



سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت کار و امور اجتماعی



# جوشکاری با گاز محافظ آرگن و الکتروود تنگستن





سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

# جوشکاری با گاز محافظ آرگن و الکتروود تنگستن

اسم کتاب: جوشکاری با گاز محافظ آرگن

مترجم: علی رمضانی

ناشر: سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور مدیریت پژوهش

تیراژ: ۳۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: دوم

سال انتشار: مهر ماه ۱۳۷۴

حروفچینی: سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی

چاپ: انتشارات سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

## پدیدآورندگان

مترجم: علی رمضانخانی  
صفحه‌پرداز: فاطمه جهانشیری  
رسم و طراحی: زیبا یاوری  
طراحی روی جلد: محبوبه عامری  
ناظر چاپ: محمدمهدی منتظری

## «بسمه تعالی»

### مقدمه:

اساسی ترین هدف هر دوره آموزشی، تربیت افراد و متناسب ساختن شخصیت و قابلیت‌های آنان با دگرگونی و تحولات اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی است تا کارآئی لازم را برای پذیرش و ایفای نقشی که در پیشبرد وظایف شغلی و اجتماعی در جهت حفظ و حراست از ارزشهای جامعه‌ای که در آن زندگی می‌کنند کسب نمایند.

با توجه باینکه رشد سریع تکنولوژی تاثیر و تغییرات عمیقی را در مسائل اقتصادی و اجتماعی بدنبال داشته است، اتخاذ روشهایی که هماهنگ کننده برنامه‌های آموزشی با این توسعه و تحول از يك طرف و همچنین متضمن تامین نیروی انسانی ماهر و متخصص مورد نیاز آن باشد اجتناب ناپذیر است.

مطالعه و تجربه نشان داده است که مناسب‌ترین روش آموزشی که جوابگوی امر مزبور باشد «کارآموزی» است و این امر بدین لحاظ حائز اهمیت است که در ماهیت برنامه‌ها و مطالب و محتوای درسی کارآموزی ویژگیهای زیر مشاهده میشود:

۱- ملاک و معیار برای انتخاب مواد و موضوعات دروس نظری و عملی کارآموزی، توجه به ایجاد مهارتها برای جوابگوئی به نیازهای متنوع مشاغل و روشهای جدید و نوین کار و آماده ساختن افراد برای احراز شغلی مفید و انجام کاری مناسب و در خور شخصیت والای انسان میباشد.

۲- محتوای برنامه‌های کارآموزی، سازگاری انسانها در مقابل زندگی عینی و شایستگی آنان را برای سازندگی تضمین می‌نماید.

۳- ایجاد مهارتهای تخصصی از طریق کارآموزی.

۴- برنامه‌های کارآموزی در دو جهت یادگیری مهارتها و تغییر رفتار موثر است و یادگیری را در جهت تغییر رفتار مطلوب تامین می‌نماید.

۵- هر چند که در کارآموزی، دادن مهارتها به افراد برای انجام کارهای محوله اهمیت دارد، لیکن در برنامه‌های کارآموزی نکاتی منظور میشود تا کارآموزان با فراگیری آنها ضوابط و معیارهای سازمانی را رعایت نموده تا تاثیر فعالیتهای آنان در جهت اهداف سازمان افزون گردد.

۶- محتوای دروس در کارآموزی نه تنها کارآموزان را با یافته‌های جدید علمی آشنا می‌سازد، بلکه آنان را قادر می‌کند تا خلاقیت و ابتکار تازه‌ای را پدید آورند.

۷- از طریق کارآموزی و اثر آن در ایجاد مهارتهای قابل اشتغال و ارتقاء مهارت بر اساس تغییرات فرایند کار، اهداف و فعالیتهای تولیدی و سازمانی تحقق خواهند یافت. از جمله این اهداف عبارتند از:

۱- ۷- افزایش میزان کمی و کیفی تولید.

۲- ۷- بهبود روشهای عملیات پشتیبانی امر تولید از قبیل فراهم نمودن مواد اولیه روشهای برآورد قیمت - بازاریابی - خدمات مهندسی و تحقیقاتی و ...

- ۳- ۷- بهبود روابط کار و ایجاد روحیه همکاری بین کارکنان.
- ۴- ۷- تقلیل ضایعات در تولید و حوادث کار.
- ۵- ۷- هموار شدن راه ترقی و ارتقاء شغلی کارکنان و قبول مسئولیتهای بیشتر از طرف آنان.
- ۶- ۷- بهبود یافتن روشهای تولید و توزیع کالاهای تولید شده - ارائه خدمات مفید پس از فروش و انجام بموقع سفارشات خریداران.
- ۷- ۷- ایجاد همبستگی بیشتر کارکنان با سازمان و واحدهای تولیدی و رضایت شغلی در آنها به لحاظ مهارتهای اکتسابی.
- ۸- ۷- از بین رفتن تعارض بین اهداف سازمانی و خواستههای کارکنان.
- لازم به ذکر است که کارآموزی به معنی عام آن محدود به رشته‌های خاص و تحصیل در حرف مشخص برای افراد بخصوص نبوده و دامنه آن بسیار وسیع میباشد. به طوریکه تمامی حرفه‌ها و مشاغل را شامل گشته و جهت ایجاد زمینه‌های اشتغال و کسب شرایط احراز شغل، برای همگان حتی کسانی که دوره‌های آموزش عالی را گذرانیده‌اند ضروری است.
- بموجب قانون کار جمهوری اسلامی ایران، فراهم نمودن امکانات برگزاری دوره‌های کارآموزی و تربیت نیروی انسانی ماهر و متخصص و اجرای این دوره‌ها به عهده سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور وابسته به وزارت کار و امور اجتماعی گذاشته شده است و با توجه باینکه تهیه و تدوین کتب و جزوات آموزشی یکی از اساسی‌ترین امکانات برنامه آموزشی میباشد و عامل مهمی در برقراری ارتباط بین مربی و کارآموز برای اجابت امر تعلیم و تعلم میباشد که در این زمینه مدیریت پژوهش سازمان مذکور با در نظر گرفتن معیار و استاندارد هر رشته آموزشی اقدام به تهیه این قبیل کتب و جزوات مینماید که محتوای آنها بصورت ساده‌نویسی، ویژگیهای کارآموزی را که مواردی از آنها ذکر گردید تحقق می‌بخشد.

حسین کمالی  
وزیر کار و امور اجتماعی

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱	روش جوشکاری و وسائل
۱	محاسن جوشکاری آرگن
۳	طرز راه اندازی و تنظیم دستگاه جوشکاری
۵	مشخصات و کاربرد انواع جریان برق
۵	انتخاب شدت جریان جوشکاری
۶	الکترودهای تنگستن
۷	انتخاب الکتروود از نقطه نظر جنس الکتروود
۸	کاربرد و آماده سازی نوک الکتروود
۹	گازهای محافظ بی اثر
۹	انتخاب گازهای محافظ
۱۱	جوشکاری آلومینیوم
۱۲	چگونگی تنظیم قطعات برای جوشکاری
۱۲	انتخاب الکتروود و چگونگی آماده سازی آن
۱۴	جوشکاری فولاد زنگ نزن
۱۵	طرز تنظیم ماشین جوش
۱۵	سیم جوش ها
۱۵	گازهای محافظ
۱۵	الکترودهای تنگستن مورد استفاده برای جوشکاری فولاد زنگ نزن
۱۵	روش جوشکاری
۱۶	ایمنی
۱۶	ایجاد قوس الکتریکی با فرکانس زیاد
۱۷	محاسن
۱۷	اشکالات ناشی از ایجاد قوس الکتریکی با H.F
۱۸	فاصله الکترودهای (H.F)
۱۸	طرز تنظیم فاصله الکترودهای (H.F)
۱۹	گاز محافظ
۲۰	اشکالات و رفع آنها
۲۷	تمرین عملی شماره ۱
۲۸	تمرین عملی شماره ۲
۲۹	تمرین عملی شماره ۳
۳۰	تمرین عملی شماره ۴
۳۱	تمرین عملی شماره ۵



## عنوان

## صفحه

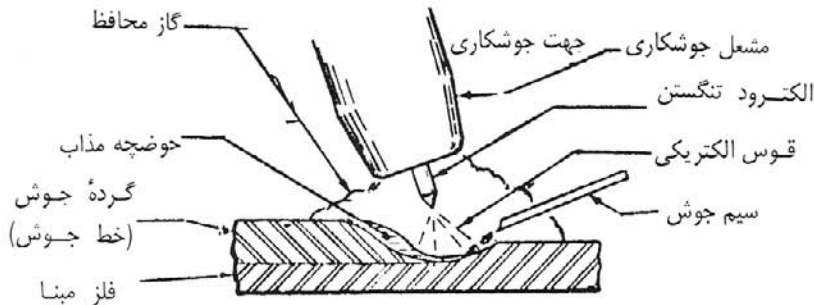
۳۲	تمرین عملی شماره ۶
۳۳	تمرین عملی شماره ۷
۳۴	تمرین عملی شماره ۸
۳۵	تمرین عملی شماره ۹
۳۶	تمرین عملی شماره ۱۰

## جوشکاری با الکتروود تنگستن و گاز محافظ

(G.T.A.W)

### روش جوشکاری و وسایل

تعریف جوشکاری - در جوشکاری با الکتروود تنگستن و گاز محافظ (GTAW) که معمولاً تحت عنوان TIG هم شناخته شده است قوس الکتریکی بین قطعه کار و یک الکتروود مصرف نشونده (تنگستن) ایجاد میشود که قوس الکتریکی و ناحیه مورد جوشکاری توسط یک گاز شیمیائی که معمولاً آرگن است حفاظت میشود (مطابق تصویر ۱).



شکل (۱)

### محاسن جوشکاری آرگن (TIG)

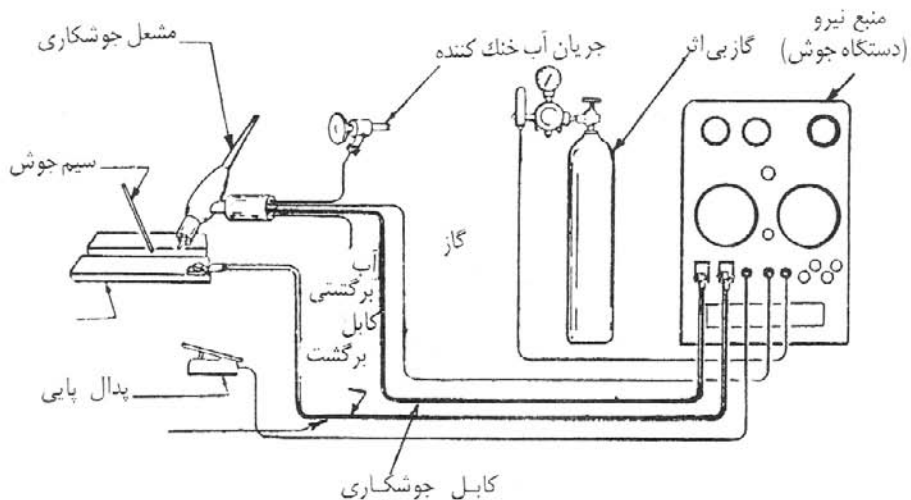
- ۱ - ذوب سریع محل اتصال موجب تقلیل انقباض و جلوگیری از تغییرات متالورژیکی در ناحیه تاثیر حرارت قطعه مورد جوشکاری میگردد.
- ۲ - بخاطر استفاده از گاز محافظ بی اثر بمنظور جلوگیری از آلودگیهای جوی موجب مرغوبیت جوش میگردد.
- ۳ - بعلت عدم دود گاز و جرقه، قابلیت رؤیت جوش را ضمن جوشکاری امکان پذیر میسازد.
- ۴ - کیفیت جوش از نقطه نظر نفوذ، اندازه گرده جوش و نمای جوش توسط جوشکار ضمن جوشکاری کنترل میگردد.

وسایل جوشکاری GTAW - وسایل لازم جهت جوشکاری با GTAW شامل یک منبع نیرو و متعلقاتی است که بمنظور جوشکاری با الکتروود تنگستن و گاز محافظ طراحی شده است (مطابق تصویر ۲)

این وسایل عبارتند از:

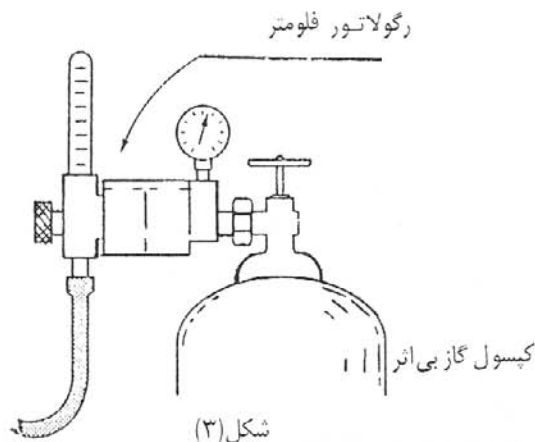
- ۱ - دستگاه جوشکاری ترانسفورماتور با سیم پیچ که بیش از دستگاههای جوشکاری معمولی سیم پیچی شده است و ترجیحاً از دستگاه یکسو کننده AC/DC با سیستم فرکانس زیاد

- HF (HIGH FREQUENCY) که در آن طراحی شده است.
- ۲- مشعل و مجموعه شلنگی که شامل يك كابل برق و يك شلنگ گاز که گاز محافظ را به مشعل و حوضچه مذاب هدایت میکند و يك سیستم خنک کننده که جهت خنک کردن الکتروود تنگستن و مشعل طراحی شده است.
  - ۳- نازل سرامیکی برای هدایت جریان گاز محافظ.
  - ۴- يك منبع (کپسول) گاز بی اثر (آرگن، هیلیم و یا گاز مخلوط).
  - ۵- يك رگلاتور فلومتر (مطابق تصویر ۳) که فشار گاز داخل سیلندر را برحسب psi و مقدار جریان خروجی گاز را برحسب فوت مکعب در ساعت (C.F.H) نشان میدهد.



دستگاه و متعلقات جوشکاری CTAW

شکل (۲)



شکل (۳)

## طرز راه اندازی و تنظیم دستگاه جوشکاری (منبع نیرو)

متداولترین دستگاه جوش GTAW متشکل از ماشین جوشکاری AC/DC ۳۰۰ آمپری که دارای سیستم H.F. و برقرار نگهدارنده مدار، گاز محافظ، و سولونوئید آب و گاز میباشد.

### تنظیم کنترل کننده‌ها (تنظیم کلیدهای دستگاه جوشکاری)

تنظیم کنترلرها که جوشکاران را قادر به تنظیم ماشین جهت عملیات جوشکاری میسازد بر طبق نوع ماشین تولید شده متغیر است اما اصول کلی راه اندازی و تنظیم ماشین بقرار ذیل میباشد.

۱ - کلید انتخاب نوع جوشکاری که ممکن است TiG و یا (آرگن) و یا STICK یا جوشکاری برق معمولی انتخاب شود.

۲ - تنظیم POST FLOW مدت زمان لازم پس از قطع قوس که گاز محافظ جریان می یابد.

۳ - کلید H.F. (فرکانس زیاد) که دارای سه وضعیت خاموش و شروع START

### CONTINUOUS

۴ - کلید انتخاب نوع جریان برق و قطب موردنظر.

۵ - تنظیم مقدار شدت جریان لازم برای کار موردنظر.

۶ - روستای تنظیم شدت جریان.

### تنظیم دستگاه جهت جوشکاری فلزات غیر آهنی و الیازهای آنها

۱ - جوشکاری TiG برای فلزات غیر آهنی و الیازهای آنها:

کلید مربوط به انتخاب نوع جوشکاری روی TiG

- کلید H.F. (HIGH FREQUENCY) فرکانس زیاد روی continuous

- کلید شدت جریان و قطب روی A.C (جریان متناوب)

۲ - تنظیم دستگاه جوشکاری TiG برای فلزات آهنی و الیازهای آنها:

- کلید نوع جوشکاری روی TiG

- کلید H.F. روی START

- کلید شدت جریان و قطب روی DCSP (جریان برق مستقیم و قطب مستقیم)

اگر در جوشکاری با TiG جریان خروجی از طریق پدال کنترل از راه دور تنظیم شود باید روستای تنظیم شدت جریان در حداکثر وضعیت خود قرار داده شود.

سایر کنترلرهایی که توسط جوشکار تنظیم میگردد عبارتند از مدار HF، زمان جریان خروجی گاز (Post Flow) که تایمر جریان گاز (Post Flow) باید بطریقی تنظیم شود که گاز محافظ برای مدت کافی پس از قطع قوس جریان داشته باشد و الکتروود تنگستن را که برافروخته و قرمز است حفاظت نماید

بعنوان مثال برای الکتروود  $\frac{3}{32}$  اینچ تقریباً حدود ۱۰ ثانیه جریان گاز POSTFLOW لازم است.

### جوشکاری با قوس الکتریکی معمولی

اگر برای استفاده از سیستم جوشکاری با قوس الکتریکی دستی (SMAW) ضرورتی پیش آید تنظیم دستگاه بشرح ذیل انجام میگیرد:

۱ - کلید انتخاب نوع جوشکاری را روی STICK یا SMAW قرار دهید، در این وضعیت کنتاکتور ضمیمه داخلی بسته میشود و در نتیجه شدت جریان جوشکاری را بلافاصله در انبر الکتروگیر آماده میکند.

۲ - کلید H.F را در روی خاموش OFF قرار دهید.

۳ - کلید انتخاب قطب را در هر وضعیتی که مورد نیاز بر اساس کار مورد نظر است قرار دهید.

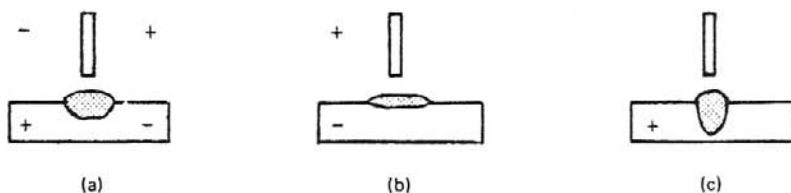
۴ - رثوستای شدت جریان را در هر وضعی که لازم است قرار دهید.

### مشخصات و کاربرد انواع جریان برق

در جوشکاری با سیستم GTAW سه نوع جریان مورد استفاده قرار میگیرد.

- جریان متناوب یا A.C
- جریان برق مستقیم و قطب مستقیم یا DCSP
- جریان برق مستقیم و قطب معکوس DCRP

هر کدام از انواع جریان برق های فوق جوشی بانفوذ و پهنای خاصی بوجود می آورد (مطابق تصویر ۵).



انتخاب نوع جریان برق در جوشکاری با الکتروود تنگستن و گاز محافظ و نمای نفوذ جوش حاصله.

- (a) جریان برق متناوب
- (b) جریان برق مستقیم و قطب معکوس
- (c) جریان برق مستقیم و قطب مستقیم.

شکل (۴)

سه فرض اساسی در جوشکاری GTAW پدیدار میگردد.

اولاً - در جوشکاری GTAW هیچگونه انتقال فلزی انجام نمیگیرد.

ثانیاً - در جوشکاری با جریان مستقیم و قطب مستقیم قطعه کار مثبت است در صورتیکه در جریان برق مستقیم و قطب معکوس الکتروود مثبت است.

ثالثاً - در قوس الکتریکی حاصله ۷۵٪ از حرارت بوجود آمده در قطب مثبت است.



### انتخاب شدت جریان جوشکاری

۱ - جریان برق مستقیم و قطب مستقیم (DCSP) برای جوشکاری فولاد و آلیاژهای مس مورد استفاده قرار میگیرد و این نوع جریان برق خط جوش باریک بانفوذ خیلی خوب ایجاد میکند.

۲ - جریان برق مستقیم و قطب معکوس (DCRP) هرگز در جوشکاری TIG دستی مورد استفاده قرار نمیگیرد زیرا که قبل از شروع به جوشکاری موجب ذوب شدن الکتروود تنگستن میگردد. بهر حال در جوشکاری اتوماتیک مدرن میتوان از آن برای جوشکاری فلزات نازک استفاده نمود.

۳ - فلزاتی که دارای پوشش اکسیده هستند مانند آلومینیوم و منیزیم با جریان برق A.C و H.F جوشکاری میشوند. جریان برق AC در واقع ترکیبی از DCSP و DCRP است که فاز جریان برق مستقیم قطب معکوس کمک به از بین بردن لایه اکسیده از سطح فلز مینماید. توجه: چون جلوگیری از سوختن فلزات نازک مس و برنج مشکل است لذا برای جوشکاری آنها میتوان از جریان برق AC/HF استفاده نمود.

انتخاب شدن جریان و قطب بر اساس جنس قطعه کار

جنس قطعه کار	نوع شدت جریان	نوع قطب
آلومینیوم منیزیم فولاد زنگ‌نزن فولاد با مس کمتر از ۰/۳٪ فولاد با مس بیش از ۰/۳٪ مس تیتانیم نیکل، مونیل		

جدول (۱)

### الکترودهای تنگستن

الکترودهای تنگستن مورد استفاده در جوشکاری GTAW را میتوان از نقطه نظر جنس و قطر تقسیم‌بندی نمود (مطابق جدول زیر).

طبقه‌بندی بر اساس AWS (انجمن جوشکاران آمریکا)	نوع الکتروده	رنگ شناسایی انتهای الکتروده
EWP	تنگستن خالص	سبز
EWTH 1	توریم دار ۱٪	زرد
EWTH 2	توریم دار ۲٪	قرمز
EWZ r	زیر کونیم دار ۱/۲٪	قهوه‌ای

جدول (۲)

تقسیم‌بندی از نظر قطر، از ۰/۲۵ تا ۶/۴ میلیمتر. از نظر طول، ۳ تا ۲۴ اینچ (۷۶ تا ۶۱۰ میلیمتر). الکترودهای تنگستن، الکترودهای مصرف‌نشونده و غیر تخریبی محسوب میگردند. اما

بخاطر گرانی این نوع الکتروودها و عدم مهارت در جوشکاری و بی‌دقتی موجب افزایش هزینه جوشکاری میگردد. انتخاب الکتروود از نقطه نظر قطر بستگی به مقدار شدت جریانی دارد که انتظار میرود الکتروود تنگستن بتواند حمل نماید.

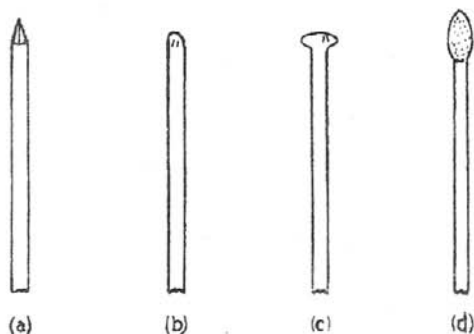
اگر شدت جریان برای قطر معینی از الکتروود بیش از اندازه در نظر گرفته شود موجب ذوب شدن الکتروود و آلودگی نوك الکتروود میگردد و اگر از شدت جریان کمتر هم استفاده شود موجب انحراف قوس گشته و کنترل حوضچه مذاب مشکل میشود.

### انتخاب الکتروود از نقطه نظر جنس الکتروود

۱ - تنگستن خالص (رنگ شناسائی انتها سبز) - برای جوشکاری تولیدات مداوم آلومینیوم و منیزیم استفاده میشود که تشکیل و ابقاء فرم کروی شکل انتهای الکتروود با استفاده از AC/HF باسانی انجام میگردد.

۲ - الکتروودهای توریم دار (۱٪ توریم دار رنگ انتها زرد و ۲٪ توریم رنگ انتها قرمز) - برای جوشکاری با جریان برق DC جهت جوشکاری فولاد و آلیاژهای آن، برنج، مس و آلیاژهای مس، این نوع الکتروود را گاهی برای جوشکاری آلومینیوم در صورت عدم دسترسی به الکتروود زیر کونیم دار میتوان استفاده نمود.

۳ - الکتروود زیر کونیم دار (رنگ قهوه‌ای) - این نوع الکتروود يك الکتروود بسیار عالی برای استفاده با جریان برق AC است که قوس نرم ایجاد میکند و چنانچه يك لحظه با حوضچه مذاب تماس پیدا کند آلودگی حاصله موجب اشکال در جوش نمیگردد. طول استاندارد الکتروودها برای جوشکاری با مشعل‌های معمولی حدود ۷ اینچ میباشد و این نوع الکتروودها بسیار مناسب میباشد، و اگر استفاده از الکتروودهای کوتاهتر ضروری باشد ابتدا الکتروود را با سنگ سمباده سنگ زده و سپس با دست (انگشت) آنرا میشکنند و چنانچه الکتروود تنگستن ضمن جوشکاری آلوده شود لازم است انتهای آلوده را سنگ زده و برای جوشکاری آماده نمود.



(a) الکتروود تنگستن ۲٪ توریم دار که جهت

جوشکاری با DCSP آماده شده است.

(b) تنگستن خالص، با انتهای کروی شکل

جهت جوشکاری با AC.

(c) تنگستن با انتهای کروی شکل

(غیر قابل قبول).





(d) الکتروود تنگستن که توسط سیم جوش

یا حوضچه مذاب آلوده گردیده.

فرم صحیح نوك الکتروود و نوع آلوده نوك الکتروود

شکل (۵)



کاربرد و آماده‌سازی نوک الکتروود		
شدت جریان	نوع الکتروود	چگونگی سنگ زدن الکتروود یا چگونگی فرم نوک الکتروود
	تنگستن توریم‌دار	
	تنگستن زیر کونیم‌دار  تنگستن توریم‌دار	

جدول (۳)

مقدار شدت جریان برای انواع الکتروود با قطرهای مختلف				
الکتروود	جریان برق مستقیم		جریان متناوب (موج بالانس شده)	
	الکتروود منفی	الکتروود مثبت		
0.5 0.020	5-20	—	5-20	—
0.8 1/32	10-50	—	10-40	—
1 0.040	15-75	—	20-50	—
1.2 3/64	25-90	—	25-65	40
1.6 1/16	70-145	10-20	60-95	55
2 0.080	130-230	10-25	70-110	75

## دنباله جدول ۴

$\frac{3}{32}$ 2,4	170-300	15-30	95-140	90
$\frac{1}{2}$ 3	220-350	25-40	125-180	135
$\frac{3}{8}$ 3,2	250-380	25-40	145-200	150
$\frac{5}{32}$ 4	300-450	35-60	195-250	210
$\frac{3}{16}$ 4,8	370-580	50-80	240-310	265
$\frac{1}{2}$ 5	400-620	55-85	250-325	280
$\frac{7}{32}$ 5,6	560-720	65-100	290-375	325
$\frac{3}{4}$ 6	500-800	75-120	310-410	350
$\frac{1}{4}$ 6,4	550-870	85-130	340-450	—
$\frac{1}{2}$ 7	—	—	375-500	—
$\frac{5}{16}$ 7,9	—	—	440-600	—

## جدول (۴)

## گازهای محافظ بی اثر

وظیفه اصلی گازهای محافظ حفاظت ناحیه مذاب از آلودگیهای عوامل جوی میباشد. و این در صورتی است که قطعه کار قبل از جوشکاری بطور کامل تمیز شده باشد. این نوع گازها تحت عنوان گازهای بی اثر (inert) نامیده میشوند، بدین معنی این گازها هیچگونه عکس العمل شیمیائی با حوضچه مذاب فلز مورد جوشکاری ندارند و در نتیجه برای جوش مضر نمیشد. در جوشکاری با الکتروود تنگستن و گاز محافظ ، متداولترین گاز ، گاز آرگن است ، اما گازهای دیگر از قبیل هیلیم و مخلوط گاز آرگن و هیلیم هم مورد استفاده قرار میگیرد.

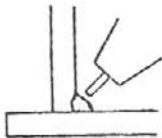
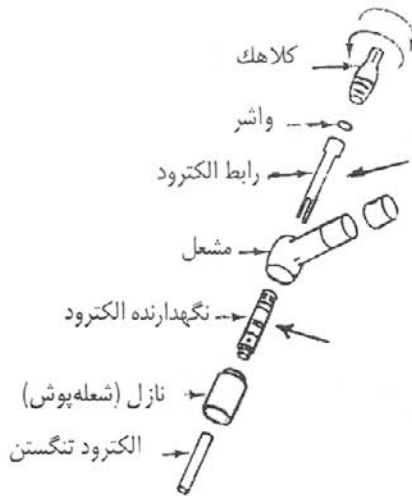
## انتخاب گازهای محافظ

۱- گاز آرگن- با استفاده از گاز آرگن میتوان قوس الکتریکی نرمی ایجاد نمود و نیز گاز آرگن در تشکیل مهره جوش و کنترل نفوذ کمک میکند. اگر چه از نظر قیمت گاز آرگن و هیلیم برابر هستند ولی گاز آرگن اقتصادی تر است. گاز آرگن بعلاوه سنگین تر بودن از هوا میتواند با جریان

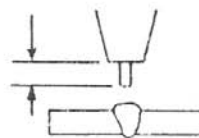
کمتری مورد استفاده قرار گیرد. با گاز آرگن ایجاد قوس الکتریکی آسان بوده و کنترل طول قوسهای متفاوت امکان پذیر میباشد.

۲- گاز هیلیم - بمقدار مؤثری درجه حرارت قوس الکتریکی را در هر اندازه طول قوس افزایش میدهد. با گاز هیلیم جوشکاری سریعتر انجام گرفته و نفوذ جوش عمیق تر خواهد بود ولی استقرار قوس نسبت به گاز آرگن کمتر میباشد گاز هیلیم را اغلب برای جوشکاری فلزات غیر آهنی ۶ میلیمتر به بالا مورد استفاده قرار میدهند.

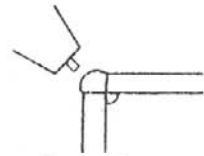
۳- گاز مخلوط - مخلوطی از گازهای آرگن و هیلیم موجب ابقاء و استقرار بهتر قوس الکتریکی شده و همچنین درجه حرارت حاصله از قوس الکتریکی را افزایش میدهد، با استفاده از گاز مخلوط میتوان با الکترودهای کم قطر و مشعل های کوچک هم جوشکاری نمود. اصولاً مقدار گاز محافظ بر اساس ضخامت قطعه کار مورد جوشکاری تعیین میگردد. با افزایش قطر الکتروود و قطر شعله پوشش مقدار گاز هم افزایش مییابد. بعلاوه مقدار خروجی نوك الکتروود از شعله پوش هر قدر بیشتر باشد مقدار جریان گاز هم باید افزایش یابد.



در جوشکار بهای نبشی داخلی هر اندازه مقدار بیرون آمدن نوك الکتروود کمتر باشد برای پوشش دادن محل جوش بوسیله گاز محافظ بهتر است. ولی برای دید بهتر و قابلیت جوشکاری ناچاراً اندکی بیشتر از حد معمول است.



مقدار معمول طول خروجی نوك الکتروود از شعله پوش سرامیکی ۱/۵ برابر قطر الکتروود تنگستن است



در نبشی خارجی هر قدر مقدار طول خروجی الکتروود از شعله پوش کمتر باشد بهتر میتواند پوشش گازی داشته باشد.

## جوشکاری آلومینیم

### آماده‌سازی قطعه کار برای جوشکاری

۱- تمیز کردن - آلومینیم دارای پوشش اکسیده است که قبل از جوشکاری باید سطح اکسیده را از بین برد. این لایه اکسیده ضمن جوشکاری ذوب نمیشود و جوش را آلوده میکند. از بین بردن لایه اکسیده بدو طریق امکان پذیر است: بوسیله مواد شیمیائی (تیزاب شیمیائی) و یا بطریقه مکانیکی مانند برس کشیدن. آلودگیهای روغنی را میتوان توسط يك حلال غیرنفتی مانند استن از بین برد.

۲- آماده کردن محل اتصال - کلیه آماده سازیهای لبه کاری که در جوشکاری برق انجام میشود در آلومینیم هم قابل عملی است. بهر حال به برخی از نکات مخصوص جوشکاری آلومینیم ميبايستی توجه شود. چگونگی لبه‌های مورد اتصال باید بطریقی باشد که اولاً از پیچیدگی آنها جلوگیری شود ثانیاً با استفاده از سیم جوش جوشکاری با اندازه کافی محل مورد جوشکاری مستحکم شود.

### چگونگی تنظیم ماشین برای جوشکاری

۱- نوع جریان برق - جریان برق متناوب با فرکانس زیاد (AC/HF)

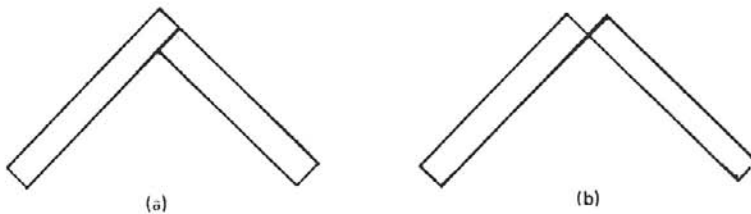
۲- تنظیم شدت جریان - برای جوشکاری ضخامت‌های بین ۱/۵ تا ۴/۵ میلیمتر از شدت جریان متوسط استفاده میشود با شدت جریان متوسط میتوان در جوشکاری قطعات نازک کنترل بهتری داشت و شدت جریان بیشتر برای جوشکاری قطعات ضخیم تر مورد استفاده قرار میگیرد، برای تنظیم شدت جریان دقیق بایستی با استفاده از جدول بر اساس ضخامت قطعه کار اقدام نمود.

۳- تنظیم ولتاژ - چون جوشکاری توسط دست انجام میگیرد و دستگاههای مورد استفاده شدت جریان ثابت هستند بنابراین تغییرات ولتاژ رابطه مستقیم با طول قوس دارد. طول قوسی که بین ۱/۶ تا ۴/۸ میلیمتر باشد معمولاً ولتاژ مناسبی برای تشکیل گرده جوش خوب محسوب میگردد. بطوریکه در تصویر (۲-۲۳) نشان داده شده شکل قوس بصورت کله قندی است.

تغییرات طول قوس نه تنها تأثیری در ولتاژ قوس الکتریکی دارد بلکه ناحیه تأثیر حرارت بدون تغییر شدت جریان افزایش یا کاهش پیدا میکند. جوشکاران صلاحیت‌دار و خوب آموزش دیده تغییرات طول قوس را بین ۰/۲۵ تا ۰/۳۱ میلیمتر ۰/۰۱ تا ۰/۱۵ اینچ حفظ میکنند.

۴- جریان گاز محافظ - مقدار جریان گاز برای جوشکاری اکثر فلزات تا ضخامت ۳ میلیمتر بین ۱۵ تا ۲۰ CFH است فلزات ضخیمتر را با استفاده از مشعل‌های مناسب و الکتروتنگستن و نازل میتوان تا ۳۰ CFH مقدار گاز را افزایش داد.

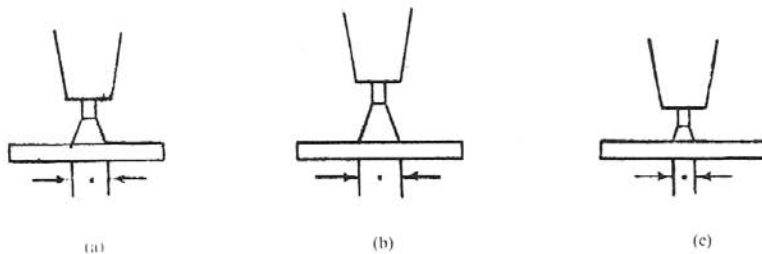
### چگونگی تنظیم قطعات برای جوشکاری و نتایج حاصله از آنها



آماده سازی ساده لبه قطعات جهت تمرین جوشکاری

- (a) - این نوع آماده‌سازی توصیه نشده است زیرا که نمیتوان برای جوشکاری توسط سیم جوش درز جوش را پر نمود در نتیجه استحکام قطعه کافی نخواهد بود
- (b) - این نوع درز جوش مستازم استفاده از سیم جوش است و در نتیجه استحکام کافی بوده و قابلیت انحنی پذیری را افزایش میدهد.

شکل (۷)



- اندازه طول قوس و نتایج حاصله از طول قوس بلند و کوتاه
- (a) طول قوس معمولی (استاندارد)
- (b) طول قوس بلند
- (c) طول قوس کوتاه

شکل (۸)

### انتخاب الکترود تنگستن و چگونگی آماده‌سازی آن

برای جوشکاری آلومینیم از الکترودهای زیرکونیم دار و یا تنگستن خالص باید استفاده نمود چنانچه مجبور به استفاده از الکترود تنگستن توریم دار باشیم باید از قطب معکوس و با شدت جریان بسیار کم جوشکاری نمود.

## انتخاب سیم جوش

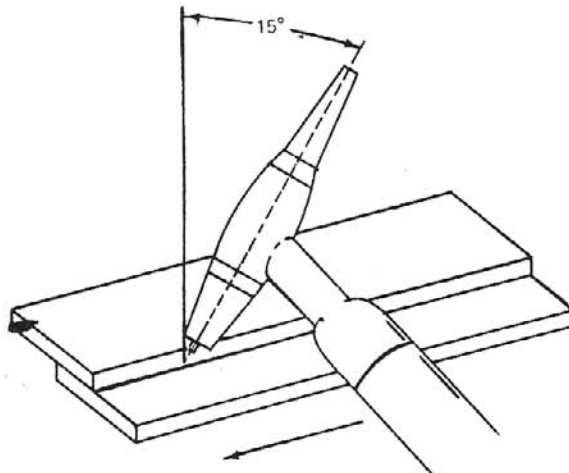
سیم جوش انتخابی برای جوشکاری آلومینیم باید از نقطه نظر متالورژیکی نزدیک به فلز مبنای مورد جوشکاری باشد.

به عنوان مثال:

سیم جوش	فلز مبنای
۱۱۰۰	۳۰۰۳
۵۱۵۴	۵۰۵۲
۴۰۴۳	۶۰۶۱ - T۶

## تکنیک جوشکاری

- ۱- تا حد امکان از روش پیشدستی برای جوشکاری استفاده کنید.
- ۲- مقدار خروجی نوك الکتروود از نازل (Stickout) میبایستی بین ۱ تا  $1\frac{1}{4}$  برابر قطر الکتروود مصرفی باشد.
- ۳- زاویه مشعل نسبت به قطعه کار نباید کمتر از  $75^\circ$  باشد.
- ۴- سلسله مراتب ذیل را رعایت کنید.
- الف - يك حوضچه مذاب ایجاد کنید.
- ب - سیم جوش به حوضچه مذاب اضافه کنید.
- ج - مشعل را به سمت جلو حرکت داده و مجدداً سیم جوش اضافه کنید.
- ۵- شدت جریان را بطریقی تنظیم کنید در هر دقیقه ۱۲ تا ۱۸ اینچ جوش بدون اشکال ایجاد کنید.



شکل (۹)

## نکات ایمنی:

- ۱- وقتی که آلومینیم به نقطه مذاب میرسد، هیچگونه تغییر رنگی در آن مشاهده نمیگردد بنابراین این با چشم نمیتوان مقدار حرارت واقعی آلومینیم را تشخیص داد و بهمین خاطر باید از دست زدن به قطعات آلومینیمی خودداری نمود.
- ۲- انعکاس اشعه از طریق آلومینیم موجب سوختگی پوست بدن میگردد، بنابراین باید بطور کامل از وسائل حفاظتی استفاده نمود.
- ۳- برای جوشکاری مداوم آلومینیم باید از ماسکی که درجه تاری آن ۱۱ و یا ۱۲ است استفاده نمود.

## جوشکاری فولاد زنگ نزن Stainless steel

## آماده سازی قطعه کار برای جوشکاری

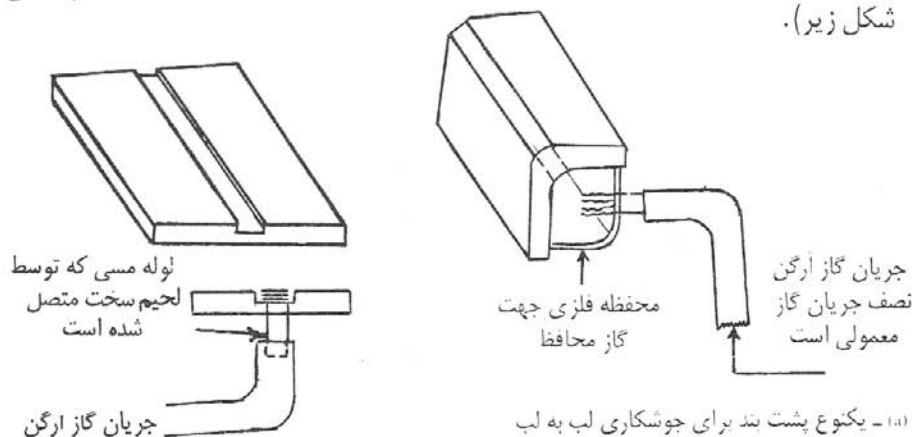
تمیز کردن - عموماً فولادهای زنگ نرنی که بوسیله توزیع کنندگان ارائه میگردد آماده برای جوشکاری هستند.

فقط ورق زنگ زنی که پس از تولید صیقل داده شده و روی آنها را با نوار مخصوص محافظت نموده اند مستثنی هستند، جهت پاک کردن باقیمانده چسب چنین فولادهائی از استن استفاده میکنند.

## آماده سازی لبه‌های قطعه کار

لبه قطعات مورد جوشکاری باید کاملاً تمیز بوده و بدون در نظر گرفتن فاصله در بین آنها جوشکاری را آغاز میکنند. برای جوشکاری قطعات باید از پشت بند استفاده کنید لبه قطعات مورد جوشکاری را بطریقی قرار دهید که خط مورد جوشکاری دقیقاً در امتداد پشت بند قرار بگیرد.

چنانچه نفوذ کامل مورد نظر باشد از گاز محافظ به عنوان پشت بند استفاده کنید (مطابق شکل زیر).



(۱۰) - یک نوع پشت بند برای جوشکاری لب به لب

(۱۱) - جهت جوشکاری درز نبشی خارجی شکل (۱۰)

### طرز تنظیم ماشین جوش

- ۱- از جریان برق مستقیم و قطب مستقیم استفاده کنید، فرکانس زیاد (H. F) را روی START قرار دهید و جریان گاز Post flow را نسبتاً طولانی تنظیم کنید که پس از قطع قوس گاز جریان داشته باشد. جهت اطلاعات بیشتر به بخش تکنیک جوشکاری مراجعه کنید.
- ۲- فولاد زنگ نزن قدرت هدایت حرارتی نسبتاً کمتر و مقاومت الکتریکی بیشتری دارد. برای جلوگیری از بیش از اندازه گرم شدن قطعه کار میتوان جهت کاهش حرارتی از رئوستای شدت جریان استفاده کرد.

### سیم جوش ها

اغلب قطعات فولاد زنگ نزن که در ساخت و تولید بکار میروند توسط سیم جوش آستینیتی نوع کرم نیکل دار مانند شماره های ۳۰۴ و ۳۰۸ و ۳۱۶ مورد استفاده قرار میگیرد. سیم جوشهاییکه دارای شماره های فوق هستند را میتوان برای جوشکاری بدون پیش گرمائی قبلی مورد استفاده قرار داد که این نوع سیم جوشها خط جوشی شبه فلز مینا ایجاد میکند. سایر فولادهای زنگ نزن احتیاج به سیم جوشهای مخصوص دارند (مطابق جدول صفحه ۲۳).

### گازهای محافظ:

- ۱- برای جوشکاری فولاد زنگ نزن بهترین گاز آرگن میباشد البته مصرف نوع گاز محافظ بستگی به ضخامت قطعه کار مورد جوشکاری دارد.
- ۲- هنگام جوشکاری قطعات نازک باید جریان گاز به مقدار ۱۰ CFH پائین آورد تا از تلاطم جریان گاز روی حوضچه مذاب جلوگیری شود.

### الکترودهای تنگستن مورد استفاده برای جوشکاری فولاد زنگ نزن:

- ۱- معمولاً از الکترودهای تنگستن ۲٪ توریم دار استفاده میکنند که نوک آنرا مطابق آنچه که قبلاً توضیح داده شده سنگ میزنند.
- ۲- در شرایط خیلی استثنائی میتوان از الکترو د زیر کونیم دار هم استفاده نمود.

### روش جوشکاری

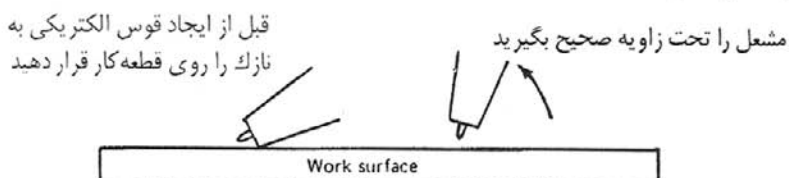
۱- جهت جلوگیری از چسبیدن الکترو دنگستن به قطعه کار و علامت گذاری غیر عمدی توسط قوس الکتریکی روی فلزاتی که کاملاً صیقل کاری شده اند، ابتدا باید نازل را تحت زاویه ای روی قطعه کار تماس داد و قوس ایجاد نمود. پس از ایجاد قوس مشعل را مطابق شکل ۱۱ در وضعیت تقریباً عمودی قرار دهید.

۲- بطوریکه قبلاً توضیح داده شد فولاد زنگ نزن دارای مقاومت الکتریکی فوق العاده زیادی است و این خاصیت موجب گرم شدن بیش از حد ناحیه جوشکاری میگردد بطوریکه از  $\frac{1}{4}$  تا  $\frac{1}{2}$  اینچ اطراف حوضچه مذاب سرخ میشود. جهت جلوگیری از آلوده شدن مشعل را



بطریقی بگیری که کاملاً حوضچه مذاب را پوشش دهد و جریان گاز پس از قطع قوس بقدری ادامه یابد که تا جوش خنک شود.

۳- بطور کلی برای ایجاد گرده‌های پهن بهتر است از چندین خط جوش مستقیم بجای حرکت نوسانی استفاده شود.



طرز صحیح توصیه شده جهت ایجاد قوس الکتریکی برای فولاد زنگ نزن

شکل (۱۱)

ایمنی:

۱- حتی کوچکترین خال جوش روی فولادهای زنگ نزن موجب داغ شدن بیش از حد قطعه مورد جوشکاری میگردد. برای جلوگیری از سوختگی از دستکش‌های بدون روغن و تمیز استفاده کنید.

۲- جهت آماده کردن لبه‌های قطعه کار توسط سنگ سمباده بمنظور پخ زدن مراقب باشید که لبه‌ها بصورت وسیله برنده میشوند از دست زدن به آن لبه‌ها خودداری کنید.

### ایجاد قوس الکتریکی با فرکانس زیاد

ایجاد قوس با فرکانس زیاد (H.F) در سیستم جوشکاری GTAW روشی است برای روشن کردن قوس الکتریکی بدون تماس الکتروود با قطعه کار، ولتاژ قوی (چندین هزار ولت) با آمپراژ کم (فقط چند آمپر) با فرکانس زیاد (یک میلیون هرتز یا بیشتر) ترکیب شده و از میان فضای قوس الکتریکی بهم متصل میگردد. ولتاژ قوی موجب یونیزه شدن گاز فضای بین قوس الکتریکی میگردد. از آنجائیکه گاز یونیزه شده با الکترونهاییکه از مدار خارجی اتم گاز خارج میشود شدت جریانی را هدایت میکند (بعنوان مثال گاز فلورسنت در لامپهای مهتابی). بنابراین فاصله‌ای را که اولین جرقه میتواند پرش نماید خیلی زیاد است. چنانچه مدار H.F بطور صحیح تنظیم شده باشد قوس الکتریکی (GTAW) میتواند از فاصله هوائی بین ۳ تا ۶ میلیمتر و یا بیشتر روشن شود.

هنگامیکه قوس ایجاد میشود، ستون گاز یونیزه شده بین نوك الکتروود تنگستن و قطعه کار تا وقتی که جریان DC وجود دارد بحالت یونیزه باقی میماند. هنگامیکه با جریان برق A.C جوشکاری میکنند هر وقت دامنه شدت جریان و ولتاژ متناوب بمنظور تغییر قطب از صفر میگردد جریان قطع میگردد و این قطع جریان ۱۲۰ بار در هر ثانیه با فرکانس ۶۰ اتفاق میافتد، بنابراین مدارهای H.F تا زمانیکه ماشین جوشکاری A.C کار میکند بطور اتوماتیک روشن باقی میماند. چند آمپر شدت جریانی که بمنظور راه اندازی H.F مورد استفاده قرار میگیرد در شدت جریان تنظیم شده جوشکاری تأثیر نمیخواهد داشت پس این مقدار در شدت جریان جوشکاری