

جدول مرجع ۹-۱۴- کد شناسایی رنگی همراه با شماره استاندارد
الکترودها براساس استاندارد AWS

فولاد معمولی و فولاد کم آلیاژ Exx10-Exxx-xx14
و کلیه الکترودهای E60xx-E26xx

کلاس	رنگ انتهایی	رنگ خال
E6018	«	نارنجی
MieG6010	نقره‌ای	ندارد
MieG6011	«	آبی

جدول مرجع الکترودهای کم هیدروژن - کم آلیاژ
Exx15-Exx16,Exx18
به غیر از E60xx

کلاس	رنگ انتهایی	رنگ خال
E7015G	ندارد	قرمز
E7016G	«	نارنجی
E7018G	«	آبی
E7015	آبی	قرمز
E7015-A1	«	سفید
E7016	«	نارنجی
E7016-A1	«	زرد
E9015-B3L	مشکی	سفید
E8015-B2L	«	سبز
E8015-B4L	«	برنزی
E7018	«	نارنجی
E7018-A1	«	زرد
E8018-C3	«	مشکی
E8018G	«	آبی

کلاس	رنگ انتهایی	رنگ خال
E6010	ندارد	ندارد
E6012	«	سفید
E6013	«	قهوه‌ای
E6020	«	سبز
E6015	«	قرمز
E6011	«	آبی
E6024	«	زرد
E6016	«	نارنجی
E6030	«	بنفش
E6027	«	نقره‌ای
E7010G	آبی	ندارد
E7010-A1	آبی	سفید
E7011G	«	آبی
E7011-A1	«	زرد
E7014	مشکی	قهوه‌ای
E7024	«	زرد
E7028	«	مشکی
E8010G	سفید	ندارد
E8010-B1	«	قهوه‌ای
E8010-B2	«	سبز
E8011G	«	آبی
E8011-B1	«	مشکی
E9010G	قهوه‌ای	ندارد
E9011G	«	آبی
E8011-B2	«	مشکی
E10010G	سبز	ندارد
E10011G	«	آبی
E6014	قرمز	قهوه‌ای
E6028	«	مشکی

جدول مرجع شناسایی الکترودهای بر اساس کد رنگی
و شماره‌ی استاندارد AWS

کلاس	رنگ انتهایی	رنگ خال
E10015-D2	«	زرد
E100PoG	«	آبی
E10018-D2	«	بنفش
E10016-D2	«	خاکستری
Mil 11018	قرمز	ندارد
E11015G	«	قرمز
Mil11015	«	سفید
Mil 9018	«	نارنجی
E11016G	«	زرد
E11018G	«	آبی
Mil 260-15	زرد	قرمز
Mil 12015	«	سفید
Mil 260-16	«	نارنجی
Mil 12016	«	زرد
E12015G	نارنجی	قرمز
E12016G	«	نارنجی
E12018G	«	آبی
Mil230-15	نقره‌ای	قرمز
Mil 230-16	«	نارنجی

کلاس	رنگ انتهایی	رنگ خال
MIL10018	مشکی	بنفش
E8018-B4	«	خاکستری
MIL12018	«	نقره‌ای
E8015-C3	سفید	قرمز
E8015-C2	«	سفید
E8015-B1	سفید	قهوه‌ای
E8015-B2	«	سبز
E8015-C1	«	برنزی
8016-C3	«	نارنجی
E8016-G	«	زرد
E8016-B1	«	مشکی
E8016-C1	«	آبی
E8016-C2	«	بنفش
E8016-B2	«	خاکستری
E8015G	خاکستری	قرمز
Mie 94LC-16	«	سفید
Mie 52lc-16	«	سبز
Mie 82LC-16	«	برنزی
E8018-B1	«	مشکی
E8018-C1	«	آبی
E8018-C2	«	بنفش
E8018-B2	«	خاکستری
E9015G	قهوه‌ای	قرمز
E9015-D1	«	سفید
E9015B3	«	سبز
E8015-B4	«	برنزی
E9016G	«	نارنجی
E9016-D1	«	زرد
E90-B3	«	آبی
E8016-B4	«	بنفش
E9018-D1	بنفش	بنفش
E10015G	سبز	قرمز
E10016G	«	نارنجی

جدول مرجع کد شناسایی الکتروودها بر اساس کد رنگی
و شماره‌ی استاندارد AWS

فولاد کم آلیاژ

همه به صورت E60xx-E60xx

به جز E60xx

رنگ گروه: نقره‌ای		
E7020G	آبی	سبز
E7020-A1	»	زرد
E80BG	سفید	قهوه‌ای
E8013-B1	»	سفید
E9013G	قهوه‌ای	قهوه‌ای
E8013-B2	»	سفید
E10013G	سبز	قهوه‌ای

مس و آلیاژ مس		
رنگ گروه: آبی		
ECu-Ni	ندارد	آبی
ECu	سبز	ندارد
ECu-Si	قرمز	»
ECu-SnA	زرد	»
ECu-SnC	»	آبی
ECu- A1-A2	نقره‌ای	»
ECu- A1-B	»	قهوه‌ای
ECu- A1-C	»	سبز
ECu- A1-D	»	قرمز
ECu- A1-E	»	زرد

فولاد کرم‌دار و فولاد کرم - نیکل‌دار		
رنگ گروه برای جریان DC مشکی		
رنگ گروه برای جریان AC-DC؛ زرد		
Mil 308 - Moe-15	ندارد	ندارد
Mil 308- Mot-15	»	»
Mie 307-L-15	»	مشکی
Mie 307-T-15	»	»
Mie 16-8-2-15	آبی	زرد
E308LC-15	قهوه‌ای	ندارد
Mie 202-LC-15	»	آبی
E316LC-15	»	سفید
E330-15	سبز	ندارد
E312-15	»	قرمز
Type 330HiC	»	مشکی
E310-15	قرمز	ندارد
E310Cb-15	»	آبی
E310Mo-15	»	سفید
20-29 CuMo	»	قهوه‌ای
E308-15	زرد	ندارد
E347-15	»	آبی
E316-15	»	سفید
E317-15	»	قهوه‌ای
E318-15	»	سبز
Mil308-HC-15	»	قرمز
Mil 347-CH-15	»	زرد
type349	»	نارنجی
E309-15	مشکی	ندارد
E309Cb-15	»	آبی
E309Mo-15	»	سفید
E502-15	خاکستری	آبی
type 505	»	سفید
E 410-15	»	قهوه‌ای
E430-15	»	سبز
type 442	»	قرمز
type 446	»	زرد

جدول مرجع کد شناسایی الکترودهای بر اساس کد رنگی
و شماره‌ی استاندارد AWS

رنگ خال	رنگ انتهایی	کلاس
نیکل و آلیاژهای آن مقاوم در حرارت زیاد		
رنگ گروه: سفید		
سفید	آبی	E3N10
قهوه‌ای	»	E4N10
قرمز	»	E3N14
سبز	سفید	E3N1B
زرد	»	Mil4N1W
بنفش	»	E3N1C
آبی	سبز	Ni-Cr-60-13
سفید	»	Ni-Cr-85-15
قهوه‌ای	»	E4N12
سفید	زرد	E3N11
قهوه‌ای	»	E4N11
آبی	نارنجی	ENi
سفید	»	ENiCu
قهوه‌ای	»	ENiFe
سبز	»	ENiCuB
سفید	بنفش	E3N12
قرمز	»	E3N19
سفید	برنزی	Mil3N1L
نارنجی	»	Mie 3N1N

۴-۵-۹ الکتروود برای جوشکاری فولادهای

زنگ‌نزن: فولادهای زنگ‌نزن دو دسته‌اند:

فولادهای زنگ‌نزن سری 400 یا 500 که از 12 تا 18 درصد فلز کروم دارند.

الف - فولاد زنگ‌نزن کروم‌دار (فریتی) که جذب آهن‌ریا می‌شود و به فولاد زنگ‌نزن بگیر معروف است.

فولادهای زنگ‌نزن سری 300 که از 18 تا 30 درصد فلز کروم و از 8 تا 35 درصد فلز نیکل دارند.

ب - فولاد زنگ‌نزن کروم نیکل دار (اوستینی) که جذب آهن‌ریا نمی‌شود و به فولاد زنگ‌نزن نگیر معروف است.

فولاد کروم نیکل دار E308

فولاد کروم دار E410

کمترین L=

درصد کمی مولیبدن هم دارد Mo=

درصد کمی کلمبیوم هم دارد Cb=

این دسته الکترودها معمولاً گران قیمت‌اند و شناسایی آن‌ها با شماره‌ی جنس آن‌ها، بر اساس استاندارد^۱ (AISI) انجمن آهن و فولاد آمریکا، مطابقت دارد؛ یعنی پس از حرف E شماره‌ی آن‌ها می‌آید.

یعنی سه رقم پس از آن ممکن است حرف L Mo یا Cb

آمده باشد.

E316L15

یعنی فولاد شماره ۳۱۶ کم کربن قابل جوشکاری در تمام حالات با روپوش کم نئیدروژن. از جدول ۱-۹ برای تشخیص نوع روپوش و نوع جریان جوشکاری استفاده می‌شود.

و پس از آن یک عدد دورقمی که وضعیت و نوع روپوش را، مانند الکترودهای معمولی فولاد، مشخص می‌کند. یعنی 1 به معنی وضعیت و 5 به معنی نوع روپوش است (جدول ۱۵-۹).

جدول مرجع ۱۵-۹ الکترودهایی برای جوشکاری فولادهای ضدزنگ و مقاوم به حرارت

خصوصیات و موارد کاربرد	ISO 3581	DIN 8556	AWS/ASME
برای جوشکاری اتصالی فولادهای مارتنزیتی - فریتی با ۱۲ تا ۱۴٪ کرم، ایجاد لایه‌ی روکشی سخت و مقاوم در سایش و حرارت و پوسته شدن.	E13B20	E13B20	E410-15
برای جوشکاری اتصالی و روکشی سخت در فولادهای مقاوم در حرارت، با ۲۵٪ نیکل.	E2520B20	E2520B20	E310-15
الکتروود روتیلی با کربن خیلی کم برای جوشکاری اتصالی و روکشی در فولادهای کرم - نیکل ۱۸/۸، مقاوم به خوردگی شیمیایی.	E199LR26	E199LR26	E308L-16
الکتروود روتیلی با کربن خیلی کم برای جوشکاری اتصالی و روکشی در فولادهای کرم - نیکل - مولیبدن ۱۸/۸/۲، مقاوم به خوردگی شیمیایی.	E19123 LR26	E19123 LR26	E316L-16
	-	E199NbR26	E347-16
الکتروود روتیلی برای جوشکاری اتصالی و روکشی در فولادهای ثابت شده و نشده‌ی کرم - نیکل - مولیبدن ۱۸/۸/۲، مقاوم به خوردگی شیمیایی.	-	E19-123 NbR26	E318-16
برای جوشکاری اتصالی بین فولادهای پرآلیاژ و فولادهای غیرآلیاژی با ایجاد لایه‌ی واسطه در روکش سخت.	E2312LR26	E2312LR26	E309L-16
برای جوشکاری فولادهای بدجوش و لایه‌ی تنش گیر و روکش سخت در ریل‌ها، رنجیر تانک و امثال آن.	E188MNB20	E188MN 6B20	E307-15

۱- American Iron and steel institute

جدول ۹-۱۶- الکترودهای مخصوص چدن

خصوصیات و موارد کاربرد	ISO	DIN 8573	AWS/ASME
برای جوشکاری قطعات چدنی که براده برداری نمی‌شوند مانند پایه‌ی ماشین‌ها، میله‌های چدنی و اصلاح معایب چدن.	-	-	EFST
برای جوشکاری چدن خاکستری و چکش خوار و همچنین اتصال چدن خاکستری به فولاد و اصلاح و تعمیر قطعات ریختگی و شکسته شده قابل تراش و سوهان کاری.	-	ENI BG22	ENI-C1

جدول ۹-۱۷- الکترودهای آلومینیوم و برنز

مخصوص جوشکاری آلیاژهای آلومینیوم ۴ تا ۶ درصد سیلیسیوم و آلومینیوم خالص.	-	S-AISi5	E4043
الکترودهای برنزی برای اتصال و روکشی مس و آلیاژهای مسی برنز روی فولاد و چدن ریختگی.	-	S-CUSN7 S-CUSN	ECUSN-C CUSN



شکل ۹-۲۱- امتحان خشک بودن الکترودها

۵-۵-۹- الکترودهای مخصوص: الکترودهای

مخصوص الکترودهایی هستند که در ساخت آن‌ها از فلزاتی مثل نیکل، مس، منیزیم، آلومینیوم و آلیاژهای آن‌ها استفاده می‌شود و در کارهای تخصصی کاربرد دارند.

مثلاً برای جوشکاری چدن خاکستری و چکش خوار از الکترودها مخصوص با جنس مغز نیکل استفاده می‌شود (جدول ۹-۱۶).

یا برای جوشکاری آلومینیوم از الکترودها با آلیاژ آلومینیوم-سیلیسی استفاده می‌شود (جدول ۹-۱۷)، همچنین برای جوشکاری مس از الکترودهای که در آن آلیاژ مس و کمی قلع به کار رفته استفاده می‌شود.

۹-۶- روش نگهداری الکترودها در انبار

نگهداری اصولی الکترودها موجب افزایش بهبود کیفیت جوش می‌شود. انبار کردن و نگهداری الکترودها باید با توجه به توصیه‌های کارخانه‌ی سازنده انجام پذیرد.

۹-۶-۱- جذب رطوبت: الکترودها عموماً آمادگی

جذب رطوبت دارند و این رطوبت را از هوا جذب می‌کنند. الکترودهای سلولزی و قلیایی حساسیت بیشتری نسبت به جذب رطوبت دارند.

چگونگی تشخیص رطوبت در الکترودها

۱- با وزن کردن دقیق، قبل و بعد از خشک کردن میزان

رطوبت تعیین می‌شود.

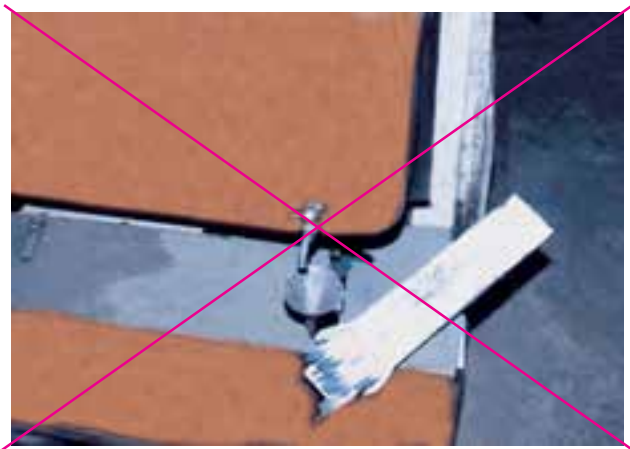
۲- با قرار دادن چند الکترودها بین دو کف دست و حرکت

دادن آهسته‌ی دو دست در جهت عکس هم (شکل ۹-۲۱). چنانچه الکترودها خشک باشد صدای به هم مالیده شدن آن‌ها تیز و شبیه صدای فلز است و چنانچه دارای رطوبت زیاد باشند، صدای آن‌ها خفه است.

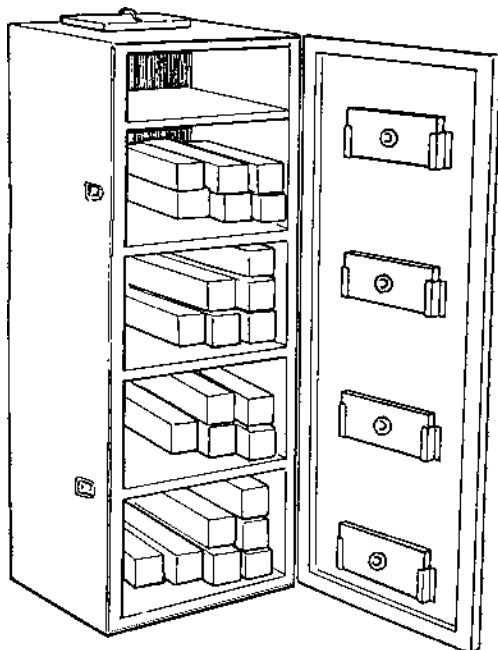
روپوش سلولزی E6010

روپوش قلیایی E7018

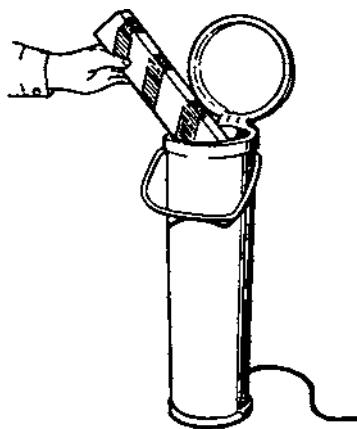
حساس به رطوبت



چرب شدن الکتروود
شکل ۹-۲۲- محل نامناسب برای قرار دادن الکتروود



شکل ۹-۲۳- کوره‌ی الکتروود خشک‌کنی



شکل ۹-۲۴- گرم‌کن کنار دست جوشکار

۹-۶-۲- مواد چربی و اثر نامطلوب در الکتروودها:

اگر الکتروود آغشته به مواد چربی باشد این مواد در هنگام جوشکاری تجزیه شده و تیدروژن وارد فلز جوش می‌شود که باعث شکنندگی جوش خواهد شد. از این رو الکتروودها باید در مقابل چرب شدن، حتی به مقدار کم، محافظت شوند. (شکل ۹-۱۲).

۹-۶-۳- وارد شدن ضربات و خسارت مکانیکی

به الکتروود: در جابه‌جا کردن الکتروودها ممکن است روپوش در اثر ضربه بریزد و یا ترک بخورد. لذا باید الکتروودها را با احتیاط حمل و نقل کرد. خصوصاً الکتروودهای سلولزی را، که روپوش ترد دارند.

۹-۶-۴- کوره‌های الکتروود خشک‌کنی: از این

کوره‌ها برای خشک کردن بعضی از انواع الکتروودها که باید در کوره‌ی مخصوص خشک شوند استفاده می‌کنند.

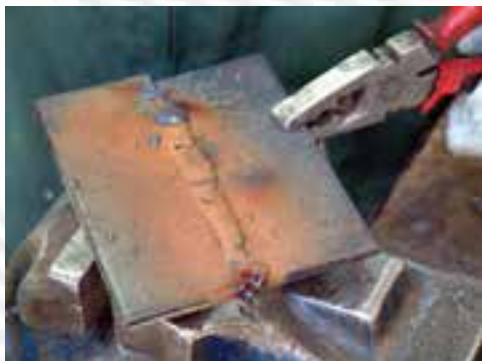
درجه حرارت و زمان لازم برای حرارت دادن معمولاً

روی جعبه‌ی الکتروود یا دفترچه‌ی راهنمای الکتروود ثبت شده است. در شکل ۹-۲۳ یک کوره‌ی برقی الکتروود خشک‌کن را مشاهده می‌کنند.

معمولاً گرم‌کن‌های کوچکی هم کنار دست جوشکار قرار

دارد که جوشکار می‌تواند الکتروودهای خشک شده را از آن خارج کرده بلافاصله مورد استفاده قرار دهد (شکل ۹-۲۴).

آزمون پایانی (۹)



قبل از برس زدن

اتصال جوشی که در شکل مقابل مشاهده می‌شود به وسیله‌ی یک جوشکار ماهر، با جریان DC، روی دو قطعه‌ی فولادی به صورت لب به لب ایجاد شده است. قبل از برس زدن و بعد از برس زدن آن را مقایسه کنید و به سؤال زیر پاسخ دهید.

۱- جوشکاری با چه الکترودی انجام شده است؟

الف - الکترود روپوش دار

ب - الکترود بدون روپوش



بعد از برس زدن

۲- علت وجود جرقه‌های زیاد چیست؟

الف - آمپر زیاد

ب - عدم محافظت از مذاب

۳- چرا گرده جوش ناموزون است؟

الف - ضعف جوشکار

ب - نبودن سرباره روی جوش



جوشکاری با الکترود روپوش دار انجام شده

۴- در شکل مقابل جوشکاری با الکترود روپوش دار E6013

انجام شده است. چه ضعف‌هایی در کار مشاهده می‌شود؟

پاسخ تشریحی:

.....
.....
.....

۵- الکتروود E7028 در کدام حالت قابل استفاده نیست؟

- الف - سطحی ب - افقی
ج - عمودی د - الف و ب

۶- کدام الکتروود جوش دارای استحکام کششی بیشتری است؟

- الف - E7018 ب - E9018
ج - E6013 د - E6011

۷- آیا الکتروود E30815 یک الکتروود فولاد معمولی است؟

- الف - بلی ب - خیر

۸- آیا می توان برای محافظت از مذاب و ستون قوس در جوشکاری فولاد معمولی گاز کم اثر جایگزین کرد؟

- الف - بلی ب - خیر

۹- در جوشکاری با الکتروود روپوش دار کدام گاز بیشتر تولید می شود؟

- الف - CO_2 ب - Co
ج - Ar د - O_2

۱۰- کدام عنصر در روپوش الکتروود می تواند اثر مخرب گوگرد را موقع جوشکاری کاهش دهد؟

- الف - منگنز Mn ب - TiO_2 اکسید تیتان
ج - $CaCO_3$ کربنات کلسیم د - Al پودر آلومینیوم

۱۱- آیا در روپوش الکتروودهای پرفوذ کربنات کلسیم زیادی به کار رفته است؟

- الف - بلی ب - خیر

۱۲- آیا الکتروود روتیلی را می توان در تمام حالات به کار برد؟

- الف - بلی ب - خیر

۱۳- کدام الکتروود باید قبل از جوشکاری به مدت ۲ تا ۳ ساعت در کوره ی الکتروود خشک کن بین 250° تا

$300^{\circ}C$ حرارت داده شود؟

- الف - E7018 ب - E6013
ج - E6011 د - E6010

۱۴- الکتروودی در اختیار داریم که رنگ انتهایی آن (End color) به رنگ آبی و رنگ خال آن (Spotcolor) به رنگ سفید است و رنگ گروه ندارد. با مراجعه به جداول مرجع به سؤالات زیر پاسخ دهید :

پاسخ تشریحی:

.....

الف - روپوش الکتروود از چه نوعی است؟

پاسخ تشریحی:

.....

ب - در کدام حالات قابل جوشکاری است؟

ج - کاربرد آن کدام است؟

پاسخ تشریحی:

.....

د - با چه جریانی جوشکاری می شود؟

پاسخ تشریحی:

.....

ه - جزء الکترودهای پرنفوذ است یا پرناندمان یا هیچ کدام؟ چرا؟

پاسخ تشریحی:

.....

۱۵- خصوصیات اصلی الکتروُد E8010B₂ را با استفاده از جداول مرجع بیان کنید.

الف - استحکام کشش جوش چقدر است؟

پاسخ تشریحی:

.....

ب - در کدام وضعیت قابل جوشکاری است؟

پاسخ تشریحی:

.....

ج - نوع روپوش و نوع جریان قابل استفاده کدام است؟

پاسخ تشریحی:

.....

د - چه عناصر آلیاژی به فلز جوش اضافه می کنند و به چه میزان؟

پاسخ تشریحی:

.....

۱۶- برای جوشکاری فولادهای کم آلیاژ که باید در دمای زیر صفر در بخشی از تأسیسات پروتی کار کنند، کدام الکتروُد را پیشنهاد می کنید؟ (از جدول استفاده شود) کدام عنصر آلیاژ را در مقابل ضربه در درجات پایین مقاوم می کند؟ (با استفاده از جداول مرجع)

پاسخ تشریحی:

.....

۱۷- جنس الکترودهایی که برای جوشکاری چدن به کار می‌رود و قابل براده‌برداری می‌باشد کدام است؟
(با استفاده از جداول مرجع)

پاسخ تشریحی:

.....

۱۸- الکتروده E316-L یک الکتروده جوشکاری فولاد زنگ نزن است حرف L چه مفهومی دارد؟
(با استفاده از جداول مرجع)

پاسخ تشریحی:

.....

۱۹- الکترودهی با رنگ گروه سبز و رنگ انتهایی آبی و رنگ خال سفید در دست است.

پاسخ تشریحی:

.....

الف - استحکام کشش آن چقدر است؟

پاسخ تشریحی:

.....

ب - در کدام حالت قابل جوشکاری است؟

۲۰- کدام الکتروده به رطوبت حساسیت کمتری دارد؟

ب - قلیایی E7018

الف - سلولزی E6010

د - سیم R310

ج - روتیلی E6013

۲۱- کدام الکتروده می‌تواند در ردیف الکترودهای کم‌تیدروژن باشد؟

ب - اسیدی

الف - روتیلی

د - اکسیدی

ج - قلیایی

۲۲- برای افزایش راندمان الکتروده فولاد معمولی چه ماده‌ای به روپوش اضافه می‌شود؟

ب - فرومنگنز

الف - اکسید آهن

د - سلولز

ج - پودر آهن

۲۳- گرده جوش به کدام وابسته است؟

ب - گاز محافظ

الف - مواد سرباره ساز

د - قوس الکتریکی

ج - مواد یونیزه شونده