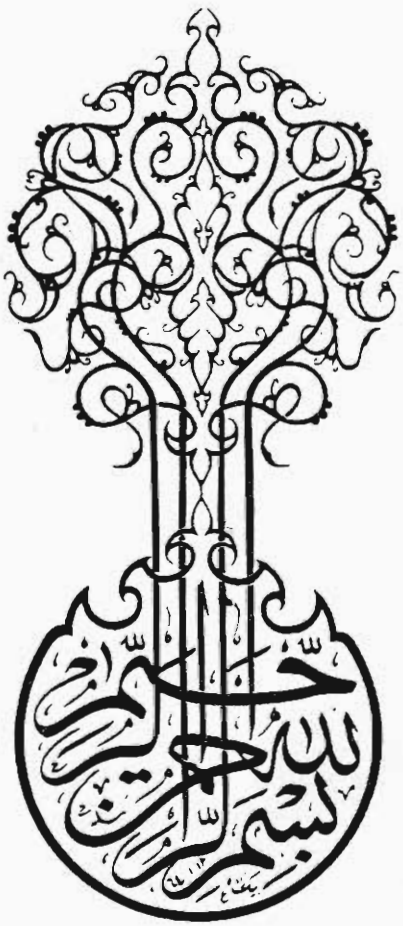
جمهوری اسلامی ایران
وزارت کار و امور اجتماعی

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

# جوشکاری با گاز محافظ آرگن و الکترود تنگستن


بسم الله الرحمن الرحيم

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

# جوشکاری با گاز محافظ آرگن و الکترود 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

**کلیه حقوق برای سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور محفوظ است**

«بسمه تعالی»

**مقدمه:**

اساسی‌ترین هدف هر دوره آموزشی، تربیت افراد و متناسب ساختن شخصیت و قابلیتهای آنان با دگرگونی و تحولات اقتصادی ـ اجتماعی و فرهنگی است تا کارائی 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 روشهائی که هماهنگ کننده برنامه‌های آموزشی با این توسعه و تحول از یك 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 ـ ملاك 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 ـ محتوای برنامه‌های کارآموزی، سازگاری انسانها در مقابل زندگی عینی و شایستگی آنان را برای سازندگی تضمین می‌نماید.

۳ ـ ایجاد مهارتهای تخصصی از طریق کارآموزی.

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

۵ ـ 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 ـ 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 ـ 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 ـ ۷ ـ افزایش میزان کمی و کیفی تولید.

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

۳ ـ ۷ ـ بهبود روابط کار و ایجاد روحیه همکاری بین کارکنان.
۴ ـ ۷ ـ تقلیل ضایعات در تولید و حوادث کار.
۵ ـ ۷ ـ هموار شدن راه ترقی و ارتقاء شغلی کارکنان و قبول مسئولیتهای بیشتر از طرف آنان.
۶ ـ ۷ ـ بهبود یافتن روشهای تولید و توزیع کالاهای تولید شده ـ ارائه خدمات مفید پس از فروش و انجام بموقع سفارشات خریداران.
۷ ـ ۷ ـ ایجاد همبستگی بیشتر کارکنان با سازمان و واحدهای تولیدی و رضایت شغلی در آنها به لحاظ مهارتهای اکتسابی.
۸ ـ ۷ ـ 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. به‌طوریکه تمامی حرفه‌ها و مشاغل را شامل گشته و جهت ایجاد زمینه‌های اشتغال و کسب شرایط احراز شغل، برای همگان حتی کسانیکه 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

عنوان — صفحه


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

| عنوان | صفحه |
| --- | --- |

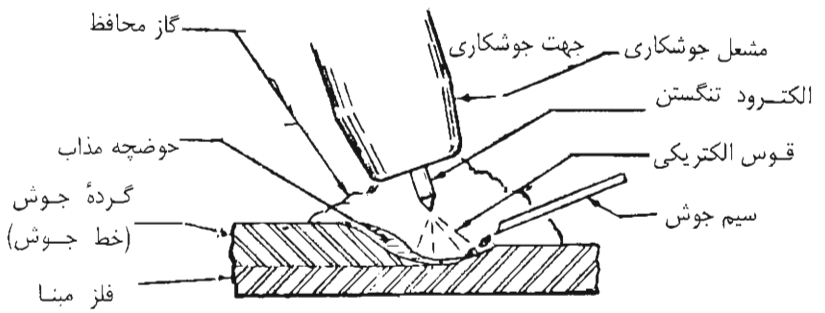

تمرین عملی شماره ۶ ..... ۳۲
تمرین عملی شماره ۷ ..... ۳۳
تمرین عملی شماره ۸ ..... ۳۴
تمرین عملی شماره ۹ ..... ۳۵
تمرین عملی شماره ۱۰ ..... ۳۶

# جوشکاری با الکترود تنگستن و گاز محافظ

(G.T.A.W)

## روش جوشکاری و وسائل

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




شکل(۱)

**محاسن جوشکاری آرگن (TIG)**

۱ ـ ذوب سریع محل اتصال موجب تقلیل انقباض و جلوگیری از تغییرات متالوژیکی در ناحیه تاثیر حرارت قطعه مورد جوشکاری میگردد.

۲ ـ بخاطر استفاده از گاز محافظ بی‌اثر بمنظور جلوگیری از آلودگیهای جوی موجب مرغوبیت جوش میگردد.

۳ ـ بعلت عدم دود گاز و جرقه، قابلیت رؤیت جوش را ضمن جوشکاری امکان‌پذیر میسازد.

۴ ـ کیفیت جوش از نقطه‌نظر نفوذ، اندازه گرده جوش و نمای جوش توسط جوشکار ضمن جوشکاری کنترل میگردد.

**وسائل جوشکاری GTAW**- وسائل لازم جهت جوشکاری با GTAW شامل یك منبع نیرو و متعلّقاتی است که بمنظور جوشکاری با الکترود تنگستن و گاز محافظ طراحی شده است (مطابق تصویر ۲)

این وسائل عبارتند از:

۱ ـ دستگاه جوشکاری ترانسفورماتور با سیم‌پیچ که بیش از دستگاههای جوشکاری معمولی سیم‌پیچی شده است و ترجیحاً از دستگاه یکسو کننده AC/DC با سیستم فرکانس زیاد

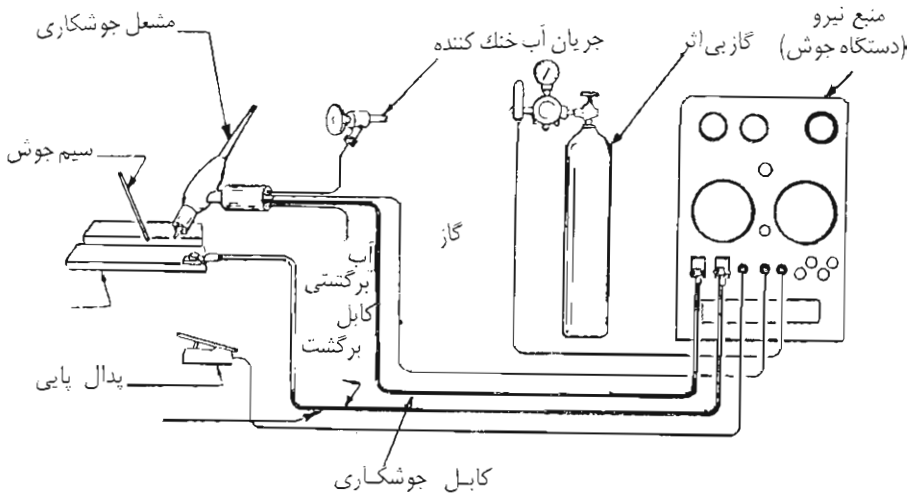
(HIGH FREQUENCY) HF که در آن طراحی شده است.

۲ ـ مشعل و مجموعه شلنگی که شامل یك کابل برق و یك شلنگ گاز که گاز محافظ را به مشعل و حوضچه مذاب هدایت میکند و یك سیستم خنك‌کننده که جهت خنك کردن الکترود تنگستن و مشعل طراحی شده است.

۳ ـ نازل سرامیکی برای هدایت جریان گاز محافظ.

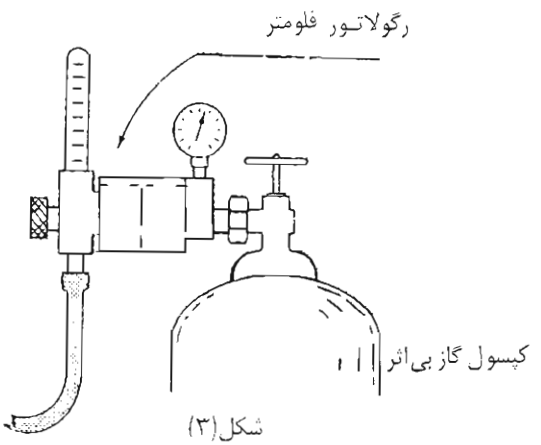
۴ ـ یك منبع (کپسول) گاز بی‌اثر (آرگن، هیلیم و یا گاز مخلوط).

۵ ـ یك 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 CLAW

شکل(۲)




شکل(۳)

## طرز راه‌اندازی 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 برطبق نوع ماشین تولید شده متغیر است اما اصول کلی راه‌اندازی و تنظیم ماشین بقرار ذیل میباشد.

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

۲ ـ تنظیم POST FLOW مدت زمان لازم پس از قطع قوس که گاز محافظ جریان می‌یابد.

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

۴ ـ کلید انتخاب نوع جریان برق و قطب موردنظر.

۵ ـ تنظیم مقدار شدت جریان لازم برای کار موردنظر.

۶ ـ رئوستای تنظیم شدت جریان.

### تنظیم دستگاه جهت جوشکاری فلزات غیرآهنی و الیاژهای آنها

**۱ ـ جوشکاری TIG برای فلزات غیرآهنی و آلیاژهای آنها:**

کلید مربوط به انتخاب نوع جوشکاری روی TIG

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

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

**۲ ـ تنظیم دستگاه جوشکاری TIG برای فلزات آهنی و آلیاژهای آنها:**

ـ کلید نوع جوشکاری روی TIG

ـ کلید H.F روی START

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

اگر در جوشکاری با TIG جریان‌خروجی ازطریق پدال‌کنترل از راه دور تنظیم شود باید رئوستای تنظیم شدت جریان در حداکثر وضعیت خود قرار داده شود.

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

بعنوان‌مثال برای‌الکترود $\frac{۳}{۳۲}$ اینچ تقریباًحدود ۱۰ ثانیه جریان گازPOSTFLOW 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 ـ 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 ـ کلید H.F را در روی خاموش OFF قرار دهید.

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

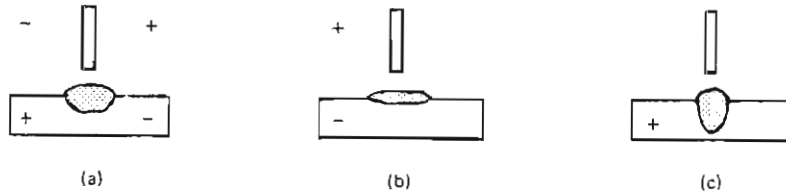
۴ ـ رئوستای شدت جریان را در هر وضعی که لازم است قرار دهید.

## 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 برق‌های فوق جوشی بانفوذ و پهنای خاصی بوجود می‌آورد (مطابق تصویر ۵).




انتخاب نوع جریان برق در جوشکاری با الکترود 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 ـ در جوشکاری GTAW هیچگونه انتقال فلزی انجام نمیگیرد.

ثانیاً ـ در جوشکاری با جریان مستقیم و قطب مستقیم قطعه‌کار مثبت است در صورتیکه در جریان برق مستقیم و قطب معکوس الکترود مثبت است.

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

## انتخاب شدت جریان جوشکاری

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

۲ ـ 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 الکترود تنگستن میگردد. بهر حال در جوشکاری اتوماتیك مدرن میتوان از آن برای جوشکاری فلزات نازك استفاده نمود.

۳ ـ فلزاتی که دارای پوشش اکسیده هستند مانند آلومینیم 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 کمك به از بین بردن لایه اکسیده از سطح فلز مینماید.

**توجه:** چون جلوگیری از سوختن فلزات نازك مس و برنج مشکل است لذا برای جوشکاری آنها میتوان از جریان برق AC-HF استفاده نمود.

**انتخاب شدن جریان و قطب براساس جنس قطعه‌کار**

| جنس قطعه‌کار | نوع شدت جریان | نوع قطب |
|---|---|---|
| آلومینیوم<br>منیزیم<br>فولاد زنگ‌نزن<br>فولاد با مس کمتر از ۰/۳٪<br>فولاد با مس بیش از ۰/۳٪<br>مس<br>تیتانیم<br>نیکل، مونیل | | |

**جدول (۱)**

## الکترودهای تنگستن

الکترودهای تنگستن مورد استفاده در جوشکاری GTAW را میتوان از نقطه‌نظر جنس وقطر تقسیم‌بندی نمود (مطابق جدول زیر).

| رنگ شناسائی انتهای الکترود | نوع الکترود | طبقه‌بندی بر اساس AWS (انجمن جوشکاران آمریکا) |
|---|---|---|
| سبز | تنگستن خالص | EWP |
| زرد | توریم‌دار ۱٪ | EWTH 1 |
| قرمز | توریم‌دار ۲٪ | EWTH 2 |
| قهوه‌ای | زیر کونیم‌دار ۱/۲٪ | EWZr |

**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 محسوب‌میگردند.اما

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

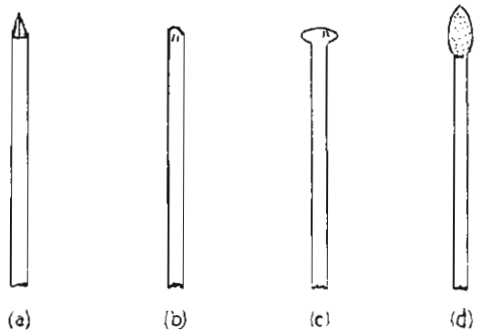
اگر شدت جریان برای قطر معینی از الکترود بیش از اندازه درنظر گرفته شود موجب ذوب شدن الکترود و آلودگی نوك الکترود میگردد و اگر از شدت جریان کمتر هم استفاده شود موجب انحراف قوس گشته و کنترل حوضچه مذاب مشکل میشود.

## انتخاب الکترود از نقطه‌نظر جنس الکترود

**۱ ـ تنگستن خالص (رنگ شناسائی انتها سبز)** ـ برای جوشکاری تولیدات مداوم آلومینیوم و منیزیم استفاده میشود که تشکیل و ابقاء فرم کروی شکل انتهای الکترود با استفاده از AC/HF بآسانی انجام میگیرد.

**۲ ـ الکترودهای توریم‌دار (۱٪ توریم‌دار رنگ انتها زرد و ۲٪ توریم رنگ انتها قرمز)** ـ برای جوشکاری با جریان برق DC جهت جوشکاری فولاد و آلیاژهای آن، برنج، مس و آلیاژهای مس، این نوع الکترود را گاهی برای جوشکاری آلومینیم در صورت عدم دسترسی به الکترود زیر کونیم‌دار میتوان استفاده نمود.

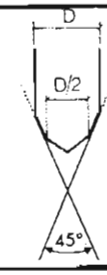
**۳ ـ الکترود زیر کونیم‌دار (رنگ قهوه‌ای)** ـ این نوع الکترود یك الکترود بسیار عالی برای استفاده با جریان برق AC است که قوس نرم ایجاد میکند و چنانچه یك لحظه با حوضچه مذاب تماس پیدا کند آلودگی حاصله موجب اشکال در جوش نمیگردد. طول استاندارد الکترودها برای جوشکاری با مشعل های معمولی حدود ۷ اینچ میباشد و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




(a) الکترود تنگستن ۲٪ توریم‌دار 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 (غیرقابل قبول).
(d) الکترود تنگستن که توسط سیم‌جوش یا حوضچه مذاب آلوده گردیده.

فرم صحیح نوك الکترود و نوع آلوده نوك الکترود

شکل (۵)

| کاربرد و آماده‌سازی نوک الکترود | | |
|---|---|---|
| چگونگی سنگ زدن الکترود یا چگونگی فرم نوک الکترود | نوع الکترود | شدت جریان |
| | تنگستن توریم‌دار | ═ |
|  | تنگستن زیر کونیم‌دار<br>تنگستن توریم‌دار | ~ |

## جدول (۳)

| مقدار شدت جریان برای انواع الکترود با قطرهای مختلف | | | | |
|---|---|---|---|---|
| جریان متناوب (موج بالانس شده) | | جریان برق مستقیم | | الکترود |
| تنگستن زیر کونیم‌دار | تنگستن توریم‌دار | الکترود مثبت | الکترود منفی | |
| | | تنگستن توریم‌دار | تنگستن توریم‌دار | |
| — | 5–20 | — | 5–20 | ,020 0.5 |
| — | 10–40 | — | 10–50 | 1/32 0.8 |
| — | 20–50 | — | 15–75 | ,040 1 |
| 40 | 25–65 | — | 25–90 | 3/64 1.2 |
| 55 | 60–95 | 10–20 | 70–145 | 1/16 1.6 |
| 75 | 70–110 | 10–25 | 130–230 | ,080 2 |

دنباله جدول ۴

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3/32 2.4 | 170–300 | 15–30 | 95–140 | 90 |
| 12 3 | 220–350 | 25–40 | 125–180 | 135 |
| 1/8 3.2 | 250–380 | 25–40 | 145–200 | 150 |
| 5/32 4 | 300–450 | 35–60 | 195–250 | 210 |
| 3/16 4.8 | 370–580 | 50–80 | 240–310 | 265 |
| .2 5 | 400–620 | 55–85 | 250–325 | 280 |
| 7/32 5.6 | 560–720 | 65–100 | 290–375 | 325 |
| .24 6 | 500–800 | 75–120 | 310–410 | 350 |
| 1/4 6.4 | 550–870 | 85–130 | 340–450 | — |
| .28 7 | — | — | 375–500 | — |
| 5/16 7.9 | — | — | 440–600 | — |

**جدول (۴)**

## گازهای محافظ بی‌اثر

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 بی‌اثر (in ert) نامیده میشود، بدین معنی این گازها هیچگونه عکس‌العمل شیمیائی با حوضچه مذاب فلز مورد جوشکاری ندارند و در نتیجه برای جوش مضر نمیباشد.

در جوشکاری با الکترود تنگستن و گاز محافظ ، متداولترین گاز ، گاز آرگن است ، اما گازهای دیگر از قبیل هیلیم و مخلوط گاز آرگن و هیلیم هم‌مورد استفاده قرار میگیرد.

### انتخاب گازهای محافظ

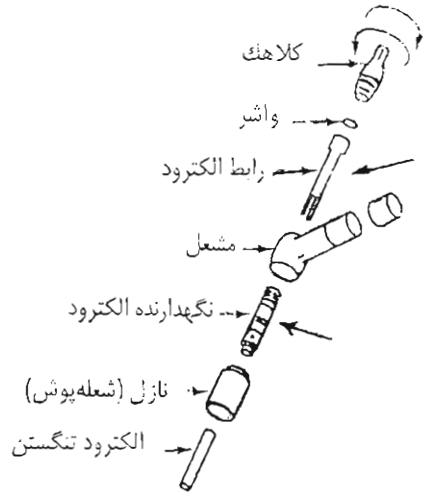
**۱ ـ گاز آرگن ـ** با استفاده از گاز آرگن میتوان قوس الکتریکی نرمی ایجاد نمود و نیز گاز آرگن در تشکیل مهره جوش و کنترل نفوذ کمك میکند. اگر چه از نظر قیمت گاز آرگن و هیلیم برابر هستند ولی گاز آرگن اقتصادی تر است. گاز آرگن بعلت سنگین‌تر بودن از هوا میتواند با جریان

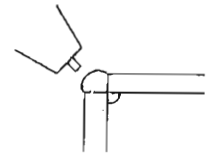
کمتری مورداستفاده قرار گیرد. با گاز آرگن ایجاد قوس الکتریکی آسان بوده و کنترل طول قوسهای متفاوت 'مکان‌پذیر میباشد.

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

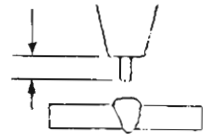
**۳ ـ گاز مخلوط ـ** مخلوطی از گازهای آرگن و هیلیم موجب ابقاء و استقرار بهتر قوس الکتریکی شده و همچنین درجه حرارت حاصله از قوس الکتریکی را افزایش میدهد، با استفاده از گاز مخلوط میتوان با الکترودهای کم‌قطر و مشعل‌های کوچك هم جوشکاری نمود.

اصولاً مقدار گاز محافظ براساس ضخامت قطعه‌کار مورد جوشکاری تعیین میگردد. با افزایش قطر الکترود و قطر شعله‌پوش مقدار گاز هم افزایش میبابد. بعلاوه‌مقدار خروجی نوك الکترود از شعله‌پوش هر قدر بیشتر باشد مقدار جریان گاز هم باید افزایش یابد.

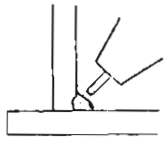


در نبشی خارجی هرقدر مقدار طول خروجی الکترود از شعله‌پوش کمتر باشد بهترمیتواند پوشش‌گازی داشته باشد.



مقدار معمول طول خروجی نوك الکترود از شعله‌پوش سرامیکی ۱/۵ برابر قطر الکترود تنگستن است



در جوشکاریهای نبشی داخلی هراندازهٔ مقدار بیرون آمدن نوك الکترود کمتر باشد برای پوشش دادن محل جوش بوسیله‌گاز محافظ بهتراست.ولی برای دید بهتر و قابلیت جوشکاری ناچاراً اندکی بیشتر از حد معمول است.

# جوشکاری آلومینیم

## آماده‌سازی قطعه‌کار برای جوشکاری

**۱ ـ تمیز کردن ـ** 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 امکان‌پذیر است: بوسیله مواد شیمیائی (تیزآب شیمیائی) و یا بطریقه مکانیکی مانند برس کشیدن.
آلودگیهای روغنی را میتوان توسط یك حلال غیرنفتی مانند استن از بین برد.

**۲ ـ آماده کردن محل اتصال ـ** کلیه آماده سازیهای لبه‌کاری که در جوشکاری برق انجام میشود در آلومینیم هم قابل عملی است. بهر حال به برخی از نکات مخصوص جوشکاری آلومینیم میبایستی توجه شود.
چگونگی لبه‌های مورد اتصال باید بطریقی باشد که اولاً از پیچیدگی آنها جلوگیری شود ثانیاً با استفاده از سیم‌جوش جوشکاری باندازه کافی محل مورد جوشکاری مستحکم شود.

## چگونگی تنظیم ماشین برای جوشکاری

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

**۲ ـ تنظیم شدت جریان ـ** برای جوشکاری ضخامت‌های بین ۱/۵ تا ۴/۵ میلیمتر از شدت جریان متوسط استفاده میشود با شدت جریان متوسط میتوان در جوشکاری قطعات نازك کنترل بهتری داشت و شدت جریان بیشتر برای جوشکاری قطعات ضخیم‌تر مورد استفاده قرار میگیرد، برای تنظیم شدت جریان دقیق بایستی با استفاده از جدول بر اساس ضخامت قطعه‌کار اقدام نمود.

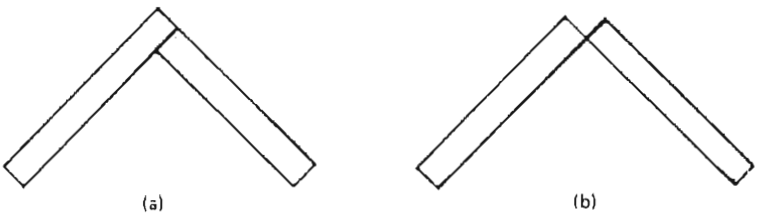
**۳ ـ تنظیم ولتاژ ـ** چون جوشکاری توسط دست انجام میگیرد و دستگاههای مورد استفاده شدت جریان ثابت هستند بنابراین تغییرات ولتاژ رابطه مستقیم با طول قوس دارد. طول قوسی که بین ۱/۶ تا ۴/۸ میلیمتر باشد معمولاً ولتاژ مناسبی برای تشکیل گرده جوش خوب محسوب میگردد. بطوریکه در تصویر (۲ـ۲۳) نشان داده شده شکل قوس بصورت کله قندی است.

تغییرات طول قوس نه تنها تاثیری در ولتاژ قوس الکتریکی دارد بلکه ناحیه تاثیر 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 ۰/۰۱۵ اینچ حفظ میکنند.

**۴ ـ جریان گاز محافظ ـ** 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 الکترو تنگستن و نازل میتوان تا ۳۰ CFH مقدار گاز را افزایش داد.

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

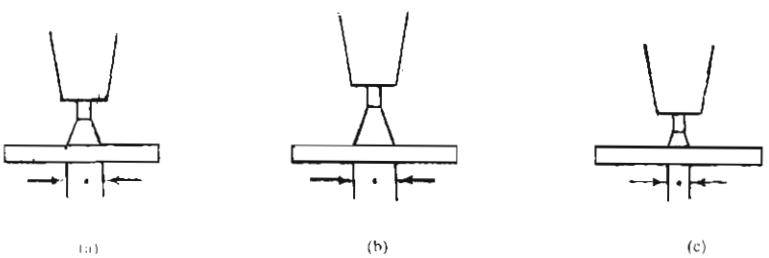



آماده سازی ساده لبه قطعات جهت تمرین جوشکاری

(a) ـ 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) ـ این نوع درز جوش مستازم استفاده از سیم جوش ا ست 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 زیرکونیم‌دار و یا تنگستن خالص باید استفاده نمود چنانچه مجبور به استفاده از الکترود تنگستن توریم‌دار باشیم باید از قطب معکوس و با شدت جریان بسیار کم جوشکاری نمود.

## انتخاب سیم‌جوش

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

به‌عنوان مثال:

| فلز مبنا | سیم جوش |
|---|---|
| ۳۰۰۳ | ۱۱۰۰ |
| ۵۰۵۲ | ۵۱۵۴ |
| ۶۰۶۱ ـ T۶ | ۴۰۴۳ |

## تکنیك جوشکاری

۱ـ تا حد امکان از روش پیشدستی برای جوشکاری استفاده کنید.

۲ـ مقدار خروجی نوك الکترود از نازل (Stickout) میبایستی بین ۱ تا $1\frac{1}{2}$ برابر قطر الکترود مصرفی باشد.

۳ـ زاویه مشعل نسبت به قطعه کار نباید کمتر از $75^\circ$ باشد.

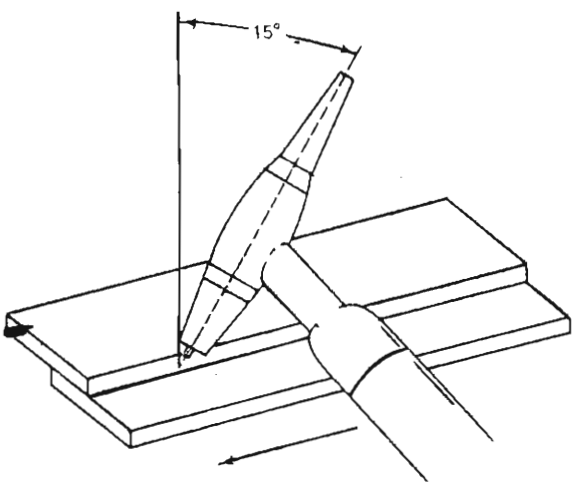
۴ـ سلسله مراتب ذیل را رعایت کنید.

الف ـ یك حوضچه مذاب ایجاد کنید.

ب ـ سیم جوش به حوضچه مذاب اضافه کنید.

ج ـ مشعل را به سمت جلو حرکت داده و مجدداً سیم‌جوش اضافه کنید.

۵ـ شدت جریان را بطریقی تنظیم کنید در هر دقیقه ۱۲ تا ۱۸ اینچ جوش بدون اشکال ایجاد کنید.




شکل(۹)

**نکات ایمنی:**

۱ـ وقتیکه آلومینیم به نقطه مذاب میرسد، هیچگونه تغییر رنگی در آن مشاهده نمیگردد بنابر این با چشم نمیتوان مقدار حرارت واقعی آلومینیم را تشخیص داد و بهمین خاطر باید از دست زدن به قطعات آلومینیمی خودداری نمود.

۲ـ انعکاس اشعه از طریق آلومینیم موجب سوختگی پوست بدن میگردد، بنابراین باید بطور کامل از وسائل حفاظتی استفاده نمود.

۳ـ برای جوشکاری مداوم آلومینیم باید از ماسکی که درجه تاری آن ۱۱ و یا ۱۲ است استفاده نمود.

## جوشکاری فولاد زنگ‌نزن Stainless steel

### آماده سازی قطعه کار برای جوشکاری

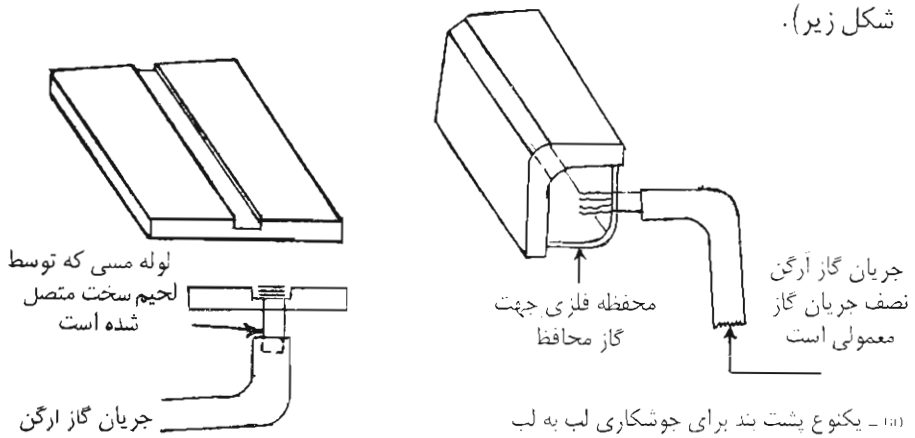
تمیز کردن ـ عموماً فولادهای زنگ‌نزنی که بوسیله توزیع کنندگان ارائه میگردد آماده برای جوشکاری هستند.

فقط ورق زنگ زنی که پس از تولیدصیقل‌داده شده و روی‌آنها را با نوار مخصوص‌محافظت نموده‌اند مستثنی هستند، جهت پاك کردن باقیمانده چسب چنین فولادهائی از استن استفاده میکنند.

### آماده سازی لبه‌های قطعه کار

لبه قطعات مورد جوشکاری‌باید کاملاً تمیز بوده و بدون‌در نظر گرفتن‌فاصله در بین‌آنها 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).




(ب) ـ یکنوع پشت بند برای جوشکاری لب به لب

(ا) ـ جهت جوشکاری درز نشی 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 جریان‌گاز Post flow را نسبتاً طولانی تنظیم‌کنید که پس از قطع قوس‌گاز جریان داشته باشد. جهت اطلاعات بیشتر به بخش تکنیك 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 جوش‌ها**

اغلب قطعات فولاد زنگ نزن‌که در ساخت‌و تولید بکار میروند توسط‌سیم‌جوش‌آستینتی‌نوع کرم نیکل دار مانند شماره‌های ۳۰۴ و ۳۰۸ و ۳۱۶ مورد استفاده قرار میگیرد. سیم جوشهائیکه دارای شماره‌های فوق هستند را میتوان برای جوشکاری‌بدون پیش گرمائی قبلی مورد استفاده قرار داد که این نوع سیم جوشها خط جوشی شبه فلز مبنا ایجاد میکند.
سایر فولادهای زنگ نزن احتیاج به سیم جوشهای مخصوص دارند (مطابق جدول صفحه ۲۳).

**گازهای محافظ:**

۱ ـ برای جوشکاری فولاد زنگ نزن بهترین گاز گاز آرگن میباشد البته مصرف نوع گاز محافظ بستگی به ضخامت قطعه کار مورد جوشکاری دارد.

۲ ـ هنگام جوشکاری قطعات نازك باید جریان گاز به مقدار CFH ۱۰ پائین آورد تا از تلاطم جریان گاز روی حوضچه مذاب جلوگیری شود.

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

۱ـ معمولاً از الکترودهای تنگستن ۲٪ توریم دار استفاده میکنند که نوك آنرا مطابق آنچه که قبلاً توضیح داده شده سنگ میزنند.

۲ـ در شرایط خیلی استثنائی میتوان از الکترود زیر کونیم دارهم استفاده نمود.

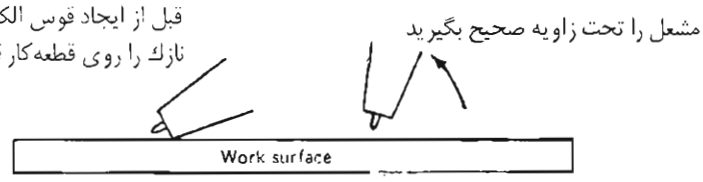
**روش جوشکاری**

۱ـ جهت جلوگیری از چسبیدن الکترود تنگستن به قطعه کار و علامت‌گذاری غیرعمدی توسط قوس‌الکتریکی روی فلزاتیکه کاملاً صیقل کاری شده‌اند، ابتدا باید نازل را تحت زاویه‌ای روی قطعه کار تماس داد و قوس ایجاد نمود. پس از ایجاد قوس مشعل را مطابق شکل ۱۱ در وضعیت تقریباً عمودی قرار دهید.

۲ـ بطوریکه قبلاً توضیح داده شد فولاد زنگ نزن دارای مقاومت الکتریکی فوق‌العاده 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 بگیرید که کاملاً حوضچه مذاب را پوشش دهد و جریان گاز پس از قطع قوس بقدری ادامه یابد که تا جوش خنك شود.

۳ـ بطورکلی 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:**

۱ـ 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.

۲ـ 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 الکترود با قطعه‌کار، ولتاژ قوی (چندین هزار ولت) با آمپراژ کم (فقط چند آمپر) با فرکانس زیاد (یك 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 الکترونهائیکه 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 فاصلهٔ هوائی بین ۳ تا ۶ میلیمتر و یا بیشتر روشن شود.

هنگامیکه قوس ایجاد میشود، ستون گاز یونیزه شده بین نوك الکترود تنگستن و قطعه‌کار تا وقتیکه 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 میگذرد 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 اتوماتیك روشن باقی میماند. چند آمپر شدت جریانی که بمنظور راه‌اندازی H.F مورد استفاده قرار میگیرد در شدت جریان تنظیم شدهٔ جوشکاری تأثیری نخواهد داشت پس این مقدار در شدت جریان جوشکاری

محاسبه نمیگردد. اما این شدت جریان در آسانتر روشن کردن قوس الکتریکی بسیار مؤثر است. چندین هزار ولت جریان برق AC با بیش از یك میلیون هرتز حتی وقتیکه شدت جریان خیلی کم هم باشد بطور وحشتناك خطرناك است.

در حقیقت چنین جریان برقی بدون H.F خیلی خطرناك خواهد بود اما یکی از مشخصه‌های جریان برق H.F این است که بجای عبور از سطح مقطع هادیها از سطوح جانبی آنها میگذرد اگر شما بهر دلیلی با جریان H.F تماس داشته باشید انرژی الکتریکی بجای عبور از ارگانهای حیاتی بدن از پوست شما عبور میکند. بیشترین احساسی که خواهید داشت یك شوك الکتریکی خفیف و یا احساس خارش خواهد بود. جریانی که دارای ولتاژ و فرکانس زیاد و شدت جریان کم باشد هیچگونه ضرری به بدن سالم نمیرساند فقط کمی ناراحت کننده است.

در ایجاد قوس الکتریکی با HF محاسن و معایبی بشرح ذیل وجود دارد:

**محاسن:**

- ایجاد قوس سریع و مطمئن.
- استقرار قوس الکتریکی خیلی خوب.
- عدم آلودگی قطعه‌کار و یا الکترود.
- ایجاد قوس الکتریکی ایمنی با H.F
- هیچگونه جریان مدار کوتاه غیرعادی و سریع اتفاق نمیافتد.

- از H.F میتوان در ماشینهای GTAW اتوماتیك و در سیستم کنترل از راه دور استفاده نمود.
- جوشکاری با قوس الکتریکی H.F آسانتر از نوع تماسی است.

**اشکالات ناشی از ایجاد قوس الکتریکی با H.F:**

- در سیستم فرستنده رادیو و تلویزیون اثر منفی میگذارد (پارازیت بوجود میآورد).
- مدارهای H.F احتیاج به تعمیرات دارد.
- مدارهای ایجاد قوس الکتریکی با H.F هزینه ماشینهای جوشکاری GTAW را افزایش میدهد. شما میتوانید ایجاد قوس الکتریکی را با بکارگیری تکنیك‌های ساده اصلاح و تکمیل کنید.

بعنوان مثال با استفاده از HF و الکترودهای تنگستن نوك تیز بهتر از الکترودهای نوك گرد میتوان قوس ایجاد نمود.

از آنجائیکه جریان HF از سطوح الکترود تنگستن عبور میکند، بنابراین تیز کردن انتهای الکترودیکه با آن قوس ایجاد میشود، موجب تمرکز ولتاژ و شدت جریان در نوك الکترود گشته و در نتیجه فشار الکتریکی بیشتر شده و الکترون‌ها راحتتر پرش نموده و به قطعه‌کار ضربه میزنند. بنابراین باید فقط یك طرف (انتهای) الکترود تنگستن را با سنگ رومیزی تیز نمود. الکترودهائی که خیلی براق و تمیز باشند و در داخل گاز خالص بی‌اثر چندین بار قوس ایجاد نمایند، ایجاد قوس مجدد با چنین الکترودهائی مشکل خواهد بود. بنابراین الکترودهائیکه اندکی اکسیده شده باشند راحت‌تر از نوع تمیز میتواند قوس ایجاد نمایند. کمی اکسیده سطح الکترود تنگستن نه تنها بد نیست بلکه مفید هم هست. الکترون‌ها میتواند با فشار الکتریکی

کمتری پرش نمایند، و حتی یك تماس جزئی نوك الکترود با انگشت موجب میگردد که ایجاد قوس بهتر انجام شود.

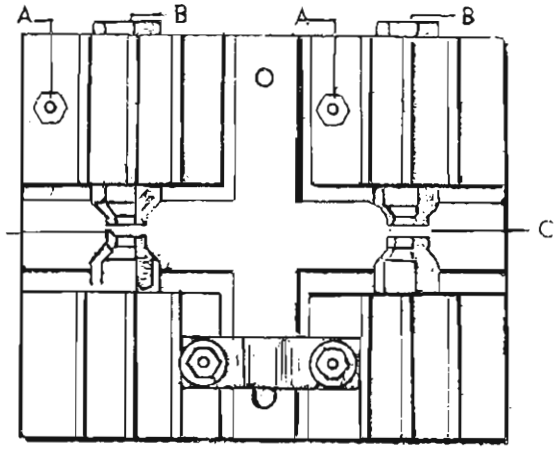
الکترودهای تنگستن را خیلی شفاف نکنید زیرا تأثیر فرکانس زیاد (H.F) کمتر میشود. بنابراین سعی کنید از الکترود صحیح برای کار مورد نظر خود استفاده کنید. انتخاب نوع الکترود باید بر اساس جداول ارائه شده انجام گیرد.

دستگاههای سازنده GTAW اغلب مشکلات ناشی از تأثیر HF روی فرستنده‌های رادیو را حل نموده‌اند. حتی بعضی از دستگاهها قوس بسیار ظریفی شبیه شمع بخاری گازی ایجاد میکند، که قوس شمعی یك قوس الکتریکی کوچك اضافی است که ستون گاز یونیزه شده باریکی بوجود می‌آورد.

### فاصله الکترودهای H.F

فاصله الکترودهای H.F را میتوان با باز کردن صفحهٔ جلوئی دستگاه و یا دریچهٔ مربوط مورد بازرسی قرار داد. معمولاً فاصله بین الکترودهای HF را سازندگان دستگاه ۰/۲ میلیمتر تنظیم میکنند و چنانچه مدتی از دستگاه استفاده شود میبایستی فاصله الکترودها را مجدداً تنظیم نمود و این فاصله‌ها بازاء هر ۳ الی ۴ ماه باید یك بار مورد بازرسی قرار گیرد.

**طرز تنظیم مجدد فاصله الکترودهای (H.F)** ـ بطور کلی فاصله الکترودهای HF با توجه به شدت جریان لازم تغییر میکند، چنانچه لازم باشد، با شدت جریان بیشتری جوشکاری شود میتوان فاصله HF را ۰/۲۵ میلیمتر تنظیم نمود، و حتی گاهی تا ۰/۳ میلیمتر ولی بهترین فاصله بین الکترودها بین ۰/۱ تا ۰/۲ میلیمتر است.




شکل(۱۲)

**طرز تنظیم فاصله الکترودهای H.F (چگونگی فیلرگیری):**

۱ـ پیچ‌های A را در هر دو طرف شل کنید.

۲ـ فیلر صحیح را در بین الکترودهای H.F یعنی در محل Cقرار دهید.

۳ـ یك فشار جزئی به نقطه B وارد کنید بطوریکه فیلر در بین دو الکترود و در نقطه Cقرار داشته باشد.

۴ـ پیچ های A را محکم کنید.

**اشکالاتی که ممکن است در مدار H.F بوجود آید:** هنگامیکه فرکانس زیاد یا HFدر مدار وجود ندارد طبق مراحل ذیل مسیر را کنترل کنید:

۱ـ نخست کلید HF را بررسی کنید که در وضعیت Startیا Continuousقرار گرفته باشد.

۲ـ اطمینان حاصل کنید که فاصله نوك الکترودها در حد مجاز یعنی بین ۰/۱ تا ۰/۲۵ میلیمتر باشد.

۳ـ سیم های ولتاژ قوی ترانسفورماتور را از نقطه نظر پارگی بررسی کنید.

۴ـ ولتاژ را در ترمینال کنترل کنید و ببینید که به کدام ولتاژ اولیه قوی ترانسفورماتور وصل شده است.

۵ ـ Capacitor (خازن) را بررسی کنید.

۶ ـ مقاومت مدار بای پای را از نقطه نظر Capacitor (خازن) و مقاومت کنترل نمائید.

## گاز محافظ

گاز محافظ جهت هدایت به مشعل جوشکاری بوسیله رگولاتورتنظیم میگردد،که بستگی به خواص گاز مورد استفاده و وضعیت جوشکاری دارد و معمولاً بین ۲۰ تا ۲۵ فوت مکعب در ساعت CFH و یا ۰/۵۶ تا ۰/۷ متر مکعب در ساعت ($m^3/h$) میباشد. حتی از جریان گاز کمترهم یعنی فقط ۵ فوت مکعب در ساعت و یا ۰/۱۵ متر مکعب در ساعت توسط مشعل های کوچك برای جوشکاری فلزات نازك میتوان استفاده نمود. برای جوشکاری GTAW اغلب رگولاتورها را با فلومتر مورد استفاده قرار میدهند زیرا که مقدار جریان گاز محافظ بسیار حساس است.

هنگام جوشکاری در وضعیت تخت گاز هیلیم سبك بیشتر از گاز آرگن سنگین مورد نیاز است در صورتیکه هنگام جوشکاری سقفی از جریان گاز هیلیم کمتری نسبت به گاز آرگن استفاده میشود زیرا که گاز هیلیم سبك است و بطرف بالا صعود میکند بعلاوه مقدار گاز محافظ ضمن جوشکاری و تجربه بدست میاید بدین معنی که پس از پایان جوشکاری نباید هیچگونه تغییر رنگی در سطح جوش و الکترود تنگستن مشاهده گردد. و نوع گاز محافظ مورد استفاده در مقدار عمق و نفوذ و شکل جوش تأثیر فراوان دارد زیرا که مقدار یونیزه شدن گازهای آرگن و هیلیم در قوس الکتریکی متفاوت هستند و نیز یون ها مقدار انرژی حرارتی متفاوتی بوجود میاورند وقتیکه الکترون از دست رفته خود را مجدداً بدست میاورند. بنابراین لازم است علاوه بر اینکه مقدار شدت جریان تنظیم گردد به نوع گاز مصرفی و مقدار آن هم توجه شود که از چه نوع گازی باید استفاده کرد و چه مقدار. در جوشکاری برخی قطعات حساس لازم است از یك محافظ بعنوان پشت بند استفاده شود در اینصورت ممکن است از گاز بارگولاتورهای متفاوت و یاحتی از دو گاز متفاوت استفاده نمود.

گاز محافظ را بعضی مواقع بوسیله شلنگی که به کلاهك متصل است در پشت قسمت جوشکاری در امتداد جوشکاری حرکت میدهند. و این روش را بخصوص برای جوشکاری

تیتانیم که در مقابل اکسیده شدن بسیار حساس است (تمایل شدید به اکسیده شدن دارد) مورد استفاده قرار میدهند.

گاهی لبه قطعات مورد جوشکاری را بطریقه پیچکی آماده میکنند که این نوع لبه قطعه‌کار خود بعنوان کانال هدایت کننده گاز محسوب میگردد و تحت عنوان پشت بند عمل میکند و لبه قطعات مورد جوشکاری را محافظت مینماید. روش دیگر استفاده از قطعات باریك فولاد زنگ نزن بعنوان پشت بند میباشد و این روش در جوشکاری قطعاتیکه از گاز بعنوان پشت بند نمیتوان استفاده کرد مناسب میباشد.

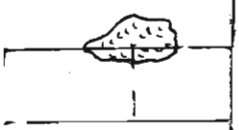
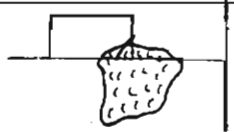
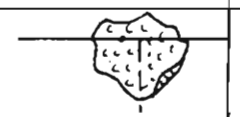
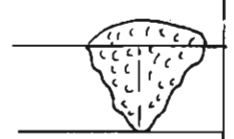
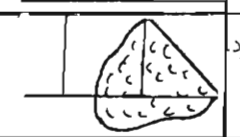
**اشکالات و رفع آنها**

| اشکال | علت | رفع اشکال |
|---|---|---|
| جریان خروجی کم و زیاد است | سیم‌پیچی اولیه روی صفحه اتصالات بطور غلط به ولتاژ اولیه وصل شده است. | صفحه اتصالات را از نقطه‌نظر اتصال صحیح سیم‌پیچی ولتاژ اولیه بررسی نمود. و با استفاده از دیاگرام کاتالوگ آنرا وصل نمائید. |
| شدت جریان نامنظم | انتخاب غلط قطب روی D.C اتصالات جوشکاری محکم نیست (اتصال کابل‌ها محکم نیست)۰<br>الکترود نامرغوب یا مرطوب است. | قطب را عوض کنید<br>اتصالات را بررسی و در صورت شل بودن آنها را محکم کنید. (کابل الکترود و کابل قطعه‌کار)<br>با الکترودهای مختلف امتحان کنید. |
| پروانه (فن) بطور عادی میچرخد اما ماشین جوشکاری روی A.C کار نمی‌کند. | کلید شدت جریان در وضعیت DC و HI قرار دارد.<br>کلید انتخاب قطب روی DCSP و یا DCRP قرار دارد. کابل‌های جوشکاری درست وصل نشده است. | کلید انتخاب شدت جریان را در وضعیت ACHI و یا ACLOW قرار دهید. کلید انتخاب قطب را در وضعیت AC قرار دهید. اتصال ثانویه کابلهای جوشکاری را بررسی و کابل قطعه کار و انبر را به محل دقیق خود وصل نمائید. |
| پروانه (پنکه) بطور عادی کار میکند اما ماشین جوشکاری روی D.C کار نمیکند. | کلید انتخاب شدت جریان در وضعیت AC/HI قرار دارد کلید انتخاب قطب در وضعیت AC قرار داد. کلید انتخاب قطب در وضعیت AC قرار دارد.<br>کابل‌های جوشکاری بطور صحیح وصل نشده‌اند. | کلید انتخاب شدت جریان در وضعیت DCHI و یا DCLOW قرار دهید. کلید انتخاب قطب را در وضعیت DCSP یا DCRP قرار دهید.<br>محل اتصال کابلهای قطعه‌کار و الکترودگیر را کنترل نمائید. |

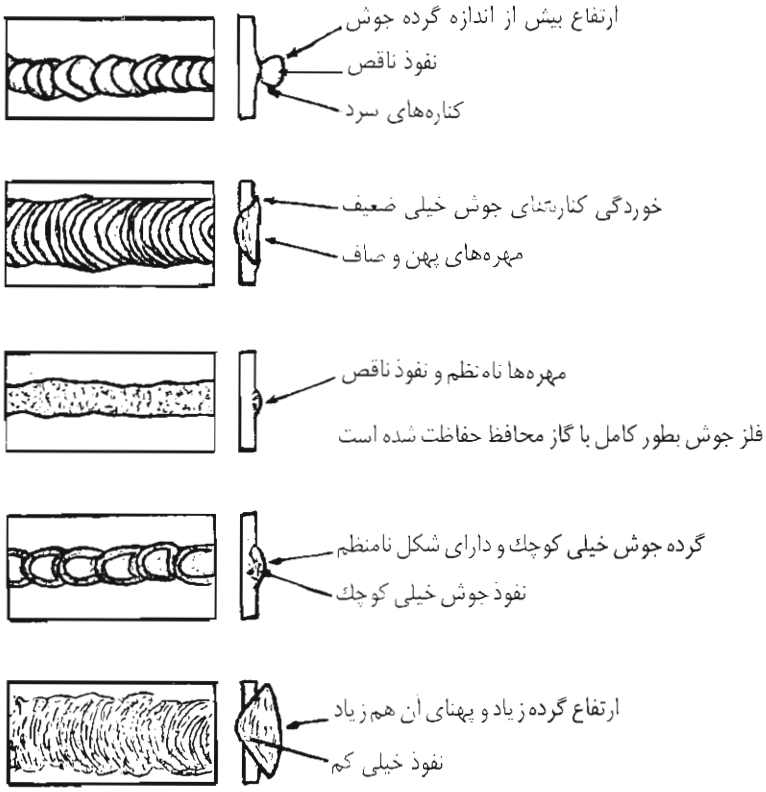
دنباله جدول ۵

| | | |
|---|---|---|
| پروانه (پنکه)آهسته کار میکند. | سیم‌پیچی اولیه روی صفحه اتصالات بطور غلط به ولتاژ اولیه وصل شده است. | صفحه اتصالات را از نقطه‌نظر اتصال صحیح سیم‌پیچی ولتاژ اولیه بررسی کنید و با استفاده از نقشه کاتالوگ آنرا وصل نمائید. |
| پروانه (پنکه) کار نمیکند | فیوز خط (مدار) قطع شده است (سوخته) کلید منبع نیرو خراب است. موتور پروانه (پنکه) نقص فنی دارد | فیوز را کنترل کنید و اگر سوخته تعویض نمائید.<br>کلید خراب است و آنرا تعویض نمائید سیم‌های مدار و موتور پروانه (پنکه) بررسی کنید اگر پروانه ازادانه بچرخد ممکن است سوخته باشد باید آنرا عوض کنید. |
| انحراف در قوس الکتریکی وجود دارد و کنترل قوس بسختی انجام میگیرد. | از الکترودیکه نسبت به مقدار توصیه شده بزرگتر است استفاده شده است | برای انتخاب صحیح الکترود از جدول استفاده کنید. |
| در ایجاد قوس الکتریکی مشکل عدم HIGH FREQUENCY (فرکانس زیاد) وجود دارد. | فاصله پلاتین‌های III تنظیم نیست. | فاصله پلاتین‌ها را بین ۰/۱۵ تا ۰/۲۵ میلیمتر تنظیم نمائید.<br>اطمینان حاصل کنید که کابل انبر الکترودگیر نزدیك هیچ گونه فلزی که در داخل زمین قرار دارد نباشد. |
| الکترود تنگستن اکسیده میشود و بعد از خاتمه جوش بصورت براق باقی نمیماند. | ـ در انبر الکترودگیر نشتی آب وجود دارد.<br>ـ اتصال شیلنگ به رگولاتور محکم نیست که موجب ورود اکسیژن به ناحیه مذاب میگردد.<br>ـ جریان گاز کافی نیست.<br>ـ سیم جوش یا قطعه‌کار کثیف است.<br>ـ گاز پس از قطع قوس خیلی سریع قطع میشود. | ـ از نقطه نظر نشتی آب کنترل و تعمیر نمائید.<br>ـ همه اتصالات گاز را بررسی و کنترل نمائید.<br>ـ مقدار جریان گاز را افزایش دهید.<br>ـ از سیم جوش یا قطعه‌کار تمیز استفاده کنید.<br>ـ مقدار جریان گاز را دقیق‌تر تنظیم نمائید. |

جدول (۵)

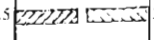
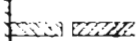
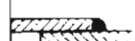
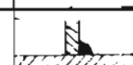
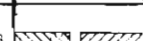
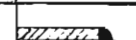
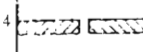
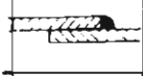
| اشکالات جوش | | علت |
|---|---|---|
| ـ ارتفاع گرده جوش زیاد.<br>ـ نفوذ ناقص<br>ـ نفوذ ناقص لبه‌های جوش. |  | شدت جریان خیلی کم |
| ـ گرده جوش خیلی پهن و مسطح<br>ـ خوردگی کناره‌های جوش.<br>ـ سوختگی جوش. | | شدت جریان خیلی زیاد |
| ـ گرده جوش خیلی کوچك<br>ـ نفوذ ناکافی | | سرعت جوشکاری خیلی زیاد |
| ـ مهره‌های جوش خیلی پهن<br>ـ گرده جوش زیاد<br>ـ نفوذ خیلی زیاد | | سرعت جوشکاری خیلی کم |
| ـ خوردگی کناره‌های جوش.<br>ـ تقویت جوش کم<br>ـ نفوذ ناقص |  | شدت جریان خیلی زیاد و عدم صحیح تغذیه سیم جوش. |
| ـ نفوذ ناقص<br>ـ ذوب ناقص |  | آماده‌سازی غلط لبه‌های قطعه‌کار شدت جریان خیلی کم |
| نتیجه | | علت |
| ـ ارتفاع خوب و کافی<br>ـ ظاهر خوب و زیبا<br>ـ نفوذ کافی<br>ـ ذوب کامل لبه‌ها |  | ـ بکارگیری تکنیك صحیح<br>ـ تنظیم صحیح شدت جریان |
| ـ خوردگی کناره‌های جوش وجود ندارد.<br>ـ ساق جوش برابر ضخامت قطعه‌کار<br>ـ مهره‌های جوش کمی محدب |  | ـ استفاده از تکنیك صحیح جوشکاری<br>ـ تنظیم صحیح شدت جریان |
| ترك خوردگی جوش | | ۱ـ عدم انتخاب صحیح سیم جوش بر اساس قطعه‌کار<br>۲ـ خنك کردن سر پیچ قطعه‌کار<br>۳ـ شروع جوشکاری از روی خال جوش<br>۴ـ عدم پر شدن چاله جوش<br>۵ـ مهار کردن خیلی محکم قطعه‌کار |

**جدول (۶)**

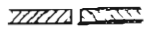
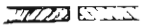
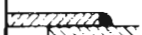
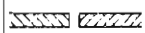
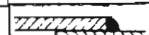
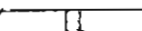
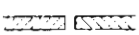
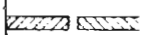
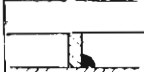
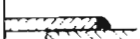
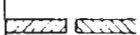
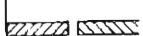



شکل(۱۳)

| تعداد پاس‌ها | آرگن لیتر /در دقیقه | سرعت جوش‌کاری به میلیمتر | قطرسیم جوش به میلیمتر | قطر الکترود به میلیمتر | شدت جریان (آمپر) | | | نوع اتصال | فولادزنگ‌نزن یا Stainless Steel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | سقفی | عمودی | افقی | | |
| 1 | 3 | 300–350 | – | 1 | 13–22 | 14–23 | 15–25 | | 0.6 |
| 1 | 3 | 300–350 | – | 1 | 13–27 | 14–28 | 15–30 | | 0.8 |
| 1 | 4 | 250–300 | 1 | 1 | 22–54 | 23–55 | 25–60 | | 1 |
| 1 | 4 | 250–300 | 1 | 1 | 54 | 55 | 60 | | |
| 1 | 4 | 250–300 | 1 | 1 | 36 | 37 | 40 | | |
| 1 | 4 | 250–300 | 1.5 | 1 | 50 | 51 | 55 | | |

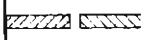
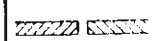
| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.5 |  | 25–60 | 23–55 | 22–54 | 1 | 1.5 | 250–300 | 4 | 1 |
| | | 95 | 90 | 85 | 1 | 1.5 | 250–300 | 4 | 1 |
| | | 60 | 55 | 55 | 1 | 1.5 | 250–300 | 4 | 1 |
| | | 90 | 85 | 80 | 1 | 2 | 250–300 | 4 | 1 |
| 2 |  | 80–110 | 75–100 | 70–100 | 1.5–2 | 1.5–2 | 175–225 | 4 | 1 |
| |  | 110 | 100 | 100 | 1.5–2 | 1.5 | 175–225 | 4 | 1 |
| | | 80 | 75 | 70 | 1.5–2 | 1.5 | 175–225 | 4 | 1 |
| |  | 105 | 98 | 95 | 1.5–2 | 2 | 175–225 | 4 | 1 |
| 3 |  | 120–200 | 110–185 | 110–180 | 2–3 | 2 | 125–175 | 5 | 1 |
| |  | 130 | 120 | 115 | 2–3 | 2 | 125–175 | 5 | 1 |
| | | 110 | 100 | 100 | 2–3 | 2 | 125–175 | 5 | 1 |
| | | 125 | 115 | 110 | 2–3 | 3 | 125–175 | 5 | 1 |
| 4 | | 120–200 | 110–185 | 110–180 | 2 | 3 | 100–150 | 5 | 1 |
| |  | 160 | 170 | 165 | 2 | 2 | 100–150 | 5 | 1 |
| |  | 180 | 165 | 160 | 2 | 2 | 100–150 | 5 | 1 |
| 5 | | 150–250 | 140–230 | 135–225 | 2–3 | 3–4 | | 5 | 1 |

**جدول (۷)**

| تعداد پاس‌ها | آرگن لیتر/دقیقه | سرعت جوشکاری میلیمتر در/ دقیقه | قطر سیم جوش | قطر الکترود | شدت جریان جوشکاری A در وضعیت افقی | مس و آلیاژهای آن | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | نوع اتصال | ضخامت قطعه کار به میلیمتر |
| 1 | 4 | | – | 1.6 | 60–70 |  | 0.5 |
| 1 | 6 | 300 | 1–1.6 | 1.6 | 90–100 |  | 1.0 |
| 1 | 7 | 300 | 1–1.6 | 1.6 | 100–115 |  | |
| 1 | 7 | 300 | 1–1.6 | 1.6 | 100–115 | | |
| 1 | 7 | 280 | 1.6 | 1.6–2.4 | 110–125 |  | 1.5 |
| 1 | 7 | 250 | 1.6 | 1.6–2.4 | 130–145 |  | |
| 1 | 7 | 250 | 1.6 | 1.6–2.4 | 130–145 |  | |
| 1 | 7 | 280 | 1.6 | 1.6 | 115–130 |  | 2.0 |
| 1 | 7 | 280 | 2.4 | 2.4 | 135–150 |  | 2.5 |
| 1 | 7 | 250 | 2.4 | 2.4 | 140–160 |  | |
| 1 | 7 | 260 | 2.4–3.2 | 2.4–3.2 | 170–200 |  | 3.0 |
| 1 | 7 | 225 | 2.4–3.2 | 2.4–3.2 | 190–220 |  | |
| 1 | 7 | 225 | 2.4–3.2 | 2.4–3.2 | 190–220 |  | |
| 1 | 7 | 250 | 3.2 | 3.2 | 200–220 |  | 4.0 |
| 1 | 7 | 250 | 3.2 | 3.2 | 190–225 |  | 5.0 |
| 1 | 7 | 200 | 3.2 | 3.2 | 205–250 | | |
| preheatin 150°–200°C | 7 | 200 | 3.2 | 3.2 | 205–250 | | |

پیش گرمائی ۱۵۰ تا ۲۰۰

**جدول (۸)**

| تعداد پاس‌ها | جریان گاز آرگن برحسب لیتر در دقیقه | قطر سیم جوش به میلیمتر | قطر الکترود به میلیمتر | شدت جریان در وضعیت افقی در حالت قائم | منیزیم و آلیاژهای آن | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | نوع اتصال | ضخامت قطعه کار به میلیمتر |
| 1 | 5 | 1.6–2.4 | 1.2 | 35–50 | | 1.0 |
| 1 | 5 | 1.6–2.4 | 1.2 | 35–50 | | |
| 1 | 5 | 1.6–2.4 | 1.2 | 20–30 |  | |
| 1 | 6 | 1.6–2.4 | 1.6 | 55–65 | | 1.5 |
| 1 | 6 | 1.6–2.4 | 1.6 | 55–65 | | |
| 1 | 6 | 1.6–2.4 | 1.6 | 30–40 |  | |
| 1 | 6 | 2.4–3.2 | 1.6 | 70–90 | | 0.2 |
| 1 | 6 | 2.4–3.2 | 1.6 | 70–90 | | |
| 1 | 6 | 2.4–3.2 | 1.6 | 45–55 | | |
| 1 | 7 | 2.4–3.2 | 2.4 | 60–80 | | 2.5 |
| 1 | 7 | 2.4–3.2 | 2.4 | 100–120 | | 3.0 |
| 1 | 7 | 2.4–3.2 | 2.4 | 100–120 | | |
| 1 | 8 | 2.4–3.2 | 2.4 | 75–95 |  | |
| 1 | 8 | 3.2–4.0 | 2.4 | 110–130 | | 4.0 |
| 2 | 8 | 3.2–4.0 | 2.4 | 70–80 | | |
| 1 | 8 | 3.2–4.0 | 2.4 | 90–110 | | |
| 1 | 9 | 3.2–4.0 | 3.2 | 110–120 | | 6.0 |
| 2 | 9 | 3.2–4.0 | 3.2 | 80–90 | | |

جدول (۹)

**تمرین عملی شماره ۱**

**گرده سازی**

قطعات مورد نیاز جوشکاری: صفحه آلومینیومی بابعاد (۱۵۰ × ۱۰۰ × ۶) میلیمتر از نوع ۶-۶۰۱۶ و یا ۵۰۵۲

نوع سیم جوش: به قطر ۲/۵ از نوع ۴۰۴۳ تا ۵۳۵۶

تنظیم ماشین: AC/HF (Continuous)

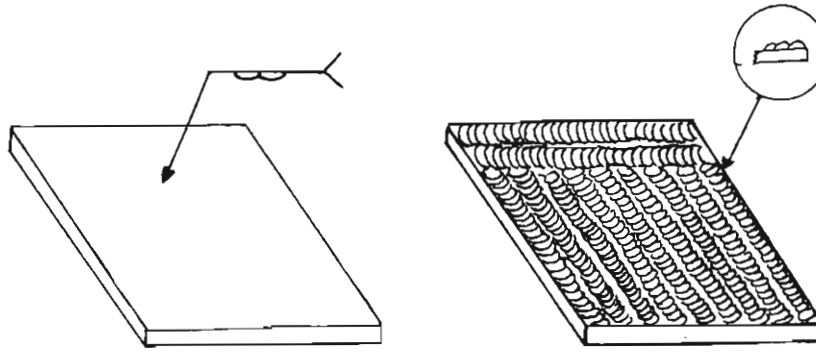
مقدار جریان گاز: ۱۵ فوت مکعب در ساعت

**روش اجراء:**

۱ ـ بوسیله برس سیمی سطح اکسیده قطعه کار مورد جوشکاری را از بین ببرید.

۲ ـ یك گرده در امتداد طولی قطعه کار (مطابق تصویر زیر) ایجاد نموده وگرده‌های دیگری بموازات همدیگر ایجاد کنید.

۳ ـ سطح قطعه را بطور کامل بپوشانید. پس از سرد شدن مجدداً در امتداعرض قطعه‌گرده‌هائی ایجاد نمائید.



(شکل ۱۴)

**بازرسی جوش:**

۱ ـ پهنای جوش باید حدود ۱۰ میلیمتر و مهره‌ها باید در تمام طول گرده دارای یك اندازه از نقطه نظر ارتفاع و پهنا باشد.

۲ ـ سطح گرده باید براق بوده و هیچگونه آلودگی و تخخل نداشته باشد.

**تمرین عملی شماره ۲**

قطعات مورد نیاز جوشکاری: دو قطعه آلومینیوم بابعاد (۱۵۰ × ۵۰ × ۳) میلیمتر و دو قطعه بابعاد (۱۵۰ × ۵۰ × ۱/۵) میلیمتر از نوع (۵۰۵۲)

انتخاب سیم جوش: بقطرهای ۲/۴ و ۱/۵ از انواع ۴۰۴۳ یا ۵۳۵۶

تنظیم ماشین: AC/HF (Continuous)

مقدار جریان گاز: ۱۵ فوت مکعب در ساعت

قطر الکترودها: ۲/۴ و ۳ میلیمتری

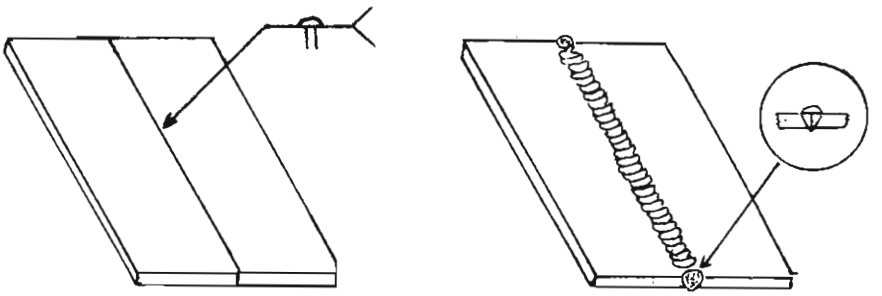
**روش اجراء:**

۱ ـ توسط برس سیمی لبه اکسید قطعات مورد جوشکاری را کاملاً تمیز کنید.

۲ ـ دو انتهای قطعات را خال جوش بزنید و در قطعات نازك برای جلوگیری از پیچیدگی چند خال جوش بیشتر بزنید و مطابق تصویر هیچگونه فاصله‌ای بین آنها قرار ندهید.

۳ ـ از یك طرف خال جوش جوشکاری را آغاز نموده و بدون انقطاع بپایان ببرید.

پس از تمرین‌های متوالی باید نفوذ در طرف دیگر قطعه کار هم ایجاد شود.



شکل(۱۵)

**بازرسی جوش:**

۱ ـ مهره‌های جوش باید در تمام طول خط جوش یکنواخت بوده و مهره‌ها دارای فرم منظمی باشند.

۲ ـ نفوذ جوش در تمام طول خط جوش ادامه داشته باشد.

**تمرین عملی شماره ۳**

قطعات مورد نیاز جوشکاری: دو قطعه آلومینیوم بابعاد (۱۵۰ × ۵۰ × ۳) میلیمتر و دو قطعه بابعاد (۱۵۰ × ۵۰ × ۱/۶) میلیمتر از نوع (۵۰۵۲)

انتخاب سیم جوش: بقطرهای ۲/۴ و ۱/۶ از نوع ۴۰۴۳ و ۵۳۵۶

تنظیم ماشین: AC/HF (Continuous)

مقدار گاز: ۱۵ CFH و شماره شعله‌یوش ۶

قطر الکترود تنگستن: برای قطعات ضخیم ۲/۴ و برای قطعات نازك ۱/۶ میلیمتر

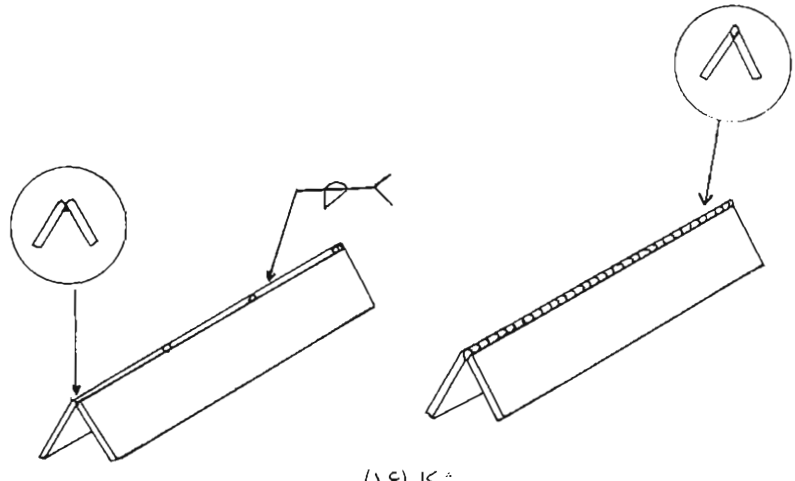
**روش جوشکاری:**

۱ ـ سطح اکسیده قطعات مورد جوشکاری را با برس سیمی بطور کامل پاك کنید.

۲ ـ (مطابق تصاویر) در دو انتهای قطعه کار خال جوش بزنید و برای جلوگیری از پیچیدگی چند خال جوش بیشتر بزنید.

۳ ـ یك پاس بدون قطع قوس در طول خط جوش، جوشکاری کنید.

۴ ـ نفوذ جوش باید در طرف دیگر خط جوش بطور کامل مثل یك خط جوش باریك ایجاد شده باشد.



شکل(۱۶)

**بازرسی جوش:**

۱ ـ مهره‌های جوش باید صاف و منظم باشد.

۲ ـ ارتفاع جوش باید باندازه‌ای باشد که شعاع گرده برابر ضخامت قطعه کار گردد.

**تمرین عملی شماره ۴**

**جوشکاری لبه روی لبه**

مواد مورد نیاز جوشکاری: سه قطعه آلومینیوم از نوع (۵۰۵۲) بابعاد (۱۵۰ × ۵۰ × ۳) میلیمتر، سه قطعه آلومینیوم از نوع فوق بابعاد (۱۵۰ × ۵۰ × ۱/۶) میلیمتر

تنظیم ماشین جوشکاری:

نوع جریان: AC/HF و Continuous

مقدار جریان گاز: CFH ۱۵ و شماره شعله‌پوش ۶

قطر الکترود تنگستن: ۲/۴ برای قطعات ضخیم و ۱/۶ برای قطعات نازك، جنس الکترود تنگستن: تنگستن خالص یا زیرکونیم‌دار

**روش جوشکاری:**

۱ ـ توسط برس سیمی سطح اکسیده قطعات را از بین ببرید.

۲ ـ قطعات را بهمدیگر مطابق تصویر خال جوش بزنید بطوریکه قطعات ۱/۶ به ۱/۶ و ۳ میلیمتری به ۳ میلیمتر و ۱/۶ میلیمتر به ۳ میلیمتری.

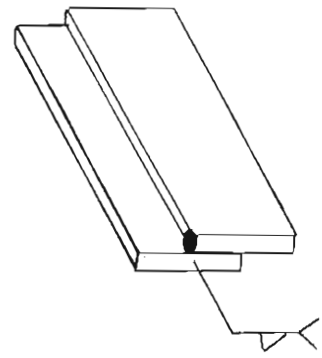
۳ ـ بدون قطع قوس در امتداد درز قطعات گرده جوش ایجاد کنید.

**بازرسی جوش:**

۱ ـ مهره‌های جوش باید منظم و موجدار باشد.

۲ ـ هیچگونه برجستگی اضافی نباید روی لبه بالائی وجود داشته باشد.

۳ ـ هیچگونه سوختگی از طرف دیگر قطعه نباید مشاهده گردد و فقط علامت حرارت روی قطعه بیانگر نفوذ کافی خواهد بود.



شکل(۱۷)

**تمرین عملی شماره ۵**

**اتصال سپری**

قطعات مورد نیاز جوشکاری: سه قطعه آلومینیوم از نوع (۵۰۵۲) بابعاد (۱۵۰ × ۵۰ × ۳) و سه قطعه بابعاد (۱۵۰ × ۵۰ × ۱/۶)

انتخاب سیم جوش: سیم جوش آلومینیومی بقطرهای ۲/۴ و ۱/۶ از نوع (۴۰۴۳ و ۵۳۵۶)

تنظیم ماشین:

نوع جریان برق: (Continuous) AC/HF

مقدار جریان گاز: ۱۵ فوت مکعب در ساعت شماره شعله‌پوش ۶

قطر الکترود تنگستن: بقطرهای ۲/۴ برای قطعات ضخیم و ۱/۶ برای جوشکاری قطعات نازک.

**روش جوشکاری:**

۱ ـ سطوح قطعات را بمنظور از بین بردن لایه اکسیده برس سیمی بکشید

۲ ـ قطعات را (مطابق تصویر زیر) خال جوش بزنید در قطعات نازک‌تر چند خال جوش بیشتر بزنید بطوریکه قطعه ۳ میلیمتری به ۳ و ۳ میلیمتر به ۱/۶ و ۱/۶ میلیمتری را به ۱/۶ خال جوش بزنید.

۳ ـ بدون قطع قوس در امتداد درز محل اتصال گرده، جوش ایجاد نمائید.

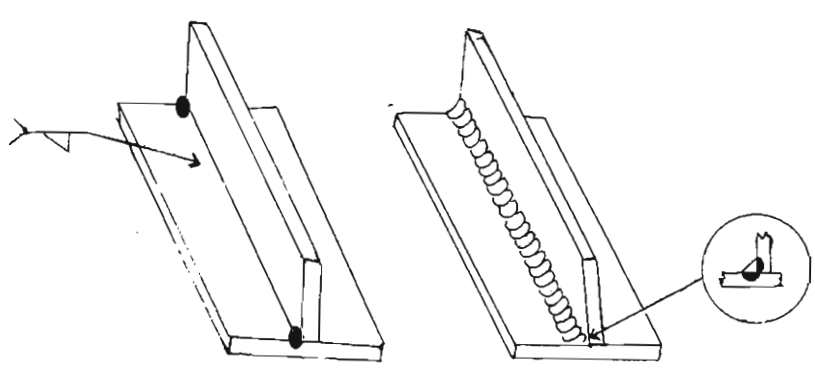
**بازرسی جوش:**

۱ ـ مهره‌های جوش باید موجدار و منظم باشند.

۲ ـ از طرف دیگر نباید هیچگونه آثار سوختگی مشاهده گردد.

۳ ـ در کناره‌های جوش نباید خوردگی وجود داشته باشد.

۴ـ حد مجاز ساق جوش برای قطعات ۳ میلیمتری ۴/۷ میلیمتر و برای قطعات ۱/۶ میلیمتری ۳ میلیمتر می‌باشد



شکل (۱۸)

**تمرین عملی شماره ۶**

**اتصال لبه به لبه (فولاد)**

قطعات مورد نیاز جوشکاری: دو قطعه فولاد کم کربن (فولاد نورد سرد cold rolled steel) بابعاد (۱۵۰ × ۵۰ × ۱/۶) میلیمتر

انتخاب سیم جوش: از نوع $\frac{E70S-2}{AWS}$ بقطر ۱/۶ میلیمتر.

تنظیم ماشین جوش:

نوع جریان برق: DCSP و HFدر وضعیت Start

مقدار جریان گاز: ۱۵ فوت مکعب در ساعت وشعله‌پوش ۶گاز ۶

قطر الکترود تنگستن: ۱/۶ میلیمتر

نوع الکترود تنگستن: تنگستن خالص یا توریم‌دار ۲٪

**روش جوشکاری:**

۱ ـ با یك حلال مناسب آلودگیهای روغنی را از سطح قطعه کار پاك کنید.

۲ ـ مطابق تصویر ذیل دو انتهای قطعات را خال جوش بزنید.

۳ ـ بدون قطع قوس در امتداد طولی درز جوش گرده جوش ایجاد کنید.

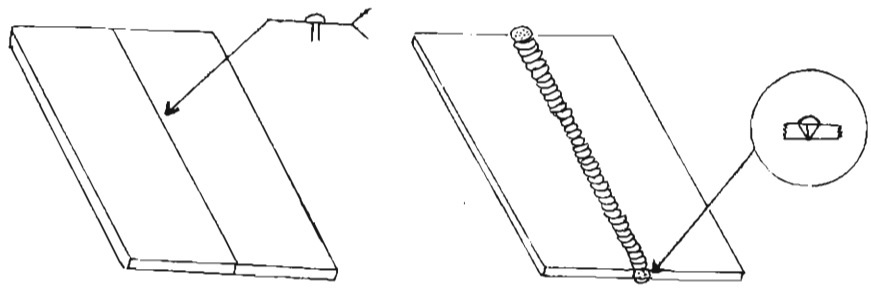
**بازرسی جوش:**

۱ ـ مهره‌ها باید منظم و موجدار باشند.

۲ ـ سطح جوش باید کمی براق بوده و هیچگونه تخلخلی در سطح جوش وجود نداشته باشد.

۳ـ در کناره‌های گرده‌جوش خوردگی وجود نداشته باشد.

۴ ـ نفوذ جوش نباید بیش از حد مجاز باشد.



شکل(۱۹)

**تمرین عملی شماره ۷**

**جوشکاری (سپری فولاد)**

قطعات مورد نیاز جوشکاری: دو قطعه فولاد کم کربن (نورد سرد) بابعاد (۱۵۰ × ۵۰ × ۳) میلیمتر

انتخاب سیم جوش: سیم جوش از نوع $\frac{E7\ 0\ S-2}{AWS}$ بقطر ۱/۶ میلیمتر

تنظیم ماشین:

نوع جریان برق: H. F. DCSP در وضعیت Start

مقدار جریان گاز: ۱۵ CFH و شماره شعله‌پوش ۶

قطر الکترود تنگستن: بقطر ۲/۴ میلیمتر

**روش جوشکاری:**

۱ ـ با یك حلال مناسب آلودگیهای روغنی را از سطوح کار تمیز کنید.

۲ ـ (مطابق تصویر) انتهای قطعه کار را خال جوش بزنید.

۳ ـ بدون قطع قوس خط جوشی کاملی در طول مسیر مورد جوشکاری ایجاد کنید.

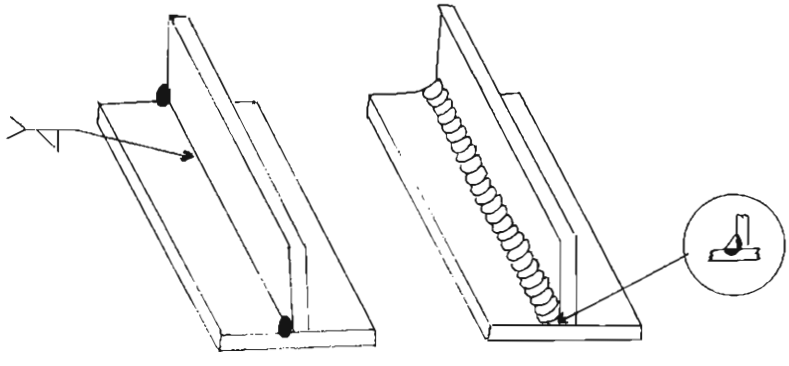
**بازرسی جوش:**

۱ ـ مهره‌های جوش باید منظم و موجدار باشد.

۲ ـ سطح جوش باید کمی براق بوده و هیچگونه تخلخلی در سطح آن وجودنداشته باشد.

۳ ـ در کناره‌های جوش نباید خوردگی وجود داشته باشد و پشت قطعه کار نباید بسوزد.

۴ ـ اندازه ساق جوش حداکثر ۴/۷ میلیمتر.



شکل (۲۰)

**تمرین عملی شماره ۸**

قطعات مورد نیاز جوشکاری: یك قطعه فولاد کم کربن (نورد سرد) بابعاد (۱۵۰×۵۰×۱/۵ میلیمتر و یك قطعه فولاد کم کربن بابعاد (۱۵۰ × ۵۰ × ۳)

انتخاب سیم جوش: سیم جوشکاری بقطر ۱/۶ از نوع $\frac{E7\ 0\ S-2}{AWS}$

تنظیم ماشین:

نوع جریان برق: DCSP و فرکانس زیاد (H. F) در وضعیت Start

مقدار جریان گاز: ۱۵ CFH و شماره نازل شعله‌پوش ۶

قطر الکترود تنگستن: ۲/۴ میلیمتر

**روش جوشکاری:**

۱ ـ بوسیله یك حلال مناسب آلودگیهای روغنی سطح قطعه کار را از بین ببرید.

۲ ـ به دو انتهای قطعه کار خال جوش بزنید.

۳ ـ گرده جوش کامل بدون قطع کردن قوس ایجاد نمائید.

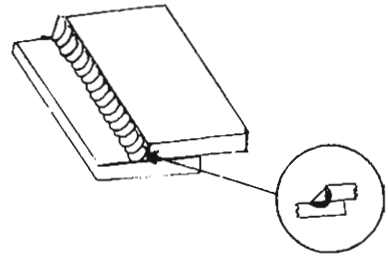
**بازرسی جوش:**

۱ ـ مهره‌های جوش باید صاف و موجدار باشد.

۲ ـ سطوح مهره‌ها باید کمی براق بوده و تخلخلی نداشته باشد.

۳ ـ در کناره‌های جوش هیچگونه خوردگی و در طرف دیگر سوختگی نداشته باشد.

۴ ـ اندازه ساق جوش باید حداکثر ۴/۷ میلیمتر باشد.



شکل(۲۱)

**تمرین شماره ۹**

**اتصال لوله به صفحه**

قطعات‌موردنیاز جوشکاری: یك قطعه‌فولادکم کربن(نورد سرد) بابعاد(۳ ×۱۰۰ × ۱۰۰) میلیمتر یك قطعه لوله بطول ۶۰ میلیمتر و قطر خارجی ۱ اینچ

انتخاب سیم جوش: $\frac{E7\ 0\ S-2}{AWS}$ و بقطر ۱/۶ میلیمتر

تنظیم ماشین جوش:

نوع جریان برق: DCSP و H. F در وضعیت Start

مقدار جریان گاز: ۱۵ CFH و شماره شعله‌پوش ۶

قطر الکترود تنگستن: ۲/۵ و از نوع ۲٪ توریم‌دار

**روش جوشکاری:**

۱ ـ با یك حلال مناسب مواد چربی روی قطعه را پاك کنید.

۲ ـ لوله را روی قطعه قرار داده و خال جوش بزنید.

۳ ـ لوله را از هر دو طرف (داخل و خارج) با طول ساق($\frac{۳}{۱۶}$)۴/۷میلیمترجوشکاری نمائید.

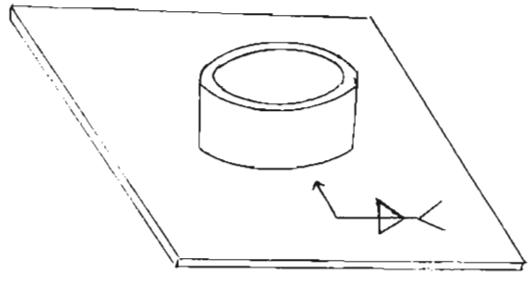
**بازرسی جوش:**

۱ ـ مهره‌ها باید صاف و دارای موجهای منظمی باشد.

۲ ـ سطوح مهره‌ها باید اندکی براق بوده و بدون تخلخل باشد.

۳ ـ کناره‌های جوش نباید خوردگی داشته باشد.

۴ ـ اندازه ساق جوش باید ۴/۷ میلیمتر باشد.



شکل(۲۲)

**تمرین عملی شماره ۱۰**

**جوشکاری لوله در حالت افقی در وضع قائم، نوع جنس فولاد پر کربن**

قطعات مورد نیاز جوشکاری: دو قطعه لوله بطول «۶ و بقطر ۶»

انتخاب سیم جوش: سیم جوش از جنس E70S – 2 بقطر ۲/۵

تنظیم ماشین جوش:

نوع جریان برق: DCSP و HFدر وضعیت Start

مقدار جریان گاز: ۱۵ CFH و شماره شعله‌پوش ۶

قطر الکترود تنگستن: ۲/۵ میلیمتر

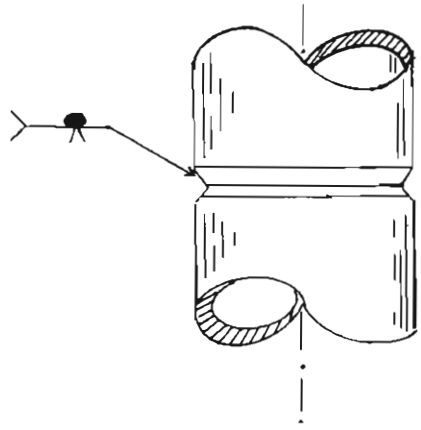
**روش جوشکاری:**

۱ ـ با یك حلال مناسب آلودگیهای روی لوله را از بین ببرید.

۲ ـ لبه قطعات را تحت زاویه ۳۷/۵ درجه پخ بزنید.

۳ ـ مطابق تصویر آنها را خال جوش بزنید.

۴ ـ ابتدا پاس ریشه را جوشکاری نموده و سپس پاسهای بعدی را جوشکاری کنید.

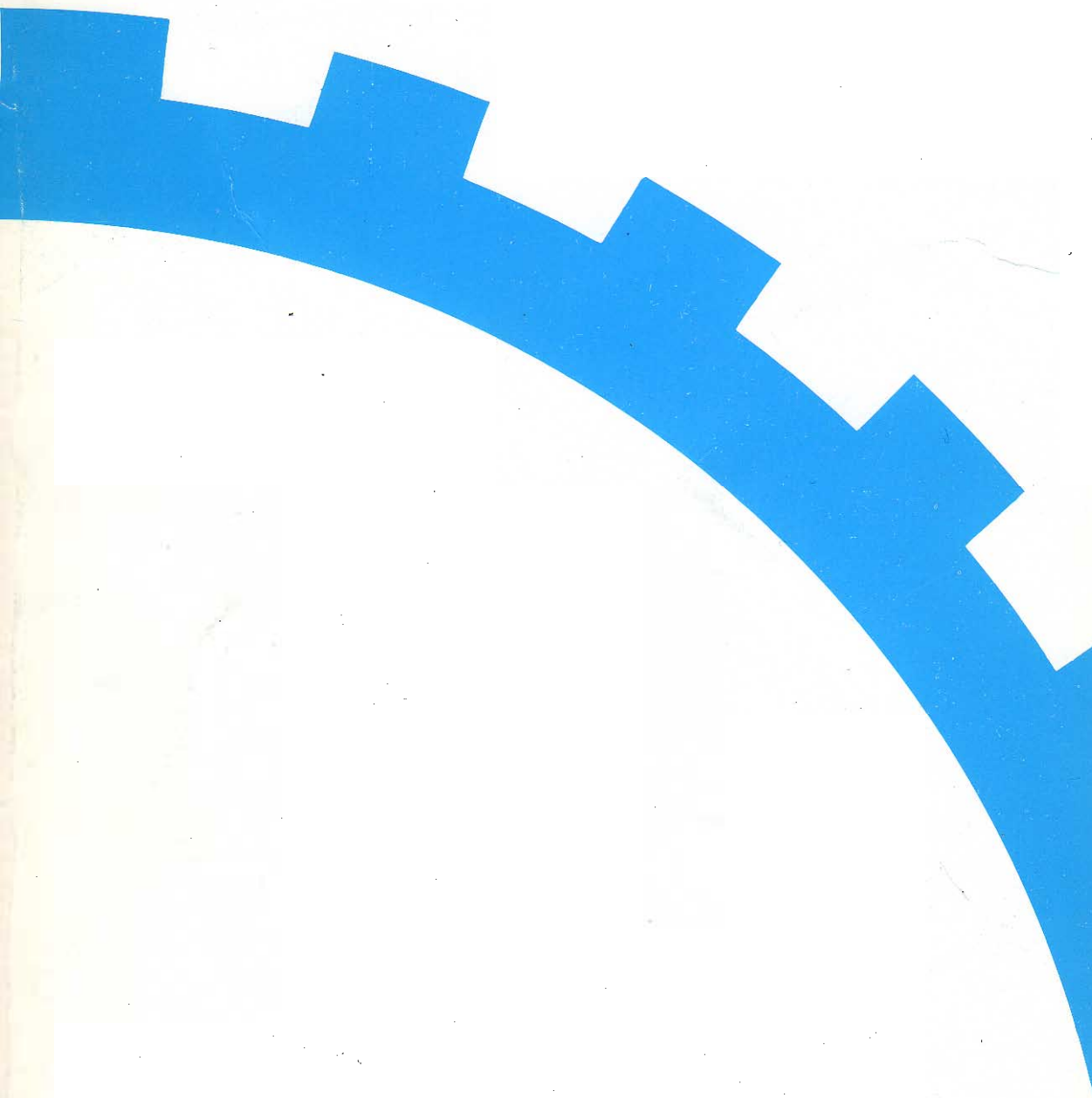


شکل(۲۳)

**بازرسی جوش:**

ریشه جوش باید دارای نفوذ کامل بوده و هیچگونه خوردگی در کناره جوش وجود نداشته ارتفاع تقویت جوش در حدود ۱/۶ میلیمتر از سطح قطعه‌کار و پهنای جوش ۳ میلیمتر پهنتر از پهنای پخ اصلی باشد

**پایان**



انتشارات مدیریت پژوهش