می‌شوند.

مقاومت فولادهای زنگ نزن در برابر خوردگی، ناشی از وجود لایه نازک، پیوسته و پایدار اکسید کروم و اکسید نیکل است که سطح فلز را در بسیاری از محیط‌های خورنده محافظت می‌کنند. این خاصیت تنها در فولادهایی که بیشتر از ۱۰٪ کروم دارند دیده می‌شود و اگر مقدار کروم فولاد کمتر از این مقدار باشد این لایه سطحی به وجود نمی‌آید. گروه‌های اصلی این فولادها، فولادهای زنگ نزن مارتنزیتی، زنگ نزن فریتی و زنگ نزن آستنیتی هستند.

فولادهای زنگ نزن مارتنزیتی در اصل فولادهای ساده کرومی حاوی ۱۷-۱۲ درصد کروم هستند. فولادهای زنگ نزن مارتنزیتی مغناطیسی، آسان تراش، چقرمه و مقاوم در برابر خوردگی در محیط هوا و برخی مواد شیمیایی هستند. فولادهای زنگ نزن فریتی نیز فولادهای ساده کرومی بوده و حاوی ۲۷-۱۴ درصد کروم هستند. این فولادها مغناطیسی بوده و کربن کمتر و کروم بیشتری نسبت به نوع مارتنزیتی دارند. همچنین نسبت به نوع مارتنزیتی مقاومت به خوردگی و قابلیت ماشین کاری بهتری دارند و لذا در ساخت مخازن مواد شیمیایی و غذایی بسیار پرکاربرد می‌باشند.

- فولادهای زنگ نزن آستنیتی کروم- نیکل (۳۰۰) و یا کروم- نیکل- منگنز (۲۰۰) هستند. این دسته در شرایط تابکاری شده، غیر مغناطیسی هستند اما استفاده از کار سرد برای بهبود خواص مکانیکی ممکن است کمی خواص مغناطیسی در آن‌ها ایجاد کند. فولادهای زنگ نزن آستنیتی در میان فولادهای زنگ نزن بیشترین استحکام در دمای بالا را داشته و در برابر پوسته شدن مقاومند. معمولاً مقاومت فولادهای آستنیتی در برابر خوردگی از فولادهای فریتی و مارتنزیتی بیشتر است.

الکترودهای مربوط به جوشکاری فولادهای زنگ نزن در روش دستی غالباً روتیلی و بازی هستند. الکترودهای مربوط به این دسته خواص بسیار متنوعی دارند که باید بسته به نوع و محیط کاربرد سازه یا قطعه مورد نظر انتخاب گردند. به عنوان مثال، برای کاربرد فولاد زنگ نزن آستنیتی 316 و 316L در محیط اسیدی، الکترودهای روتیلی با مفتول مغزی فولاد کم کربن و حاوی نیکل، کرم و مولیبدن توصیه می‌شود.

تفاوت اصلی بین الکترودها و سیم‌جوش‌های فولاد زنگ نزن، در پوشش مورد استفاده در این الکترودها است. هرکدام از پوشش‌های مورد استفاده برای الکترودهای فولادهای زنگ نزن ویژگی‌های منحصر به فرد خود را دارد که بیشتر به حالت جوشکاری و سیالیت فلز جوش مربوط است. چندین نوع پوشش برای ساخت این الکترودها استفاده می‌شود که در ادامه بیشتر به آن‌ها پرداخته خواهد شد:

- پوشش نوع ۱۵: این نوع پوشش از نوع قلیایی است که برای قطبیت DC+ طراحی شده است. سرباره تولید شده، سبک تر از دو نوع دیگر بوده و برای تمام حالات جوشکاری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- پوشش نوع ۱۶: این نوع پوشش از نوع پایه روتیلی است که هم برای قطبیت AC و هم DC قابل استفاده است و معمولاً برای تمام حالات جوشکاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع پوشش توانایی تحمل به ترک گرم را بالا برده و قوسی پایدار بوجود می‌آورد. پاشش کم و تشکیل قوس آسان از دیگر ویژگی‌های الکترودهای با این پوشش می‌باشد.

- پوشش نوع ۱۷: این نوع پوشش به غیر از روتیلی شامل اکسید سیلیسیم نیز هست که افزودن سیلیسیم به پوشش، باعث بالارفتن سیالیت حوضچه مذاب می‌شود. این پوشش نیز، هم در قطبیت AC و هم DC قابل استفاده است. یکی از ویژگی‌های اصلی این پوشش بالابردن سیالیت فولادهای زنگ نزن است که در مقایسه با فولادهای کربنی، سیالیت کمتری دارند.

به دلیل کاربرد گسترده فولادهای زنگ نزن، الکترودهای فولادهای زنگ نزن در بیشتر صنایع جهت جوشکاری فولادهای زنگ نزن استفاده می‌شوند. انتخاب الکترودها مناسب جوشکاری به جنس و محیط کاربرد قطعه مورد نظر بستگی دارد.

الکترودهای فولادهای زنگ نزن خاص:

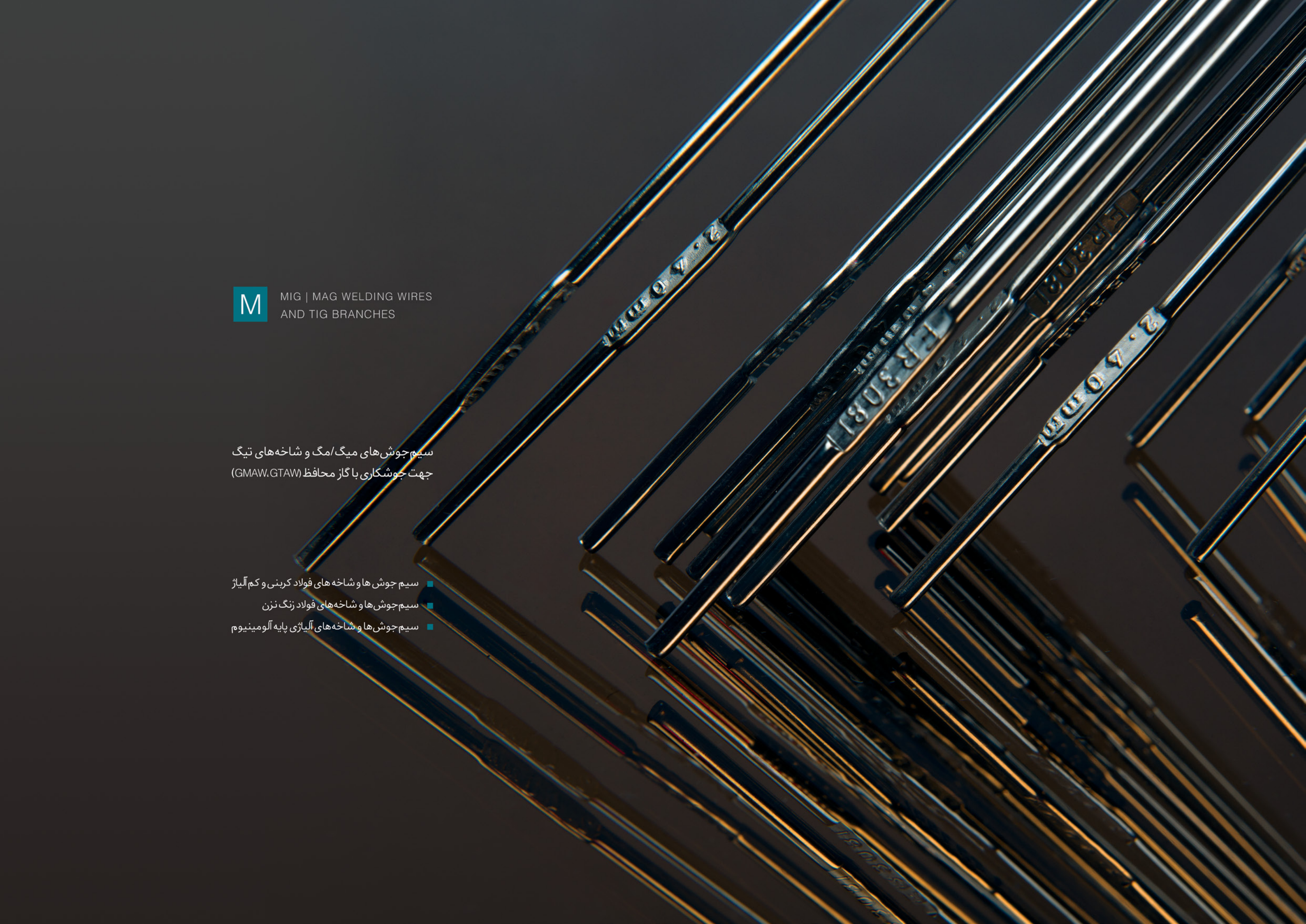
- جوشکاری فلزات غیرهمجنس: الکترودهای E307، E312 و E309LMo برای جوشکاری فلزات غیرهمجنس استفاده می‌شوند.

- لایه میانی در فرآیند سخت کاری سطحی: الکترودهای E307 و E312 در شرایط خاص به-عنوان لایه میانی در فرآیند سخت کاری سطحی استفاده می‌شوند.

- جوشکاری آلیاژهای مقاوم به دمای بالا: الکترودهای E347، E308H، E309 و E310 برای جوشکاری آلیاژهای مقاوم به دما بالا استفاده می‌شوند.

- جوشکاری فولادهای دوفازی (Duplex): الکترودهای E2209 و E2594 جهت جوشکاری فولادهای دوفازی استفاده می‌شوند.





M MIG | MAG WELDING WIRES  
AND TIG BRANCHES

سیم جوش های میگ/مگ و شاخه های تیگ  
جهت جوشکاری با گاز محافظ (GMAW, GTAW)

- سیم جوش ها و شاخه های فولاد کربنی و کم آلیاژ
- سیم جوش ها و شاخه های فولاد زنگ نزن
- سیم جوش ها و شاخه های آلیاژی پایه آلومینیوم



چنانچه از این سیستم به منظور جوشکاری فولادهای معمولی (ساختمانی) استفاده شود به جای گاز بی اثر می توان از گازهای فعال مانند CO2 استفاده نمود و برای تشکیل قوس و استفاده از واسطه، قرقره سیم را روی دستگاه سوار کرد. اما در صورتی که برای جوشکاری فولادهای زنگ نزن، آلیاژهای آلومینیوم، آلیاژهای مس و غیره از این فرآیند استفاده شود لازم است تا حتماً از گاز بی اثر (مانند آرگون، هلیوم و غیره یا ترکیبات آن ها) برای حفاظت استفاده شود و سیم واسطه نیز از نظر جنس، متناسب با فلز مورد اتصال انتخاب و روی دستگاه نصب گردد.

### مزایا و معایب روش های جوشکاری GTAW و GMAW نسبت به سایر روش های جوشکاری:

معایب	COVERELECTRODES	مزایا
<b>GMAW</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- گرانی تجهیزات.</li> <li>- پیچیده بودن تنظیمات دستگاه های GMAW نسبت به SMAW.</li> <li>- در محیط های باز حفاظت قوس با محدودیت مواجه است.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- نرخ رسوب بالا (۸ تا ۱۲ کیلوگرم در ساعت)</li> <li>- عدم نیاز به تعویض الکتروود</li> <li>- امکان انجام جوشکاری در تمام حالات</li> <li>- امکان مکانیزه نمودن سیستم جوشکاری</li> <li>- امکان جوشکاری قطعات در هر ضخامتی</li> </ul>
<b>GTAW</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- گرانی تجهیزات و مواد مصرفی</li> <li>- به صرفه نبودن جوشکاری قطعات با ضخامت بیشتر از ۱۰ mm.</li> <li>- نرخ رسوب کم (حدود نیم کیلوگرم در ساعت)</li> <li>- سرعت کم جوشکاری</li> <li>- در محیط های باز هنگام وزش باد ملایم حفاظت قوس با محدودیت مواجه است.</li> <li>- نسبت به کثیفی درز جوش بسیار حساس است.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- قابلیت جوشکاری اکثر فلزات</li> <li>- امکان انجام جوشکاری در تمام حالات</li> <li>- کارایی بالا جهت جوشکاری تعمیراتی</li> <li>- امکان مکانیزه نموده سیستم جوشکاری بدون جرقه و گل جوش است.</li> <li>- در برخی موارد بدون فیلر نیز می توان دو قطعه را متصل نمود.</li> <li>- ناحیه HAZ کمتری ایجاد می گردد.</li> </ul>

سیم جوش های میگ/مگ و شاخه های تیگ جهت جوشکاری با گاز محافظ (GMAW, GTAW):

MIG | MAG WIRE RODS AND TEARGAS FOR PROTECTIVE GAS WELDING

در بعضی از موارد که از سیم بدون پوشش به عنوان واسطه در جوشکاری استفاده می شود حفاظت محل اتصال به وسیله گازهای بی اثر یا فعال تأمین می گردد. این فرآیندها به دو دسته به شرح ذیل تقسیم می شوند:

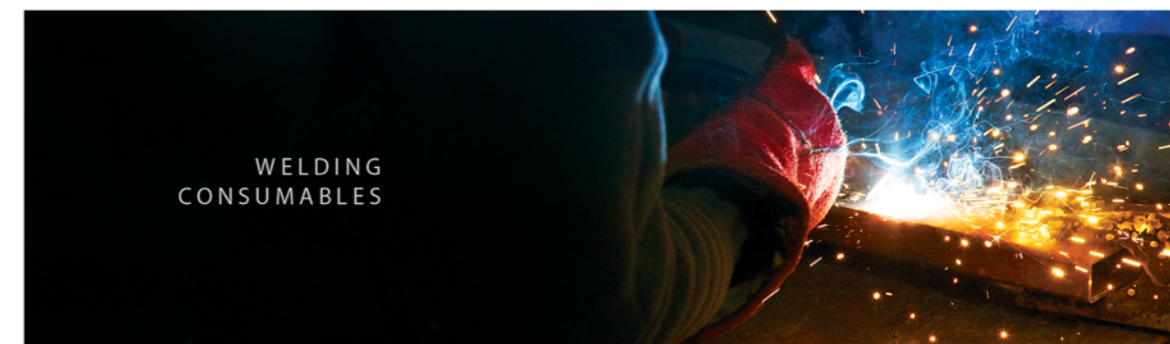
الف) جوشکاری قوس الکتریکی با استفاده از الکتروود تنگستن و حفاظت گاز (GTAW):

در این روش قوس الکتریکی بین یک الکتروود دیرگداز (از جنس تنگستن) و قطعه کار تشکیل می شود. گاز حفاظت کننده که معمولاً از گازهای بی اثر (آرگون، هلیوم و ترکیبات آن ها) است، از طریق کپسول مربوطه تأمین می شود و توسط شیلنگ مخصوص به محل تشکیل قوس هدایت می گردد. گاز مذکور به علت بی اثر بودن، نقش مخرب در جوش ندارد و از تأثیر گذاشتن عناصر مضر هوا روی جوش، جلوگیری می کند. اتصال قطعات در این روش می تواند بدون واسطه انجام گردد ولی چنانچه نیازی به واسطه باشد باید به صورت جدا از شاخه های جوشکاری مخصوص، متناسب با جنس قطعات مورد اتصال، استفاده کرد.

این روش جوشکاری در اتصال انواع فولادهای کم کربن، فولادهای کم آلیاژ، فولادهای زنگ نزن، آلیاژهای آلومینیوم، مس، آلیاژهای پایه کبالت، آلیاژهای پایه نیکل و ... با کیفیت مطلوب مورد استفاده قرار می گیرد.

ب) جوشکاری قوس الکتریکی با سیم مصرفی و حفاظت گاز (GMAW):

در این روش نیز قوس الکتریکی بین سیم فلزی و قطعه کار تشکیل می شود. جنس سیم مذکور با جنس قطعات مورد اتصال تناسب دارد و نقش واسطه را در این روش ایفا می کند. سیم واسطه به صورت متوالی از قرقره مخصوص به خود باز می شود و به طور خودکار به محل اتصال هدایت می گردد. گاز محافظ نیز توسط شیلنگ به منطقه تشکیل قوس دمیده شده و حفاظت جوش را انجام می دهد. از این روش برای جوشکاری فولادهای معمولی، فولادهای آلیاژی و زنگ نزن، آلیاژهای آلومینیوم، آلیاژهای پایه کبالت، آلیاژهای پایه نیکل و ... استفاده می شود، ولی برحسب مورد لازم است گاز حفاظتی و سیم واسطه متناسب با فلز مورد اتصال، انتخاب و روی دستگاه نصب شود.





## BRANCHES OF CARBON STEEL

## سیم جوش‌ها و شاخه‌های فولاد کربنی و کم‌آلیاژ

AWS A5.18	Chemical composition %								YS	TS	EI	I
	C	Mn	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Others	min	min	min	
ER 70S3-	0.06-0.15	0.9-1.4	0.4-0.7	<0.5	-	-	-	S+P 0.04	400	480	22	*20-) 85C)
ER 70S6-	0.06-0.15	1.4-1.85	0.8-1.15	<0.5	-	-	-	S+P 0.03	400	480	22	*20-)102C)
ER 70S7-	0.07-0.15	1.5-2.0	0.5-0.8	<0.5	-	-	-	S+P 0.04	400	480	22	76 (RT)
ER 80S-G	0.08-11.0	1.2-1.5	0.7-0.9	0.25-0.45	0.6-0.9	0.2-0.4	Max 0.15	S,P each <0.025	430	-550 660	22	*18-)90C)
ER 80S-B2	0.07-0.12	0.45-1.0	0.05-0.3	max 0.35	-	1.0-1.75	0.65-0.45	S,P each <0.025	470	550	19	*20-)246C)
ER 80S-Ni1	Max 0.12	Max 1.25	0.4-0.8	max 0.35	0.8-1.1	Max 0.15	Max 0.35	S,P each <0.025	470	550	24	*20-)200C)
ER 80S-Ni2	Max 0.12	Max 1.25	0.4-0.8	max 0.35	2.0-2.75	-	-	S,P each <0.025	470	550	24	*60-)70C)
ER 90S-D2	0.07-0.12	1.6-2.1	0.5-0.8	max 0.5	Max 0.15	-	0.4-0.6	S,P each <0.025	620	540	17	*18-)150C)
ER 100S	Max 0.08	1.28-1.8	0.2-0.55	Max 0.025	1.4-2.1	Max 0.3	0.64	S,P each <0.01	610	690	16	*18-)90C)
ER 110S	Max 0.09	1.4-1.8	0.2-0.55	Max 0.025	1.9-2.6	Max 0.5	0.65	S,P each <0.01	660	760	15	*18-)85C)
ER 120S	Max 0.1	1.4-1.8	0.25-0.6	Max 0.025	2.0-2.8	Max 0.6	0.78	S,P each <0.01	770	730	830	*80-)78C)

محصولات این دسته برای جوشکاری فولادهای ساده کربنی (SG) و جوشکاری فولادهای کم‌آلیاژ (80S-120S) به کار می‌روند. سیم‌جوش یا شاخه جوشکاری ER70S-3 در هر دو حالت تک پاسی و چند پاسی کاربرد داشته و برای جوشکاری فولادهای کشته، نیمه کشته و همگن‌سازی شده کاربرد دارد. به دلیل خاصیت اکسیدزدایی نسبتاً قوی این محصول، جوشکاری اغلب فولادهایی که سطح چرب و کثیف دارند نیز امکان‌پذیر است.

سیم‌جوش یا شاخه جوشکاری ER70S-6 برای جوشکاری در حالت‌های تک پاس و چند پاس ورق‌های فولادی نازک و اسکلت‌های فلزی ساختمانی همراه با گاز CO<sub>2</sub>، کاربرد وسیعی دارد.

سیم‌جوش یا شاخه جوشکاری ER70S-7 تقریباً کاربرد مشابهی با محصولات هم‌خانواده خود دارد و در صورت نیاز به جوشکاری با سرعت‌های بالاتر، از این محصول استفاده می‌شود.

سیم‌جوش‌ها یا شاخه‌های جوشکاری ER80S تا ER120S به‌منظور جوشکاری فولادهای کم‌آلیاژ استفاده می‌شوند. این دسته از محصولات به‌دلیل داشتن مقادیر کمی از عناصر آلیاژی مختلف، خواص متفاوتی دارند.

سیم‌جوش یا شاخه جوشکاری ER80S-B2 به‌دلیل داشتن عناصر کروم و مولیبدن، برای جوشکاری فولادهای کم‌آلیاژ که در درجه حرارت‌های بالا و محیط‌های خورنده کار می‌کنند، بسیار مناسب است.

سیم‌جوش‌ها یا شاخه‌های جوشکاری ER80S-Ni1 و ER80S-Ni2 به‌دلیل داشتن عنصر نیکل، دارای چقرمگی بالایی هستند و برای جوشکاری فولادهای مقاوم به ضربه استفاده می‌شوند. این محصولات چقرمگی خود را در دماهای پایین حفظ می‌کنند به‌طوری که ER80S-Ni1 و ER80S-Ni2 توانایی تحمل ضربه در دماهای زیر صفر (به ترتیب ۶۴- درجه سانتیگراد و ۶۲- درجه سانتیگراد) را دارند.

سیم‌جوش‌ها یا شاخه‌های جوشکاری ER100S تا ER120S موجب تشکیل فلز جوش با استحکام بالا و مقاومت به ضربه فوق‌العاده حتی در دمای ۵۱- درجه سانتیگراد می‌شود و در جوشکاری فولادهای نظامی (HY80 و HY100) کاربرد پیدا کرده‌اند. این محصولات، همچنین برای جوشکاری اغلب فولادهای با استحکام بالا حتی تا بیش از 100ksi (690MPa) نیز مناسب هستند. موارد کاربرد: بویلر سازی، مخازن تحت فشار، نفت و پتروشیمی، سازه‌های فلزی، ساخت تجهیزات کشاورزی، صنایع تولیدی و مصارف عمومی مهندسی.





## سیم جوش ها و شاخه های فولاد زنگ نزن

## WIRES AND STRINGS OF STAINLESS STEEL

AWS	Chemical composition %											YS MPa	TS min MPa	El. min %	IV J		
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	Others							
A5.9																	
ER 308	<0.08	0.3-0.65	1.0-2.5	<0.03	<0.03	19.5-22.0	9.0-11.0	<0.75	<0.75	-	410	550	35	39(-196°C)			
ER 308 L	<0.03	0.3-0.65	1.0-2.5	<0.03	<0.03	19.5-22.0	9.0-11.0	<0.75	<0.75	-	420	520	35	78(-196°C)			
ER 308 LSi	<0.030	0.65-1.0	1.0-2.5	<0.03	<0.03	19.5-22.0	9.0-11.0	<0.75	<0.75	-	510	520	35	100(-196°C)			
ER 308 H	0.04-0.08	0.3-0.65	1.0-2.5	<0.03	<0.03	19.5-22.0	9.0-11.0	<0.75	<0.5	-	350	550	35	-			
ER 309	<0.12	0.3-0.65	1.0-2.5	<0.03	<0.03	23.0-25.0	12.0-14.0	<0.75	<0.75	-	410	550	30	150(0°C)			
ER 309 L	<0.03	0.3-0.65	1.0-2.5	<0.03	<0.03	23.0-25.0	12.0-14.0	<0.75	<0.75	-	410	520	30	110(0°C)			
ER 309 LMo	<0.03	0.3-0.65	1.0-2.5	<0.03	<0.03	23.0-25.0	12.0-14.0	<0.75	2.0-3.0	-	440	520	30	-			
ER 309 LSi	<0.03	0.65-1.0	1.0-2.5	<0.03	<0.03	23.0-25.0	12.0-14.0	<0.75	<0.75	-	475	520	30	150(+20°C)			
ER 310	0.08-0.15	0.3-0.65	1.0-2.5	<0.03	<0.03	25.0-28.0	20.0-22.5	<0.75	<0.75	-	390	550	30	175(+20°C)			
ER 312	<0.15	0.3-0.65	1.0-2.5	<0.03	<0.03	28.0-32.0	8.0-10.5	<0.75	<0.75	-	610	660	22	50(+20°C)			
ER 316	<0.08	0.3-0.65	1.0-2.5	<0.03	<0.03	18.0-20.0	11.0-14.0	<0.75	2.0-3.0	-	390	520	30	29(-196°C)			
ER 316 L	<0.03	0.3-0.65	1.0-2.5	<0.03	<0.03	18.0-20.0	11.0-14.0	<0.75	2.0-3.0	-	390	490	30	49(-196°C)			
ER 316 LSi	<0.03	0.65-1.0	1.0-2.5	<0.03	<0.03	18.0-20.0	11.0-14.0	<0.75	2.0-3.0	-	480	520	30	70(-196°C)			
ER 347	<0.08	0.3-0.65	1.0-2.5	<0.03	<0.03	19.0-21.5	9.0-11.0	<0.75	<0.75	Nb 0.66	460	520	30	88(0°C)			
ER 385	<0.025	<0.50	1.0-2.5	<0.03	<0.03	19.5-21.5	24.0-26.0	1.2-2.0	4.2-5.2	-	410	520	30	-			
ER 410	<0.12	<0.50	<0.6	<0.03	<0.03	11.5-13.5	<0.6	<0.75	<0.75	-	310	450	20	210(+20°C)			
ER 410 NiMo	<0.06	<0.50	<0.6	<0.03	<0.03	11.0-12.5	4.0-5.0	<0.75	0.4-0.7	-	630	760	15	-			
ER 420	0.25-0.40	<0.50	<0.6	<0.03	<0.03	12.0-14.0	<0.6	<0.75	<0.75	-	310	510	20	-			
ER 430	<0.1	<0.50	<0.6	<0.03	<0.03	15.5-17.0	<0.6	<0.75	<0.75	-	320	450	20	-			
ER 2209	<0.03	<0.9	0.5-2.0	<0.03	<0.03	21.5-23.5	7.5-9.5	<0.75	2.56-3.5	N 0.016	615	690	20	150(-50°C)			
ER 2594	<0.03	<0.1	<2.5	<0.03	<0.03	24.0-27.0	8.0-10.5	<1.5	2.5-4.5	N 0.27	646	758	15	171(-50°C)			

سیم جوش ها و شاخه های فولاد زنگ نزن به ترتیب برای جوشکاری به روش GMAW و GTAW استفاده می شوند. محصولات این گروه دارای ترکیب و کاربرد مشابه با الکتروده های فولادهای زنگ نزن (Stainless steel) می باشند با این تفاوت که محصولات این گروه فاقد روکش بوده و از گاز محافظ جهت حفاظت از جوش استفاده می شود. سیم جوش ها و شاخه های این دسته مناسب برای جوشکاری فولادهای آستنیتی، آستنیتی مقاوم به حرارت و همچنین فولادهای فریتی می باشند. سیم جوش ER420 مناسب برای جوشکاری فولادهای زنگ نزن مارتنزیتی و سیم جوش های ER2209 و ER2594 مناسب برای جوشکاری فولادهای زنگ نزن دوپلکس و سوپر دوپلکس می باشند.

از جمله محصولات پرکاربرد این دسته از محصولات می توان به خانواده ER308 و ER316 اشاره کرد. ER308 : دارای ترکیب شیمیایی ۲۱ درصد کروم و ۱۰ درصد نیکل است. این محصول برای جوشکاری فولادهای 305، 304، 302 و 301 AISI مناسب است.

ER308H : کربن بیشتری نسبت به ER308 دارد. افزودن کربن علاوه بر افزایش استحکام، مقاومت در برابر خزش به ویژه در درجه حرارت های بالا را تا حدود زیادی ارتقا می بخشد.

ER308L : کربن کمتری نسبت به ER308 دارد. با کاهش کربن، خطر تشکیل کاربیدها و رسوب آن ها در مرز دانه ها و در نتیجه احتمال بروز خوردگی های بین دانه ای و ترک های ناشی از آن، به حداقل می رسد.

ER316 : دارای ترکیب شیمیایی ۱۸/۵ درصد کروم، ۱۲/۵ درصد نیکل و ۲/۵ درصد مولیبدن است. این محصول برای جوشکاری فولادهای زنگ نزن سری AISI316 و فولادهای مشابه به کار گرفته می شود. این محصول هم چنین برای جوشکاری فولادهایی که در درجه حرارت های بالا کار می کنند استفاده می شود. وجود تا ۲/۵ درصد مولیبدن در ترکیب فلز جوش حاصل، ضمن افزایش مقاومت در برابر حرارت، مقاومت به خزش آن را نیز تا حد قابل توجهی افزایش می دهد.

ER316H : کربن بیشتری نسبت به ER316 دارد. به دلیل بیشتر بودن کربن در ترکیب شیمیایی این محصول، استحکام کششی و مقاومت خزشی این محصول به ویژه در درجه حرارت های بالا افزایش می یابد.

ER316L : کربن کمتری نسبت به ER316 دارد. به همین دلیل، خطر بروز خوردگی های مرز دانه ای و بین دانه ای به حداقل می رسد. این محصول اغلب برای جوشکاری فولادهای بلبرینگ آستنیتی مولیبدن دار کم کربن استفاده می شود. هنگام استفاده از ER316L باید به این نکته توجه داشت که این محصول نسبت به ER316H مقاومت کمتری در برابر حرارت از خود نشان می دهد.

معرفی محصولات خاص:

ER309 : محصولات موجود در خانواده ۳۰۹ به طور کلی برای جوشکاری فولادهای زنگ نزن ۳۰۹ و جوشکاری فولادهای غیرهمجنس ریختگی و کار شده کاربرد دارند.

ER312 : این محصول به طور کلی برای جوشکاری آلیاژهای ریختگی ۳۱۲ و برای جوشکاری فلزات غیر همجنس، به ویژه آنکه، یکی از آن ها فولاد زنگ نزن با نیکل بالا باشد، کاربرد دارد.

ER385 : این محصول برای جوشکاری فولادهای 904L که در محیط های خورنده محتوی اسید سولفوریک یا ترکیبات کلریدی سرویس می دهند، کاربرد دارد. این محصول همچنین برای اتصال دادن آلیاژهای 317L و همچنین جوشکاری سایر فولادهای زنگ نزن به فولادهای 904L به کار می رود.

ER2209 : این محصول نخستین بار برای جوشکاری فولادهای زنگ نزن دوفازی محتوی ۲۲ درصد کروم طراحی شد. ساختار کریستالی جوش حاصل نیز دوفازی بوده و متشکل از فازهای فریت و آستنیت می باشد. جوش حاصل از این محصول از استحکام کششی بالایی برخوردار است و در برابر خوردگی و ترک های ناشی از SCC (خوردگی تنش) مقاوم است.

ER2594 : این محصول با دارا بودن عناصر آلیاژی خاص مانند Cr، Mo، Ni، Cu و N برای جوشکاری فولادهای سوپر دوپلکس زنگ نزن طراحی شده است. حضور این عناصر آلیاژی مقاومت فوق العاده ای در برابر خوردگی حفره ای (Pitting) به این محصول داده است. فلز جوش حاصل از ER2594 دارای ساختار آستنیتی-فریتی است که بسته به حرارت ایجاد شده حین فرآیند جوشکاری و نرخ سرد شدن حوضچه مذاب، درصد فاز فریت از ۳۵ تا ۶۵ درصد متغیر است. جوش به دست آمده از این محصول درکنار مقاومت بالا در برابر خوردگی حفره ای و خوردگی تنش، به صورت همزمان استحکام و چقرمگی بالایی نیز دارد. این محصول به طور گسترده در ساخت تجهیزات نفت و گاز، منی فولدها، پمپ های تحت فشار، ولوها و تجهیزات فرآیندهای شیمیایی استفاده می شود.



## سیم جوش ها و شاخه های آلیاژی پایه آلومینیوم

## WIRE EIRES AND ALUMINUM BASE ALLOYS

AWS A5.10	Chemical composition %											YS MPa	TS MPa	EI -	MR -
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti	Al	Be	Others				
ER 1050	max 0.3	max 0.4	Max 0.05	Max 0.05	Max 0.05	max 0.07	-	Max 0.05	Min 99.5	-	0.05 each-total 0.15	35	70	29	-
ER 1100	Max 0.95		0.05-0.2	Max 0.05	-	Max 0.1	-	-	Min 99	max 0.0003	0.05 each-total 0.15	30	75	35	-
ER 4043	4.5-6.0	max 0.8	Max 3.0	Max 0.05	Max 0.05	Max 0.1	-	Max 0.2	Bal.	max 0.0003	0.05 each-total 0.15	40	120	8	573-625
ER 4047	11.0-13.0	max 0.8	Max 3.0	Max 0.15	Max 0.1	Max 0.2	-	-	Bal.	max 0.0003	0.05 each-total 0.15	60	130	5	573-585
ER 5183	max 0.4	max 0.4	Max 0.1	0.5-1.0	4.3-5.2	Max 0.25	0.05-0.25	Max 0.15	Bal.	max 0.0003	0.05 each-total 0.15	125	275	17	589-638
ER 5356	max 0.25	max 0.4	Max 0.1	0.05-0.2	4.5-5.5	Max 0.1	0.05-0.20	0.06-0.2	Bal.	max 0.0003	0.05 each-total 0.15	110	235	17	575-633

محصولات این گروه دارای ترکیب و کاربرد مشابه با الکترودهای پایه آلومینیوم می باشند با این تفاوت که محصولات این گروه فاقد روکش بوده و از گاز محافظ جهت حفاظت از جوش استفاده می شود. عنصر آلیاژی اصلی در گروه 5XXX، منیزیم است. این گروه از آلیاژها استحکام متوسطی دارند ولی استحکام آنها در اثر کرنش افزایش می یابد. علاوه بر این ویژگی، مقاومت به خوردگی این آلیاژها بسیار بالاست بطوری که حتی در آب شور نیز کاملاً مقاوم هستند و از این رو کاربردهای گسترده ای در صنایع کشتی سازی و صنایع مرتبط با محیط های دریایی دارند. از خواص جالب توجه دیگر در این گروه می توان به حفظ چقرمگی در دمای پایین (نزدیک به صفر مطلق) اشاره کرد. محصولات مربوط به این گروه (ER5183 و ER5356) نیز در انواع روش های جوشکاری مورد استفاده قرار می گیرند و کاربرد وسیعی در صنایع ساختمانی، ساخت سازه، پل های بزرگ و متحرک، تانک های ذخیره مواد و مخازن ذخیره دارند.

از محصولات پرکاربرد ارائه شده برای جوشکاری آلومینیوم می توان ER4043 را نام برد که به عنوان یک آلیاژ پرکننده همه کاره شناخته می شود. سیلیسیم موجود در ER4043 و ER4047 باعث بالا رفتن خاصیت ترشوندگی می شود.

QUALITY MATTERS

QUALITY MATTERS



W

WIRE PUNCHING WIRE

سیم جوش های توپودری (FCAW)

سیم جوش های توپودری برای جوشکاری  
فولادهای نرم، فولادهای مقاوم به حرارت  
و فولادهای دمای پایین





## جوشکاری با سیم جوش‌های توپودری (FCAW)

WELDING WITH FLUX CORED WELDING WIRE

جوشکاری با سیم جوش‌های توپودری روشی اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک بوده و قابل استفاده در روش‌های جوشکاری بر پایه قوس الکتریکی است. در این روش سیم جوش مصرفی به شکل تیوب‌حاوی فلاکس است که به صورت پیوسته در ولتاژ ثابت و به ندرت در جریان ثابت تغذیه شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. طی انجام فرآیند جوشکاری در برخی موارد از گاز محافظ خارجی استفاده می‌شود، ولی عموماً فلاکس موجود در سیم جوش با تولید محصولات گازی و مایع حفاظت مورد نیاز برای انجام فرآیند جوشکاری را تأمین می‌کند. این روش به علت قابل حمل بودن و سرعت بالا به صورت عمده در عملیات ساخت و ساز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این روش برای اولین بار در سال‌های آغازین دهه ۱۹۵۰ به عنوان جایگزینی برای روش جوشکاری با الکتروود دستی معرفی شد و چون این روش نیازمند به استفاده از الکتروودهای میله‌ای مرسوم در روش جوشکاری با الکتروود دستی نیست، توانسته است بر بسیاری از محدودیت موجود در روش جوشکاری با الکتروود دستی فائق آید. از دیگر مزایای این روش می‌توان به وابستگی کمتر به مهارت اپراتور و نیازمندی کمتر به عملیات تمیزکاری قبل از جوشکاری اشاره کرد.

## مزایا و معایب جوشکاری با سیم جوش‌های توپودری نسبت به سایر روش‌های جوشکاری:

معایب

WIRE PUNCHING WIRE

مزایا

GMAW

- گران بودن نسبی مواد مصرفی، تجهیزات و لوازم  
- قابل استفاده نبودن در بعضی از مکان‌های خاص  
- نبود محصولات کامل برای جوشکاری تمامی آلیاژها

- بالاترین نرخ رسوب در بین سایر محصولات جوشکاری  
- بالاترین کیفیت در بین محصولات جوشکاری  
- سرعت بالای جوشکاری  
- قابلیت استفاده در محیط‌های باز  
- مقرون به صرفه بودن و نداشتن پرتی در حین فرآیند جوشکاری



سیم جوش های توپودری برای جوشکاری فولادهای نرم، فولادهای مقاوم به حرارت و فولادهای دمای پایین

WELDING WITH WELDING WIRE (FCAW) :

	AWS A5.20	Chemical composition %								El.	YS	TS	I
		C	Mn	Si	S	P	Ni	Mo	Cr	(%)	MPa	MPa	(J)
فولادهای نرم	E70T-1	<0.12	<1.75	<0.9	<0.03	<0.03	-	-	-	29	450	545	110 (0°C)
	E71T-1	<0.12	<1.75	<0.9	<0.03	<0.03	-	-	-	27	490	580	120 (0°C)
	E71T-1C-J	<0.12	<1.75	<0.9	<0.03	<0.03	0.42	-	-	27	490	580	140 (0°C)
فولادهای مقاوم به حرارت	E81T1-B2	0.05-0.12	<1.25	<0.8	<0.03	<0.03	-	0.4-0.65	1.0-1.5	20	570	640	29 (10°C)
	E91T1-B3	0.05-0.12	<1.25	<0.8	<0.03	<0.03	-	0.9-1.2	2.0-2.5	20	650	730	29 (10°C)
فولادهای دمای پایین	E81T1-Ni1	<0.12	<1.5	<0.8	<0.03	<0.03	0.8-1.1	<0.35	<0.15	25	550	610	78 (-30°C)
	E91T1-K2	<0.15	0.5-1.75	<0.8	<0.03	<0.03	1.0-2.0	<0.35	<0.15	25	650	720	70 (-40°C)

#### فولادهای نرم:

حداقل استحکام کششی فلز جوش ایجاد شده توسط سیم جوش های توپودری ارائه شده برای جوشکاری فولادهای نرم برابر با 70000psi است.

- سیم جوش توپودری E70T-1 برای وضعیت جوشکاری تخت و افقی استفاده می شود. از این محصول برای اتصال فولادهای ساده کربنی و فولادهای کم آلیاژ استفاده می شود.
- سیم جوش توپودری E71T-1 که پرکاربردترین محصول موجود در این دسته است، برای جوشکاری در تمامی وضعیت ها قابل استفاده است. این محصول برای اتصال فولادهای استحکام بالا استفاده می شود.
- سیم جوش توپودری E71T-1-IC با اضافه کردن مقدار کمی نیکل به ترکیب شیمیایی E71T-1 ایجاد می شود. این محصول دارای مقاومت به ضربه بالاتر نسبت به دو محصول دیگر موجود در این خانواده است. محصولات این گروه برای جوشکاری ورق های ضخامت پایین و متوسط که از فولادهایی با استحکام 700 MPa ساخته شده اند، مناسب است.

#### فولادهای مقاوم به حرارت:

ترکیب شیمیایی سیم جوش های توپودری که برای جوشکاری فولادهای مقاوم به حرارت ارائه شده اند، شبیه به ترکیب شیمیایی سیم جوش های توپودری برای جوشکاری فولادهای نرم است با این تفاوت که به آن ها مقداری کروم اضافه شده است. محصولات ارائه شده در این گروه برای جوشکاری لوله ها و فولادهای کروم-مولیبدن دار، مناسب هستند.

■ سیم جوش توپودری E81T1-B2 دارای حداقل استحکام کششی 90000 psi است و برای جوشکاری فولادهای فریتی کم آلیاژ مقاوم به خزش استفاده می شود. ترکیب فلز جوش سیم جوش توپودری E81T1-B2 مشابه به فلز جوش حاصل از الکتروود E8018-B2 است.

■ سیم جوش توپودری E91T1-B3 دارای حداقل استحکام کششی 90000 psi است و ترکیب فلز جوش حاصل از آن، مشابه با فلز جوش حاصل از الکتروود E9018-B3 می باشد.

فولادهای دمای پایین:

■ سیم جوش توپودری E81T1-Ni1 برای جوشکاری فولادهای کربنی و فولادهای کم آلیاژ که نیازمند چقرمگی مناسب در دماهای زیر صفر هستند، طراحی شده است. ترکیب فلز جوش سیم جوش توپودری E81T1-Ni1 مشابه به فلز جوش حاصل از الکتروود E8018-C3 است.

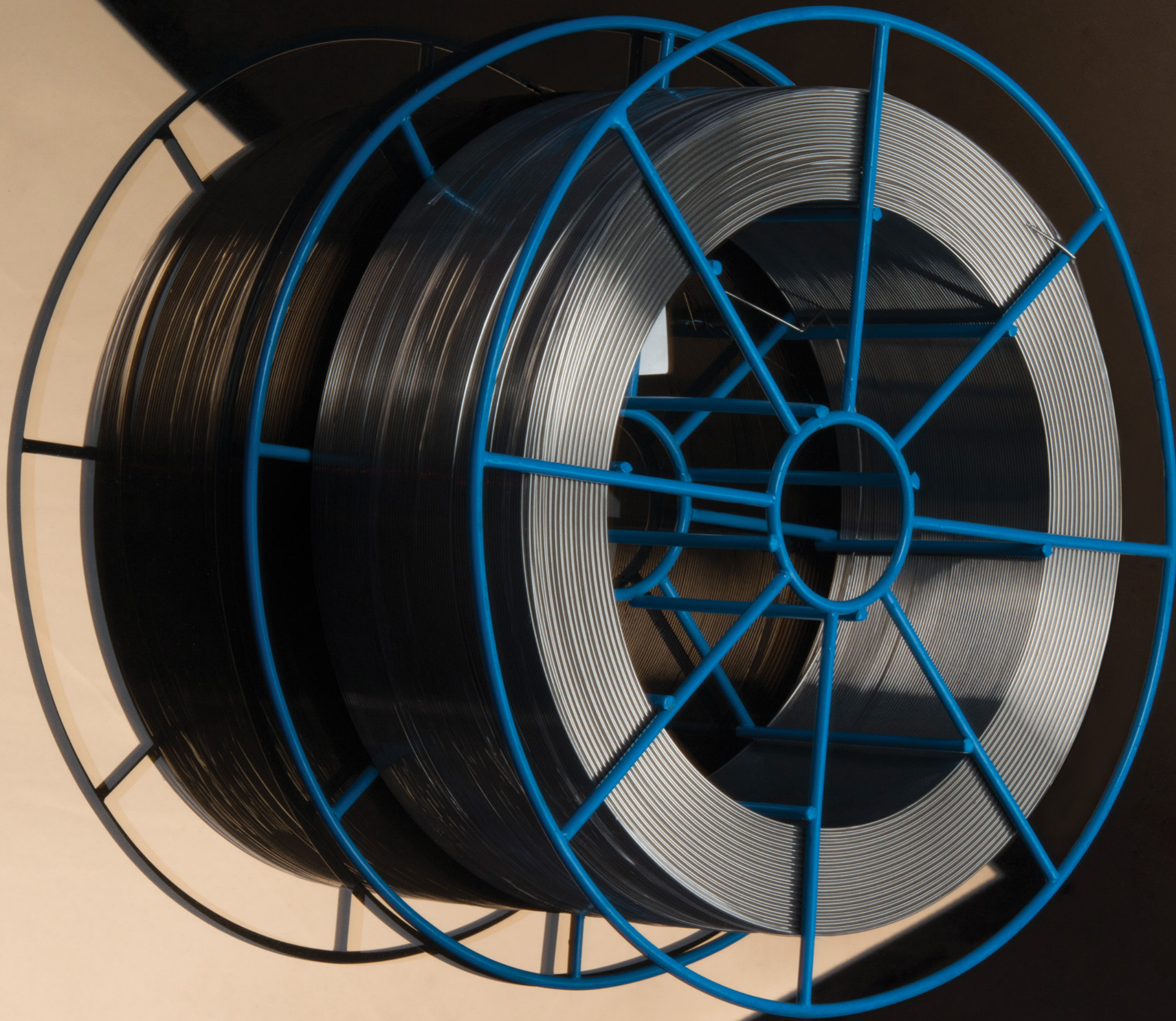
■ سیم جوش توپودری E91T1-K2 محصول ایده آل جهت ایجاد جوش با چقرمگی مناسب و استحکام بالای 90000psi است. از این محصول جهت جوشکاری فولادهای کم آلیاژ با استحکام بالا استفاده می شود.

گاز محافظ مورد استفاده در حین جوشکاری با این دسته از سیم جوش های توپودری، گاز CO2 است که خلوص آن بایستی بالاتر از 99/98 درصد باشد. دما نیز برای جوشکاری چندپاسه بایستی زیر 150°C نگه داشته شود.

موارد کاربرد: صنایع پتروشیمی، صنایع نیروگاهی، سازه های نفتی دریایی، بویلر سازی، ساخت مبدل های حرارتی، ساخت مخازن تحت فشار، کشتی سازی، ساخت ماشین آلات سنگین، ساخت دکل های برق، مخازن ذخیره مواد غیرشیمیایی، تجهیزات کشاورزی، لوله سازی و مصارف عمومی.







**S** SUBMERGED  
WELDING WIRES

سیم جوش های زیرپودری  
( SAW )

- سیم جوش های زیرپودری  
فولادهای کربنی و کم آلیاژ
- سیم جوش های زیرپودری  
فولادهای زنگ نزن



## سیم جوش های زیرپودری فولادهای کربنی و فولادهای کم آلیاژ

## SUBMERGED WIRES FOR CARBON STEEL

AWS A5.19 EN756	Chemical composition %									powder+wire	EI (%)	YS MPa	TS MPa	AKV (J)
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo						
EL12	0.04-0.14	0.25-0.60	max 0.1	max 0.03	max 0.03	-	-	-	S+1 AR510	26-28	405-420	490-510	40-60	
EM12	0.05-0.15	0.80-1.25	max 0.1	max 0.03	max 0.03	-	-	-	S+1AB600	26-28	415-430	500-520	75-90	
									S+2AR500	25-27	410-420	505-520	50-65	
EM12K	0.05-0.15	0.80-1.25	0.1-0.35	max 0.03	max 0.03	-	-	-	S+2AB600	25-27	420-440	510-530	80-95	
									Flux lincolnweld 761	-	430	560	47(-20)	
EH10K	0.07-0.15	1.3-1.7	0.05-0.25	max 0.025	max 0.025	-	-	-	-	-	-	-	-	
EH12K	0.06-0.15	1.5-2.0	0.25-0.65	max 0.025	max 0.025	-	-	-	-	-	-	-	-	
S2Ni1	max 0.12	0.45-1.25	0.05-0.3	max 0.020	max 0.020	0.25-0.75	max 15.0	max 0.3	-	-	-	-	-	
S2Ni2	max 0.12	0.75-1.25	0.10	max 0.020	max 0.020	2.1-2.9	-	-	-	-	-	-	-	
S3Ni1Mo	0.1 -0.18	1.5-2.4	max 0.3	max 0.025	max 0.025	0.7-1.1	-	0.4 -0.65	-	-	-	-	-	
S2Mo	0.05-0.17	0.95-1.35	max 0.2	max 0.025	max 0.025	-	-	0.45-0.65	-	-	-	-	-	

این دسته از محصولات برای جوشکاری فولادهای کربنی و فولادهای کم آلیاژ به روش SAW استفاده می شوند. نرخ رسوب گذاری بالا، عمق جوش بالا، توانایی جوشکاری ورق های ضخیم فولادی، اعوجاج کم و قابلیت جوشکاری در محیط های باز از مزایای روش جوشکاری زیرپودری می باشد که این روش را برای جوشکاری ورق های ضخیم فولادی، لوله های با قطر بالا، ساخت مخازن تحت فشار و مخازن نگهداری بزرگ مناسب ساخته است.

از کاربردهای اصلی این گروه می توان به صنایع کشتی سازی اشاره کرد. محصولات S1، S2 و S3 برای جوشکاری فولادهای کربنی و فولادهای کم آلیاژ استفاده می شود. اضافه کردن عنصر مولیبدن به این محصولات (S2Mo) موجب افزایش مقاومت در برابر حرارت می شود. محصولاتی که دارای عنصر نیکل می باشند (S2Ni1، S2Ni2 و ...) چقرمگی بیشتری نسبت به سایر محصولات این گروه دارند و برای جوشکاری قطعاتی که دمای کاری پایین دارند استفاده می شوند.

موارد کاربرد: کشتی سازی، بویلر سازی، لوله سازی، ساخت مخازن فولادی و ... .

## جوشکاری با قوس الکتریکی و حفاظت پودر (SAW)

## WELDING WITH ARC AND POWDER PROTECTION

همان طور که گفته شد در روش قوس الکتریکی و الکتروود دستی واسطه اتصال، الکتروود پوشش دار است. پوشش الکتروود وظیفه حفاظت از منطقه مذاب (محل تشکیل قوس) را بر عهده دارد و در نتیجه از تأثیر هوا و عناصر مضر آن بر کیفیت جوش جلوگیری می کند.

در سیستم زیرپودری از سیم بدون پوشش استفاده می شود که به طور متوالی از قرقه مخصوص رها می گردد و ضمن تشکیل قوس، نقش واسطه اتصال را نیز بر عهده دارد. برای جلوگیری از تأثیر عناصر مضر هوا، پودر مخصوصی از یک مخزن به محل تشکیل قوس هدایت می شود و هنگام ایجاد قوس، پودر مذکور ذوب شده و محل اتصال را مانند پوشش الکتروود حفاظت می کند. از این فرآیند در جوشکاری قطعات ضخیم فولادی (تا ضخامت هایی حدود 3cm نیازی به پخ زدن نیست)، اتصال درز لوله ها، مونتاژ قطعات سنگین و ... استفاده می شود. سرعت حرکت و نرخ رسوب گذاری در این روش نسبتاً بالا است که می توان با اعمال تغییراتی، عملیات سخت کاری سطحی را نیز به همراه جوشکاری انجام داد. در حالت کلی هزینه بسیار پایین کل فرآیند جوشکاری را می توان به عنوان یکی از اصلی ترین مزایای این روش دانست.

## مزایا و معایب جوشکاری زیرپودری نسبت به سایر روش های جوشکاری:

معایب	SUBMERGED POWDER WELDING WIRES	مزایا
- عدم امکان جوشکاری در تمام حالات (تنهادر حالات 1G و 2F, 1F انجام پذیر است).	- گرانای تجهیزات مورد نیاز	- ارزانی مواد مصرفی و هزینه های کلی فرآیند جوشکاری
- تنها جهت جوشکاری برخی فولادها بکار می رود.	- پیچیدگی تنظیمات دستگاه مربوطه.	- امکان انجام جوشکاری هنگام وزش بادهای ملایم
- عدم امکان جوشکاری قطعات کمتر از 5 mm.		- نرخ رسوب بالا ( ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم در ساعت)
		- امکان مکانیزه نمودن سیستم جوشکاری



QUALITY MATTERS

## سیم جوش های زیرپودری فولادهای زنگ نزن

## STAINLESS STEEL SUBMERGED WIRES

این دسته از محصولات برای جوشکاری و اتصال قطعات بزرگ فولاد زنگ نزن استفاده می شود. سیم جوش های زیرپودری فولادهای زنگ نزن مشابه سیم جوش های فولادهای زنگ نزن که در فرآیند GMAW استفاده می شوند، هستند با این تفاوت که برای محافظت از آن ها به جای گاز محافظ از فلاکس استفاده می شود.

ER308L: برای جوشکاری فولاد زنگ نزن آستنیتی نوع ۳۰۴ و ۳۰۴L مناسب است. این محصول برای جوشکاری قطعات فولاد زنگ نرنی که در گستره دمای ۱۹۶- تا ۳۵۰ درجه سانتیگراد کار می کنند مناسب است.

ER309L: برای جوشکاری فلزات غیر هم جنس مانند اتصال فولاد زنگ نزن به فولاد کربنی یا فولاد کم آلیاژ استفاده می شود.

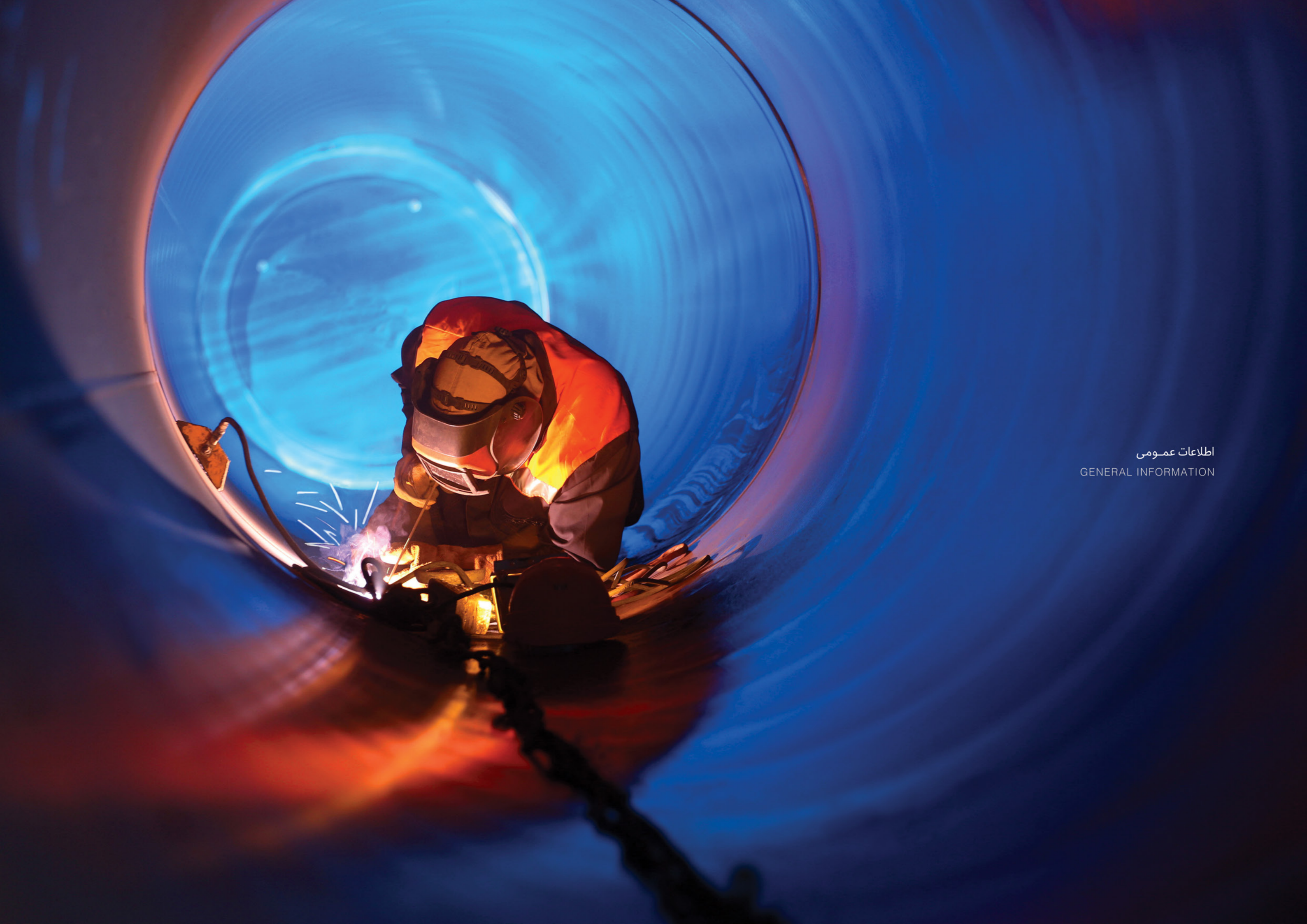
ER316L: برای جوشکاری قطعات فولاد زنگ نرنی که در گستره دمای ۱۲۰- تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد کار می کنند مناسب است.

ER347: برای جوشکاری فولادهای زنگ نزن ۳۲۱ و ۳۴۷ استفاده می شود و مقاومت بالایی در برابر خوردگی مرزانه ای دارد.

AWS A5.9	Chemical composition %									
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Mo	Cr	N	Nb
ER 308 L	<0.03	1.0-2.5	0.3-0.65	<0.03	<0.03	9.0-11.0	<0.75	19.5-22.0	0.04	-
ER 309 L	<0.03	1.0-2.5	0.3-0.65	<0.03	<0.03	12.0-14.0	<0.75	23.0-25.0	0.06	-
ER 316 L	<0.03	1.0-2.5	0.3-0.65	<0.03	<0.03	11.0-14.0	2.0-3.0	18.0-20.0	0.05	-
ER 347	<0.08	1.0-2.5	0.3-0.65	<0.03	<0.03	9.0-11.0	<0.75	19.0-21.5	-	0.7

QUALITY MATTERS





اطلاعات عمومی  
GENERAL INFORMATION

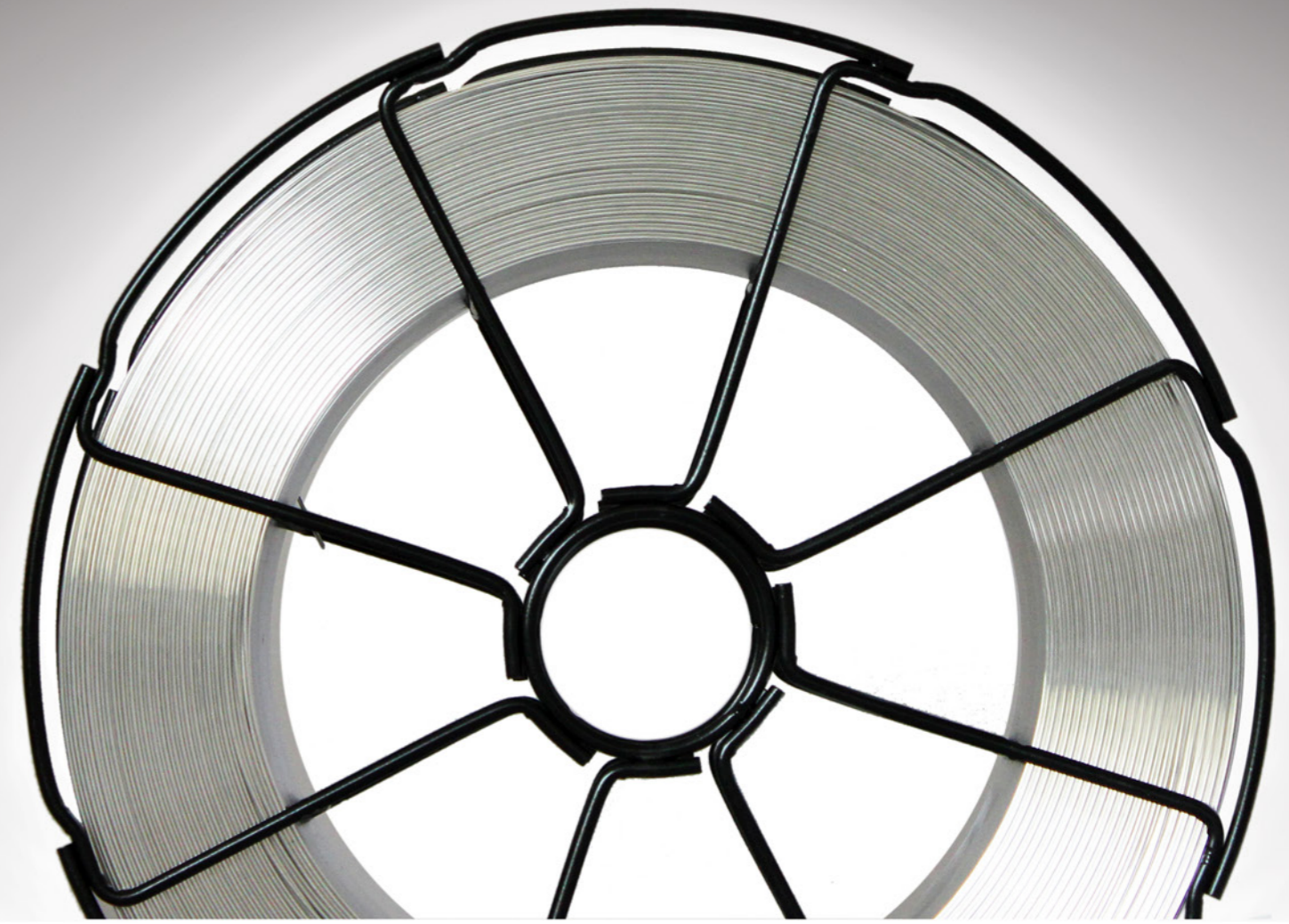


TYPE NUMBER	442 446	430F 430 FSE	430 431	501 502	416 416 SE	403 405 410 420 414	321 348 347	317	316L	316	314	310 310S	309 309S	304L	303 303 SE	301 302 302B 304 305 308	MILD STEEL
201-202- 302-301 302B-304 305-308	310 312 309	310 312 309	310 312 309	310 312 309	309 310 312	309 310 312	308	308	308	309 316	308	308	308	308	308	308	312 310 309
303 303SE	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	309 310 312	309 310 312	308	308	308	308	308	308	308	308	312 308- 15	308	312 310 309
304L	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	309 310 312	309 310 312	308	308	308-L	308	308	308	308	308-L	308	308	312 310 309
309 309S	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	309 310 312	309 310 312	309	317 316 309	316	316	309	309	308	308	308	308	309 310 312
310 310S	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	309	317 316 309	316	316	310	310	309 310	309v	309	309	310 309 312
314	310 312 309	310 312 309	310 312 309	310 312 309	310 312 309	310 312 309	309 310 308	309 310	309 310	309 310	310- 15	310	309 310	309 310	309 310	309 310	310 309 312
316	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	309 310 312	309 310 312	308	316	316	316	309 310 316	310 309 316	309 310 316	309 316	309 316	309 316	309 310 312
316L	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	309 310 312	309 310 312	308	316 317 308	316L	316	309 310 316	310 309 316	316 309 316	308 316	308 316	308 316	308 310 312
317	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	309 310 312	309 310 312	308	317	316 308	316 308	309 310 317	317 316 309	317 316 309	308 316 317	308 316 317	308 316 317	309 310 312
321 348 347	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	309 310 312	309 310 312	347 308	308 347	347 308	347 308	309 310 347	347 308	347 308	347 308 -L	347 308	347 308	309 310 312
403-405 410-420 414	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	309	310	410+ 309++	309 310	309 310	309 310	309 310	310 309	309 310	309 310	309 310	309 310	309 310 312
416 416SE	310 309	310 309	310 309	310	410	410+ 309++ 310++	309 310	309 310 312	309 310 312	309 310 312	309 310 312	310 309 312	309 310 312	309 310 312	309 310 312	309 310 312	309 310 312
501 502	310	310	310	502 310	310	310	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 312 309
430 431	310 309	310 309	430 310 309	310	310	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309 312
430F 430FSE	310 309	310 309	430 310 309	310	310	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309	310 309 312
442 446	309 310	309 310 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312	310 309 312 AISI 312

+ پیشگرم  
++ نیازی به پیشگرم نیست  
محصولات معرفی شده برای جوشکاری هر فولاد خاص، به ترتیب اولویت ذکر شده اند که این ترتیب میتواند بر اساس کاربرد قطعه تغییر کند

راهنمای انتخاب محصولات جوشکاری جهت اتصال انواع آلیاژهای آلومینیوم

A GUIDE TO THE WELDING SELECTION OF ALUMINIUM MATERIALS





Base Metal	201 206 224	319 333 354 355 C355	356 A356 357 A357 413 443 A444	511 512 513 514 535	7004 7005 7039 710 712	6009 6010 6070	6005 6051 6063 6101 6151 6201 6351 6951	5456	5454	5154 5254	5086	5083	5052 5652	5005 5050	3004 Alc- 3004	2219	2014 2036	1100 3003 Alc- 3003	ز	
1060 1070 1080 1350	4145	4145	4043 4145 4047	5356 4043 5183	5356 4043 5183	4043 4145 4047	4043 4047	5356 5183	4043 4047 5183	5356 4043 5183	5356 5183 5556	5356 5183 5556	4043 4047 5183	1100 4047 4043	4043 4047 5183	4145 4047 4043	4145	1100 4047 4043	1188 4047 4043	
1100 3003 Alc- 3003	4145	4145	4043 4145 4047	5356 4043 5183	5356 4043 5183	4043 4145 4047	4043 4047	-	4043 4047 5183	5356 4043 5183	5356 5183 5556	5356 5183 5556	4043 4047 5183	1100 4047 4043	4043 4047 5183	4145 4047 4043	4145	1100 4047 4043		
2014 2036	4145 2319	4145 2319	4145	-	-	4145	4145	-	-	-	-	-	4145	4145	4145 4043	4145 4043	4145 2319			
2219	2319 4145	4145 2319	4145 4047 4043	4043	4043	4043 4145 4047	4043 4145 4047	5356 5183 5556	4043 4047	4043	-	-	4043 4047	4043 4145 4047	4043 4145 4047	2319 4145				
3004 Alc- 3004	-	4043 4047	4043 4047	5356 5183 5554	5356 5183 5554	4043 4047	4043 4047 5183	5356 5183 5556	5356 5183 5554	5356 5183 5554	5356 5183 5554	5356 5183 5554	5356 4043 5183	5356 4043 5183	5356 4043	5356 4043				
5005 5050	-	4043 4047	4043 5183	5356 5183 5554	5356 5183 5554	4043 4047	4043 4047 5183	5356 5183 5554	5356 5183 5556	5356 5183 5556	5356 5183 5556	5356 5183 5556	5356 4043 5183	5356 4043 5183						
5052 5652	-	4143 4047	4043 5183	5356 5183 5554	5356 5183 5554	4043 4047	5356 4043 5183	5183 5356 5556	5356 5183 5554	5356 5183 5556	5356 5183 5556	5356 5183 5556	5354 4043 5183							
5083	-	-	5356 4043 5183	5356 5183 5556	5183 5356 5556	-	5356 5183 5556	5183 5356 5556	5356 5183 5556	5356 5183 5556	5356 5183 5556	5356 5183 5556	5356 5183 5556							
5086	-	-	5356 4043 5183	5183 5356 5556	5356 5183 5556	-	5356 5183 5556	5183 5356 5556	5356 5183 5556	5356 5183 5556	5356 5183 5556	5356 5183 5556	5356 5183 5556							
5154 5254	-	-	4043 5183 5356	5356 5183 5554	5356 5183 5554	-	5356 5183 5554	5356 5183 5554	5356 5183 5554	5654 5183 5356										
5454	-	4043 4047	4043 5183 5356	5356 5183 5554	5356 5183 5554	4043 4047	5356 4043 5183	5356 5183 5554	5356 5183 5554	5554 4043 5183										
5456	-	-	5356 4043 5183	5356 5183 5556	5556 5183 5356	-	5356 5183 5556	5556 5183 5356												
6005 6051 6063 6101 6151 6201 6351 6951	4145	4145 4047 4043	4043 4047 5183	5356 5183 5554	5356 4043 5183	4043 4145	4043 4047 5183													
6009 6010 6070	4145	4145 4047 4043	4043 4047	4043	4043	4043 4145 4047														
7004 7005 7039 710 712	-	4043 4047	4043 4047 5183	5356 5183 5554	5356 5183 5556															
511 512 513 514 535	-	-	4043 5183 5356	5356 5183 5554																
356 A356 357 A357 413 443 A444	4145	4145 4047 4043	4043 4047																	
319 333 354 355 C355	4145 2319	4145 4047 4043																		
201 206 224	2319 4145																			

راهنمای انتخاب محصولات جوشکاری جهت اتصال انواع فولادهای زنگ‌نزن

A GUIDE TO THE SELECTION OF WELDING PRODUCTS

