

پیش گفتار :

در هر روز کیلومترها خط لوله فولادی در سراسر جهان برای استفاده های متنوع شهری و صنعتی ساخته می شود. این خطوط لوله شبکه هایی واقعی تشکیل می دهند که اگرچه مانند سیستم شبکه راهها و جاده ها آشکار نیستند، اما در مقایسه با آنها دارای رفتاری بسیار پیچیده تر بوده و سیالاتی را که برای ما حیاتی هستند منتقل می نمایند. برای پیروی از دستورالعمل های تکنیکی و رعایت نیازمندیهای ایمنی، مواد ویژه و پروسه های جوشکاری در سالهای اخیر فراهم شده اند. اصلی ترین روش جوشکاری که برای نصب خطوط لوله مورد استفاده قرار می گیرد جوشکاری دستی با الکترودهای روکشدار است که به لطف تنوع و سادگی کاربرد آن هنوز هم پر استفاده ترین روش است. با این وجود برای محدود کردن هزینه ها و افزایش بهره وری جوشکاری مخصوصا در مسیرهای طولانی، سازندگان بسیاری روشهای جوشکاری نیمه اتوماتیک یا کاملا اتوماتیک با مفتول یکپارچه یا مفتول جوشکاری با پوشش محافظ گازی را ترجیح داده اند. این راهنما در مورد هر دو روش توضیح می دهد. بخش زیادی از کتاب به جوشکاری دستی که امروزه به صورت گسترده بکار برده می شود با تاکید بر تجربیات عملی و ارزیابی کیفیت اختصاص داده شده است، با این وجود روشهای مدرن که در آینده کاربردهای بیشتری خواهند یافت نیز مورد توجه قرار گرفته اند. پیش فرض این کتاب بر این است که قادر باشد مهمترین نیازمندیهای تکنسینها و جوشکارها را برآورده سازد، با اینحال این کتاب می تواند اطلاعات مفید و پایه تجربی محکمی را درباره پروسه های جوشکاری و مصالح پرکننده و وسایل جوشکاری برای خواننده فراهم کند.

فهرست مطالب

فصل اول :

مقدمه

1	جزئیات اتصال
3	انواع اتصال
4	زوایای قرارگیری الکتروود
7	دسته بندی لوله ها
11	مصرف الکتروودها
13	موقعیت های ASME/EN

فصل دوم :

فرآیند قوس فلزی دستی

15	اطلاعات عمومی
15	الکتروودهای سلولوزی جوش لوله
20	الکتروودهای پایه
23	الکتروودهای پایه - داده های اصلی
25	الکتروودهای سلولوزی - داده های اصلی

فصل سوم :

تکنیک های جوشکاری و تجربیات عملی

27	اطلاعات عمومی
	جوشکاری عمودی سرپایین لوله با الکتروودهای سلولوزی
27	آماده سازی و خالجوش زدن
33	اتصال در موقعیت 5G/PG
45	اتصال در موقعیت 6G/H-L045
	جوشکاری عمودی سربالای لوله ها با ترکیبی از تکنیک های سلولوزی/پایه
52	آماده سازی و خالجوش زدن
58	اتصال در موقعیت 5G/PG

69	.....	G/PG2	اتصال در موقعیت
77	.....	6G/H-L045	اتصال در موقعیت

فصل چهارم :

نقصهای جوش : دلایل ایجاد و روشهای ترمیم

84	اطلاعات عمومی
----	-------	---------------

فصل پنجم :

جوشکاری اتوماتیک لوله

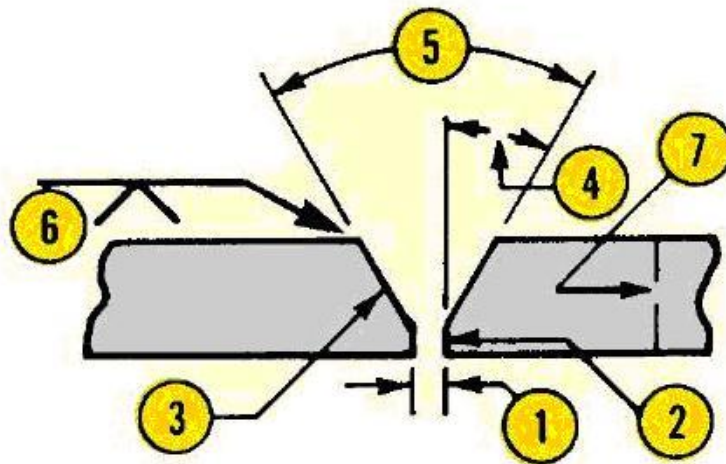
90	.....	اطلاعات عمومی
91	.....	مواد پرکننده
94	.....	تکنیکهای جوشکاری و تجربیات عملی
97	.....	مثالهایی از WPS (دفترچه مشخصات روند جوشکاری)
101	.....	مقایسه سه روش جوشکاری
103	.....	نقصها و ترمیم آنها

مقدمه

جزئیات اتصال

اتصال لب به لب

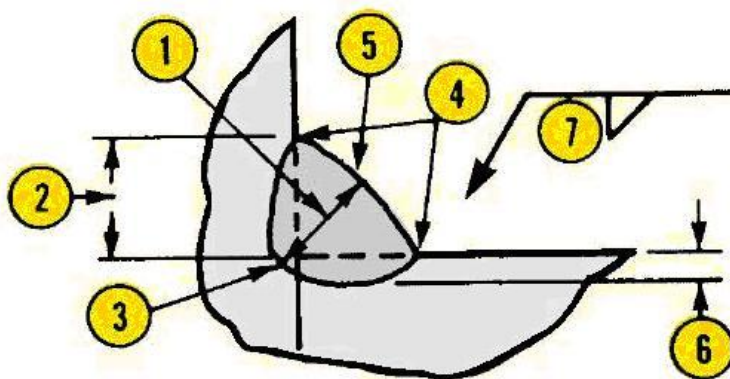
- 1- شکاف ریشه : جدایی بین لبه هایی که در ریشه اتصال جوش داده می شوند.
- 2- سطح ریشه : سطح آماده سازی اتصال که بر سطح ورق عمود است.
- 3- سطح پخ : سطح شیبدار آماده سازی اتصال
- 4- زاویه پخ : زاویه بین سطوح پخ خورده و خط عمود بر صفحه
- 5- زاویه کلی : زاویه کلی بین دو سطح شیبدار
- 6- عرض شکاف : عرض موثر اتصال (فاصله بین پخ های مایل بعلاوه عمق نفوذ)
- 7- ضخامت صفحه



اتصال لب به لب

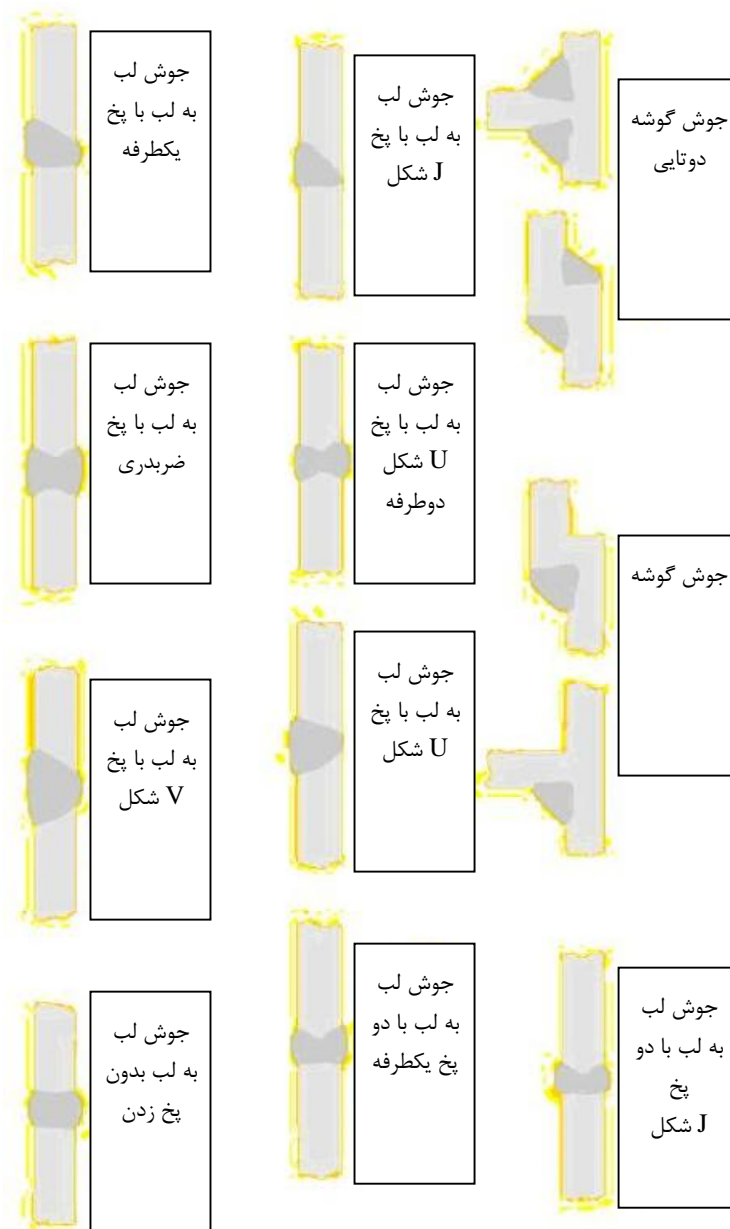
اتصال گوشه

- 1- ضخامت گلوگاه : فاصله بین ریشه جوش و سطح جوش در امتداد نیمساز
- 2- طول ساق : فاصله بین ریشه جوش و لبه
- 3- ریشه اتصال : نقطه ای که در آن پایین جوش با سطح فلز پایه برخورد می کند.
- 4- لبه اتصال : نقطه اتصال بین سطح جوش و سطح فلز پایه
- 5- سطح اتصال : سطح خارجی جوش
- 6- عمق ذوب : عمقی که حمام ذوب در سطح فلز پایه نفوذ می کند.
- 7- عرض جوش : فاصله بین دو لبه اتصال



اتصال گوشه

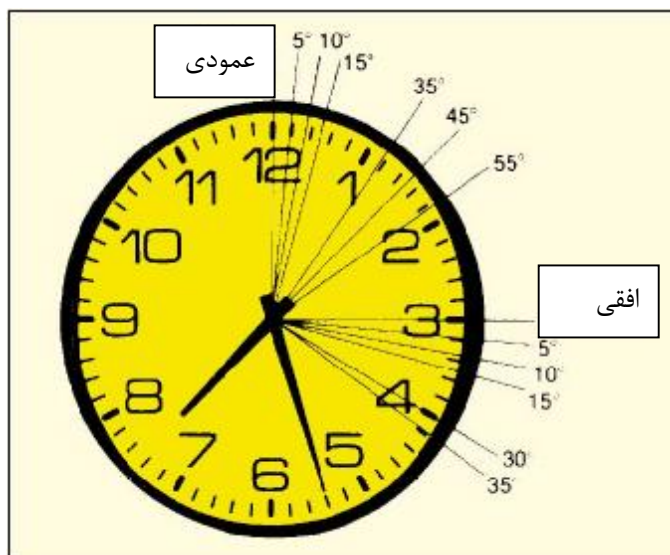
انواع اتصال

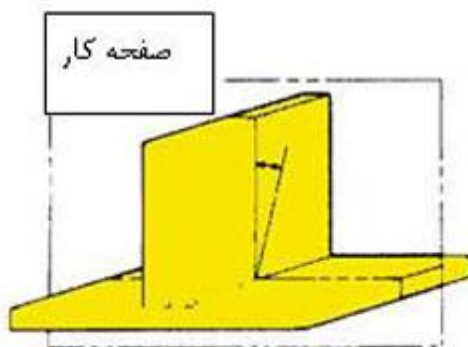
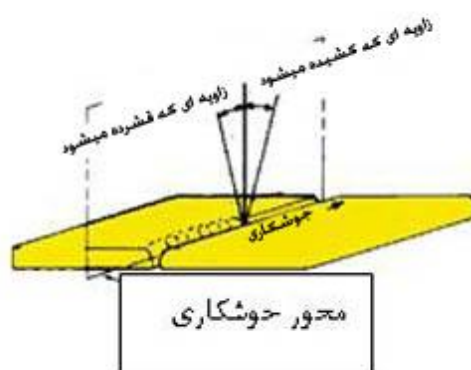
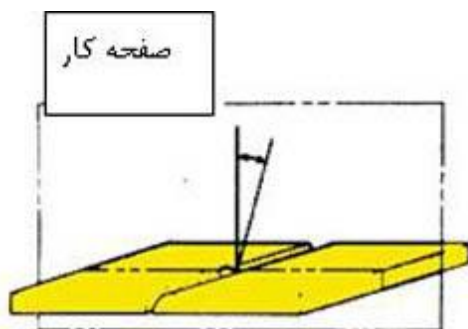


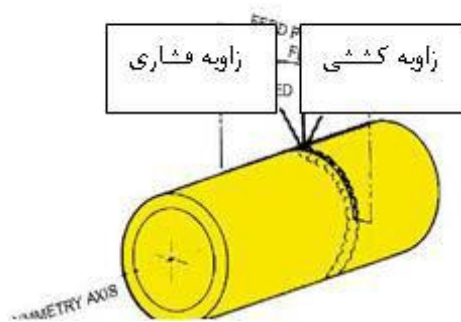
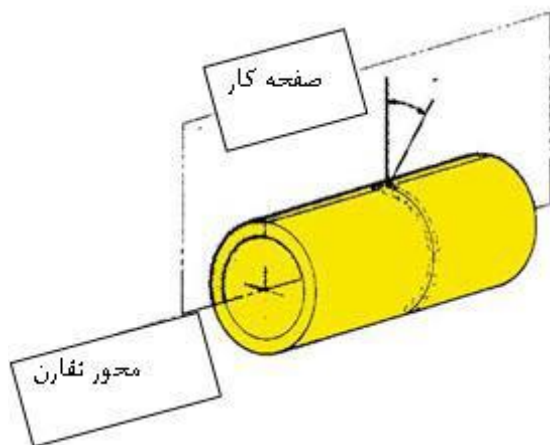
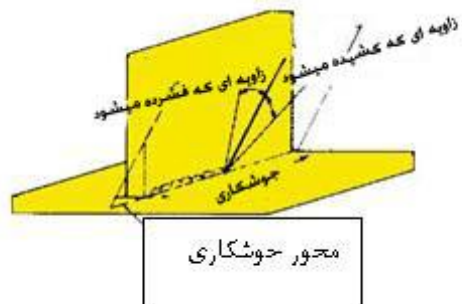
روشهای گوناگون دیگری نیز امکان پذیر می باشد

زوایای قرارگیری الکتروود

در این راهنما روش رسمی AWS برای تعریف زوایای قرارگیری الکتروود مورد استفاده قرار گرفته است (EN اضافه شده است). دونوع زاویه مورد اشاره قرار گرفته است: زاویه جلو بردن و زاویه کار. زاویه جلو بردن " فشاری " نامیده می شود ، وقتی که الکتروود در جهت جلو بردن نقطه گذاری می کند و وقتی که الکتروود در خلاف جهت جلو بردن نقطه گذاری می کند " کششی " نامیده می شود. زاویه کار نسبت به صفحه مرجع یا صفحه کار داده می شود. شکلها نحوه تعریف زوایا را بهتر نشان می دهد. اگر صفحه ساعت را به عنوان صفحه مرجع در نظر بگیریم، هر دقیقه معادل 6 درجه خواهد بود.







دستورالعمل مربوط به نتایج آزمایش کشش و خمش برای ضخامتهای کمتر از 25 میلی متر و برای آزمایش هیدرواستاتیک

طراحی فولادها	بدنه لوله (لوله های جوشکاری شده و نشده)			مقاومت کششی $R_{10} / R_{0.2}$ max.	افزایش طول $(L = 5.65 \sqrt{S_n})$ A % min.	HFV, SAW, COW	دیز جوش SAW, COW	لوله
	نقطه تسلیم واحد $R_{1.2}$ MPa	R_n MPa min.	مقاومت کششی $R_{10} / R_{0.2}$ max.					
به عدد	L245NB	from 245 to 440	415	0.80 0.85	22		3 T	همه لوله ها باید بدون ایجاد عیب و تغییر شکل ظاهری آزمایش شوند.
	L245MB							
به حروف	L280NB	from 280 to 440	415	0.80 0.85	21		3 T	همه لوله ها باید بدون ایجاد عیب و تغییر شکل ظاهری آزمایش شوند.
	L280MB							
	L360NB	from 360 to 510	415	0.85	20		4 T	همان اندازه های که برای بدنه لوله درج شده است.
	L360QB							
	L360MB							همان اندازه های که برای بدنه لوله درج شده است.
	L415NB	from 415 to 565	420	0.88 0.85	18		5 T	
	L415QB							همان اندازه های که برای بدنه لوله درج شده است.
	L415MB							
	L450QB	from 450 to 570	535	0.90 0.87	18		6 T	همان اندازه های که برای بدنه لوله درج شده است.
	L450MB							
	L485QB	from 485 to 605	570	0.90	18		6 T	همان اندازه های که برای بدنه لوله درج شده است.
	L485MB							
	L555QB	from 555 to 675	625	0.90	18		6 T	همان اندازه های که برای بدنه لوله درج شده است.
	L555MB							

1. خصوصیات مکانیکی لوله ها با ضخامت بالای 40 میلیمتر باید ثابت شود.
 2. نسبت نقطه تسلیم واحد و مقاومت کششی برای "لوله" درج شده است و نمی تواند برای مواد شروع درخواست شود.
 3. این مقادیر برای نمونه های عرضی گرفته شده از بدنه لوله ها درج شده اند. اگر نمونه های طولی آزمایش می شوند، میزان افزایش طول ها باید به اندازه 2 واحد زیاد شوند.
 4. ضخامت مقرر لوله = T

ویژگی های فیزیکی / عناصر شیمیایی (فولادهای A.P.I)

مشخصات A.P.L	کیفیت	مشخصات مکانیکی Mpa مقاومت کششی نقطه تسلیم	ترکیبات شیمیایی % منگنز کربن (MAX)	معادل کربن (max)

مصرف الکترودها

میزان مصرف الکترودهای جوشکاری لوله در جوشکاری سرباين عمودی (kg)

شمار لوله Inches	ضخامت های جداره														
	6.3 mm (1/4")			9.5 mm (1.0")			12.5 mm (1/2")			15 mm (3/8")			19 mm (3/4")		
	دوگانه 4 mm	پانزدهگانه 5 mm	Kg Joint	دوگانه 4 mm	پانزدهگانه 5 mm	Kg Joint	دوگانه 4 mm	پانزدهگانه 5 mm	Kg Joint	دوگانه 4 mm	پانزدهگانه 5 mm	Kg Joint	دوگانه 4 mm	پانزدهگانه 5 mm	Kg Joint
6	0.11	0.13	0.24	0.08	0.29	0.48	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.15	0.14	0.29	0.11	0.37	0.63	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.20	0.14	0.39	0.19	0.47	0.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.24	0.17	0.49	0.23	0.16	0.97	0.23	1.31	1.70	—	—	—	—	—	—
14	0.28	0.19	0.58	0.27	0.19	0.68	1.14	2.00	2.62	0.18	2.62	3.06	—	—	—
16	0.32	0.22	0.66	0.31	0.22	0.77	1.30	2.28	3.51	0.21	2.99	3.51	—	—	—
18	0.36	0.25	0.74	0.36	0.25	0.85	1.46	2.57	3.96	0.24	3.37	3.96	0.24	5.02	5.81
20	0.41	0.28	0.83	0.40	0.28	0.95	1.63	2.86	3.74	0.27	3.74	4.40	0.39	5.58	6.24
24	0.49	0.34	0.99	0.48	0.34	1.14	1.96	3.43	4.51	0.33	4.51	5.31	0.47	6.68	7.48
28	0.57	0.40	1.15	0.57	0.39	1.32	2.28	3.96	5.19	0.38	5.19	6.13	0.56	7.79	8.73
30	0.61	0.43	1.24	0.61	0.42	1.41	2.44	4.31	5.64	0.41	5.64	6.85	0.80	8.34	9.35
32	—	—	—	0.65	0.45	1.51	2.61	4.80	6.01	0.44	6.01	7.09	0.84	8.90	9.98
36	—	—	—	0.73	0.51	1.70	2.94	5.17	6.78	0.50	6.78	8.00	0.72	10.01	11.23
40	—	—	—	0.81	0.57	1.89	3.27	5.75	7.53	0.56	7.53	8.89	0.80	11.11	12.47
42	—	—	—	0.86	0.60	1.97	3.35	6.04	7.90	0.59	7.90	9.34	0.85	11.65	13.09
48	—	—	—	0.98	0.68	2.26	3.82	6.89	9.02	0.67	9.02	10.66	0.97	13.32	14.96
80	—	—	—	1.23	0.86	2.83	4.92	8.61	11.28	1.21	11.28	13.33	1.21	16.66	18.71
اندازه های استاندارد برای مشار جوش	3			5			7			10			16		

میزان مصرف الکترودهای جوشکاری لوله در جوشکاری سربالای عمودی (kg)

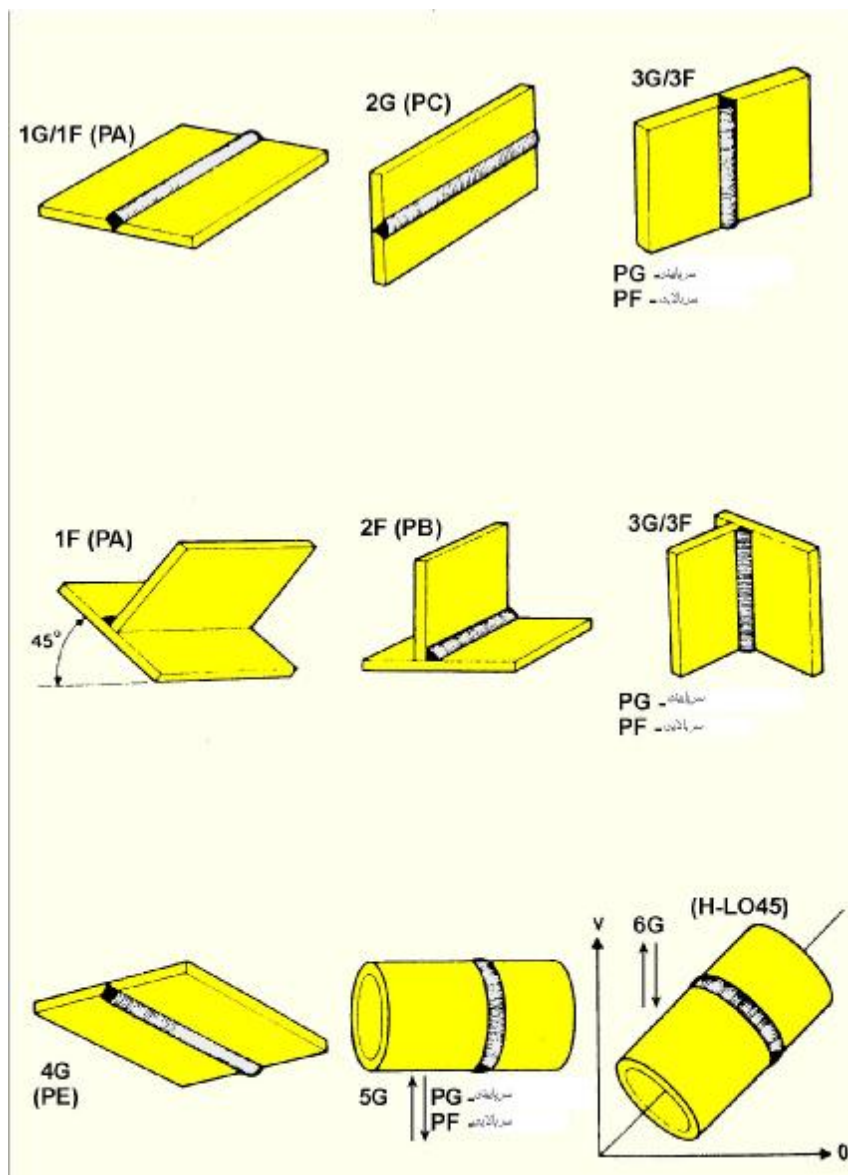
مشخصات های جداره										
قطر لوله Inches mm	9,5 mm (3/8")		12,5 mm (1/2")		16 mm (5/8")		19 mm (3/4")		25,4 mm (1")	
	الکتروده پرکربن 3,25 mm	الکتروده پرکربن 4 mm	الکتروده پرکربن 4 mm	الکتروده پرکربن 4 mm	الکتروده پرکربن 3,25 mm	الکتروده پرکربن 4 mm	الکتروده پرکربن 3,5 mm	الکتروده پرکربن 4 mm	الکتروده پرکربن 5 mm	الکتروده پرکربن 5 mm
	Kg Jelit	Kg Jelit	Kg Jelit	Kg Jelit	Kg Jelit	Kg Jelit	Kg Jelit	Kg Jelit	Kg Jelit	Kg Jelit

توجه شود که برای لوله های با قطر کمتر از 152 میلیمتر (6") یا ضخامت دیواره حداکثر 8 میلیمتر ، الکتروده جوش لوله 6010 قطر 2,5 میلیمتر می تواند برای پاس اول جوشکاری مورد استفاده قرار گیرد.

وزن تقریبی الکترودهای جوش لوله:

- Ø 3.25 approx. 28 grams
- Ø 4 approx. 40 grams
- Ø 5 approx. 62 grams

موقعیت های ASME/EN 1



pic

فرایندهای قوس فلزی دستی

اطلاعات عمومی

اصلی ترین پروسه جوشکاری که در خطوط لوله بکار گرفته می شود روش MMA می باشد. که همان جوشکاری دستی توسط الکترودهای پوششی می باشد. چندین علت برای این انتخاب وجود دارد که روشن ترین آنها اینست که الکترودهای دستی اولین محصولی است که اختراع شد و جهت جوشکاری قوسی مناسب می باشد. ولی به هر حال امروزه نیز با اینکه مواد مصنوعی سطح بالاتر با بازدهی بهتر و تکنیکهای کم خرج تر در دسترس کاربران می باشد ولی جوشکاری MMA هنوز هم به عنوان پروسه ای مطلوب در جوشکاری لوله ها جایگاه خود را حفظ کرده است. از جمله دیگر دلایل انتخاب روش MMA می توان به این نکات اشاره کرد: کاربری راحت آن ، قابلیت دسترسی به موقعیتهایی که دسترسی به آنها مشکل است، ساده سازی ژنراتور مورد نیاز (این حقیقت که با انتخاب این روش قادر به استفاده از ژنراتور موتوری می باشیم چرا که شبکه های برق رسانی هنوز در برخی از سایتها دردسترس نیستند)، نبودن نیاز به گازهای پوششی (چرا که در برخی کشورها مخصوصاً در کشورهای جهان سوم، دسترسی به این گازها مشکل می باشد) که در جوشکاری به وسیله مفتولهای هسته دار و یا مفتولهای توپر، وجود آنها لازم است و موارد دیگر، برخی از انواع الکترودهای پایه و سلولزی، جهت تامین نیازمندیهای نوع فولادی که در ساخت خطوط لوله بکار گرفته می شود و یا جهت ارضاء مشخصات ایمنی برخی استانداردها و نیز برای مجهز کردن کاربران (به عنوان مثال جوشکاران) که بر روی محصولات چند سوگرد خاصی کار می کنند، به صورت ویژه ای طراحی شده اند.

الکترودهای سلولزی ok به منظور جوشکاری لوله:

الکترودهای ok برای جوشکاری لوله همچنان یکی از راه حل های ایمن و پربازده در جوشکاری خطوط لوله می باشند.