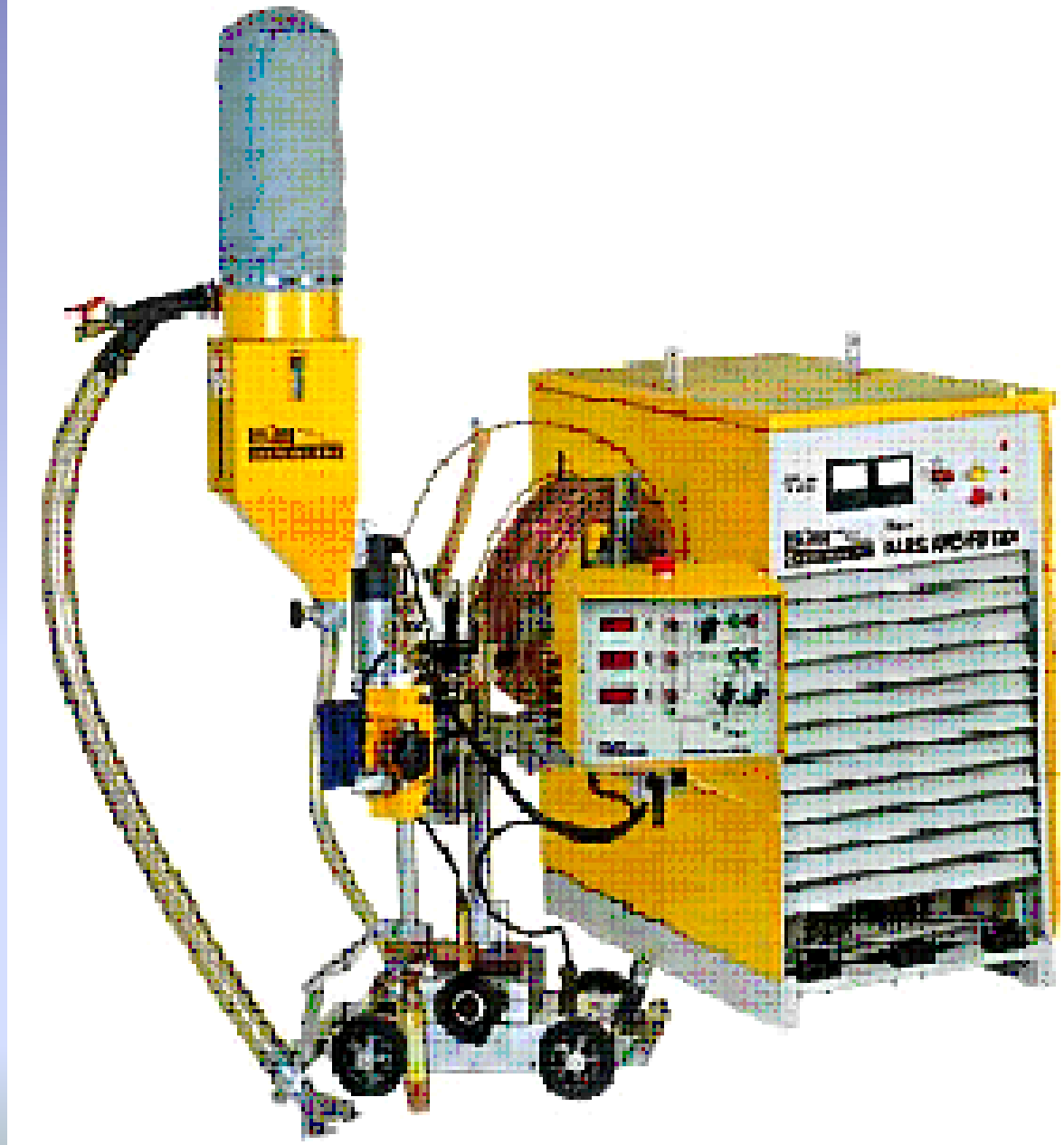
بسم الله الرحمن الرحيم

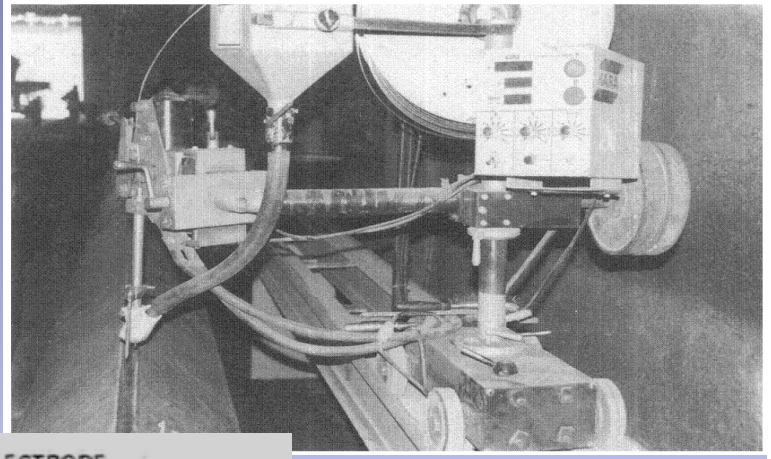
جوشکاری قوسی زیر پودری
" Submerged Arc welding"

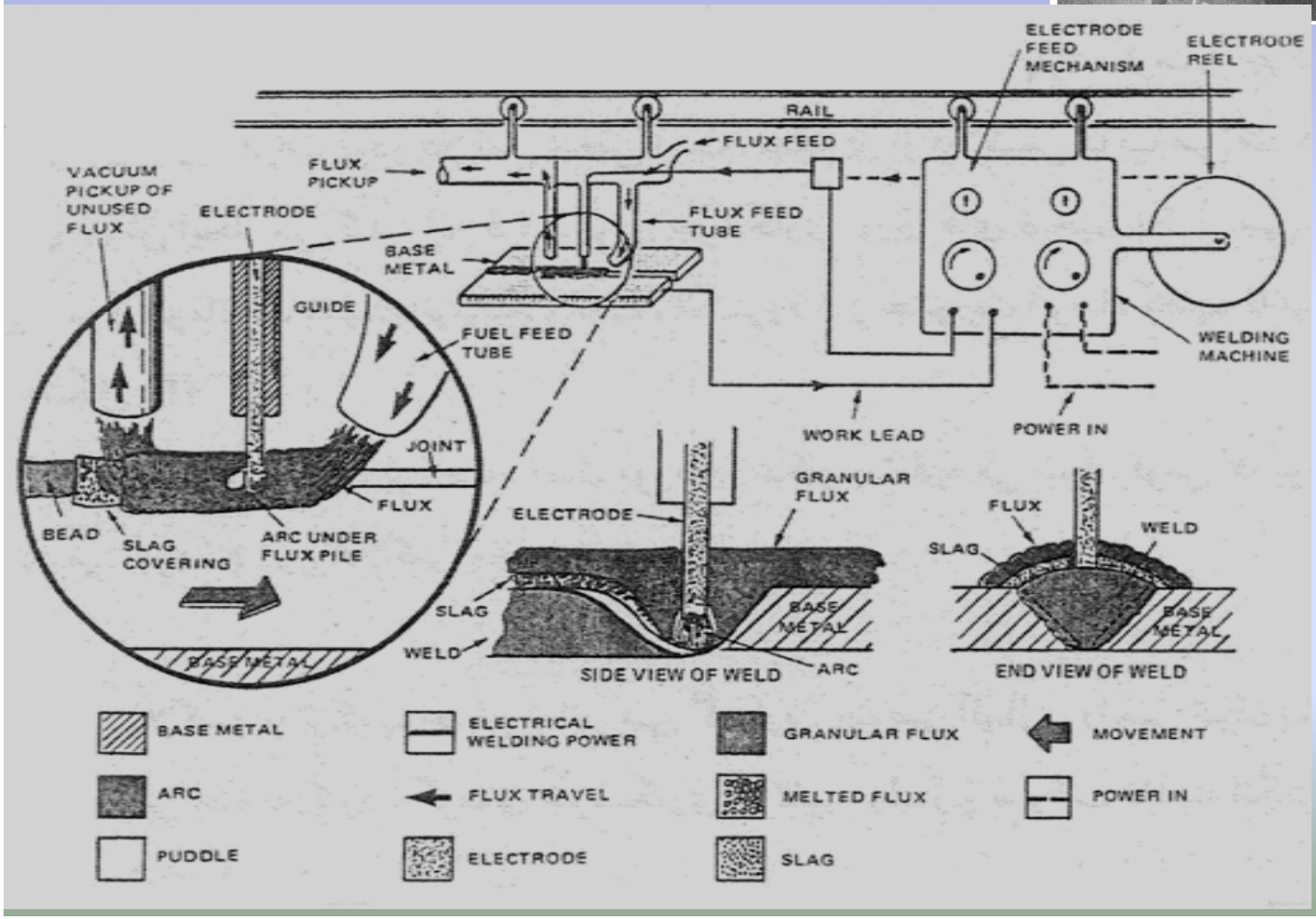
- درروش جوشکاری قوس زیر پودری،قوس ایجاد شده بین الکترود وفلز پایه گرمای جوشکاری را تأمین می کند.الکترود معمولا" از فولاد نرم (mild steel) وبشکل سیم جوش لخت بطورمکانیکی واتوماتیک،ازیک سیم پیچی پیوسته (کلاف یا قرقره) به ناحیه جوش تغذیه میشود(شکل 30-1).
- قوس وناحیه جوشکاری همواره با پوششی ازپودر،محاصره شده وهمچنین با لایه ائی ازپودر ذوب نشده (بصورت دانه ای)محافظت می گردد.پودرجوشکاری بوسیله ثقل،جدای ازسیم جوش یابلافاصله جلوی سیم جوش یا هم مرکزبا سیم جوش تغذیه شده وقوس درزیرذرات پودرمخفی می گردد.همانطور که جوشکاری ادامه می یابد، مقداری ازپودرذوب شده ویک سرباره محافظ روی جوش ایجاد می نماید (شکل 31-1).

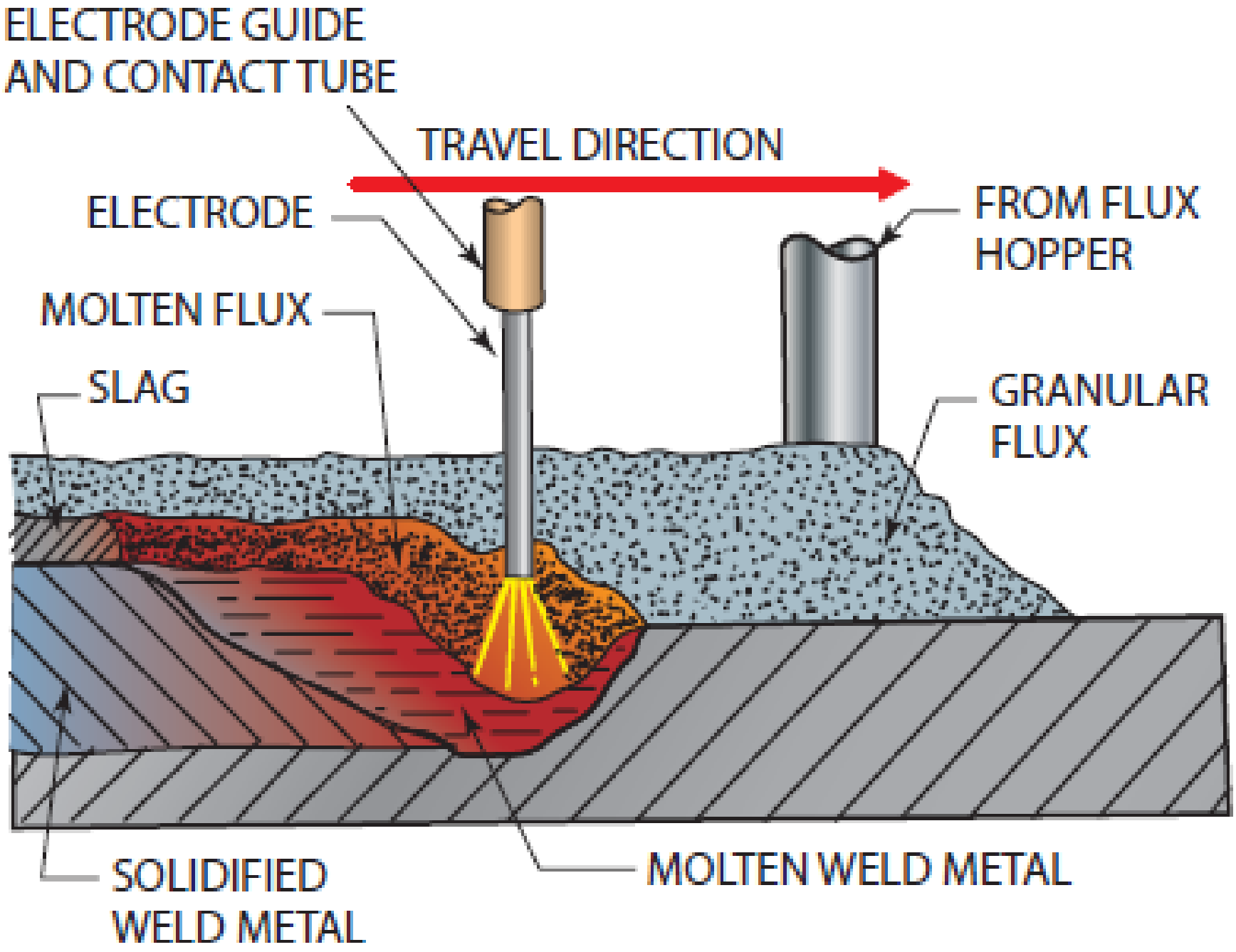


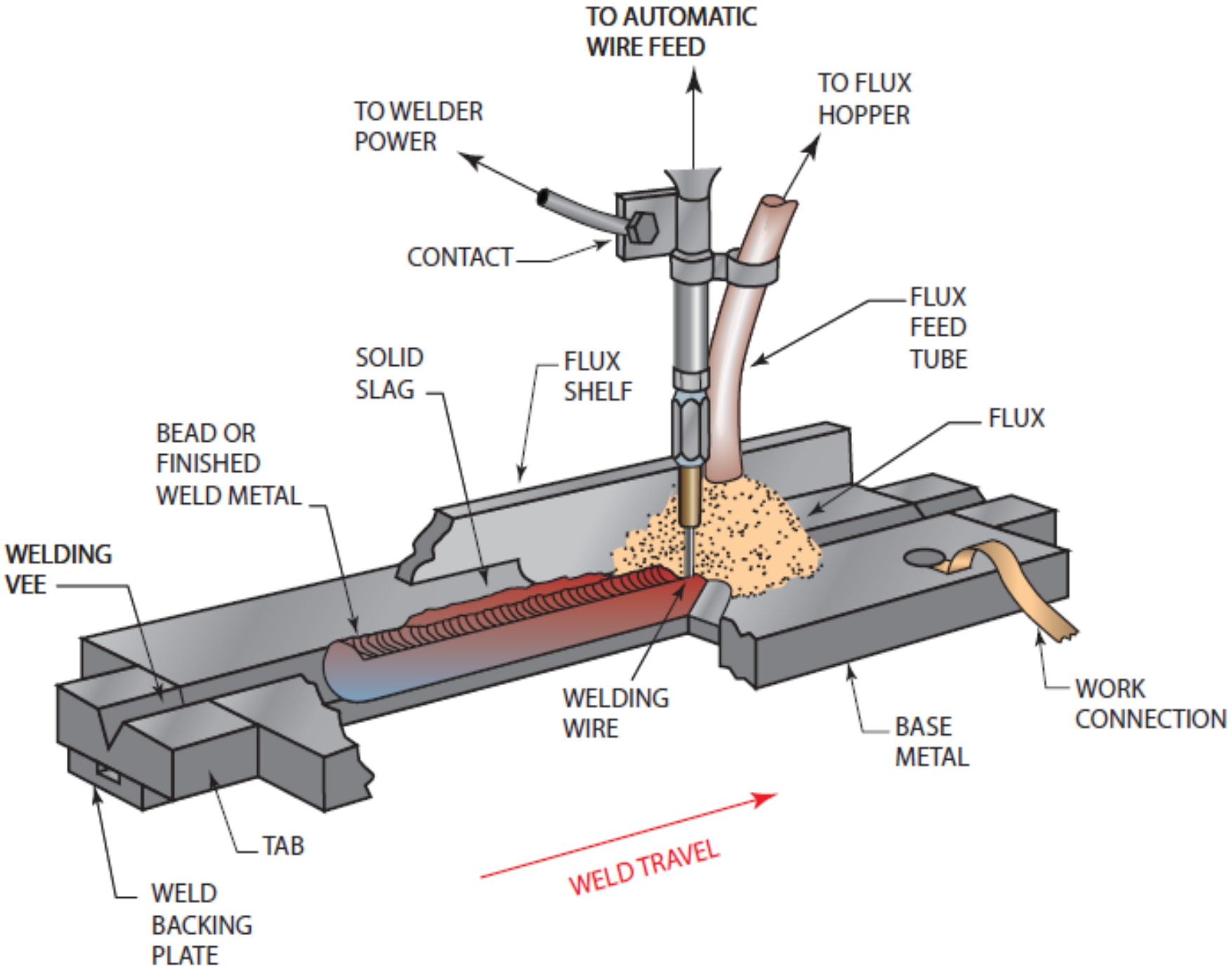
شکل(30-1): تجهیزات جوشکاری زیر پودری

شکل(1-31) : جوشکاری قوس زیر پودری SAW






ELECTRODE GUIDE
AND CONTACT TUBE
TRAVEL DIRECTION
ELECTRODE
FROM FLUX
HOPPER
MOLTEN FLUX
SLAG
GRANULAR
FLUX
SOLIDIFIED
WELD METAL
MOLTEN WELD METAL


TO AUTOMATIC
WIRE FEED
TO WELDER
POWER
TO FLUX
HOPPER
CONTACT
FLUX
FEED
TUBE
SOLID
SLAG
FLUX
SHELF
FLUX
BEAD OR
FINISHED
WELD METAL
WELDING
VEE
WELDING
WIRE
BASE
METAL
WORK
CONNECTION
TAB
WELD
BACKING
PLATE
WELD TRAVEL

خصوصیات عمده فرآیند جوشکاری قوسی

- *میزان رسوب گذاری وسرعت جوشکاری بالا است.*
- *بصورت اتوماتیک ونیمه اتوماتیک قابل استفاده است.*
- *تشعشعات قوس جوشکاری به چشم آسیب نمی رساند.*
- *براحتی می توان نوع پودرجوشکاری وسیم جوش را تغییر داد.*
- *درهمه وضعیتها قابل استفاده نیست .*
- *برای ضخامتهای بالا بسیار عالی است.*
- *شدت جریان بالا ،عمق نفوذبیشترو نیازبه آماده سازی لبه کمتر است.*
- *حساسیت به باد ووابستگی آن به مهارت جوشکار کمتر است.*
- *تجهیزات جوشکاری گرانتر،پیچیده تر و غیر قابل حمل است.*

انواع پودرهای جوشکاری قوسی زیرپودری

- انواع معمول پودرهای جوشکاری زیرپودری برحسب روش ساخت انها عبارتند از:
- *پودرهای ذوبی* ، *پودرهای چسبی* و*پودرهای مخلوط مکانیکی* . هرنوع پودر دارای خصوصیاتی است که برخواص مکانیکی وشیمیائی فلز جوش ،اجرای جوشکاری وانتقال تغییرات محیطی اثر می گذارند

- ***پودرهای ذوبی*** مخلوطهائی ازاکسیژن فلزسیلیس با مقدارکمی ازنمک HALIDE میباشند که بطورکامل ذوب شده وتشکیل یک شیشه سیلیکاتی فلزی داده اند.محصول کوره پس ازسردشدن خرد شده وبصورت ذرات باندازه مناسب برای جوشکاری درمی آید.پودرهای ذوبی به دودسته عمومی وفرعی تقسیم می گردد:

دسته 1- *سیلیکاتهای فلزات قلیائی خاکی*

دسته 2- *سیلیکاتهائی که درآن منگنزجایگزین تمام یا قسمتی ازفلزات قلیائی خاکی شده است .*

- ***پودرهای چسبی*** شامل مخلوطهای کامل اکسیدهائی با تقسیمات ریزفلزات قلیائی خاکی، منگنز،آلومینیوم ، سیلیسیوم، تیتانیوم زیرکونیوم می باشند.این مخلوطها دارای عوامل آرام کننده یا اکسیژن گیرنظیر سیلیکومنگنز،فرومنگنز،فروسیلیسیم یا آلیاژهای مشابه ومقادیر کمی ازنمکهای هالوژنه هستند.همچنین ممکن است دارای عناصرآلیاژی چه بصورت عناصرفلزی یا به صورت فروآلیاژهاباشند.این موادبا چسب مناسبی بیکدیگر چسبانده شده وطوری عمل آورده شده اندکه تشکیل دانه های سختی داده اندوعوامل متشکله بطوریکنواخت درآنها توزیع گردیده اند.
- ***پودرهای مخلوط شده مکانیکی*** ممکن است مخلوطهای مکانیکی چندین پودرذوبی وچسبی با نسبتهای متغییر،یا مخلوطهای مکانیکی مواد معدنی با تقسیمات ریزواکسیژن گیرهای فلزی درنسبتهای لازم باشند.

طبقه بندی وشناسائی سیم جوش درجوشکاری زیرپودری

- درطبقه بندی .A.W.S هر سیم جوش با یک حرف E که مقابل آن چند حرف ویا چند کد بشکل E x xx x x مشخص می گردد.
- کد اول از سمت چپ نمایانگرمقداردرصد منگنز درسیم جوش می باشد،ودرسه حالت بیان می گردد:
- حرف L برای منگنز کم (تا حداکثر 0.60%)
- حرف Mبرای منگنز متوسط (تا حداکثر1.25%)
- حرف H برای منگنز زیاد (تا حداکثر 2.25%)
- کد دوم ازسمت چپ یک عدد یک یا دورقمی است که معرف درصد اسمی کربن درسیم جوش برحسب صدم درصدمی باشد.
- کد سوم از سمت چپ ،نمایانگراین است که سیم جوش را با چه عنصری اکسیژن زدائی کرده اند.بعنوان مثال حرف k معرف آنستکه سیم جوش ازجنس فولاد کشته با سیلیکون می باشد.
- آخرین کد از سمت چپ ،نمایانگرنوع آلیاژهای موجود درسیم جوش می باشد.بعنوان مثال حرف N معرف مناسب بودن سیم جوش برای کاربردهای هسته ای است.

طبقه بندی وشناسائی پودرهای جوشکاری

- برای طبقه بندی پودرها نیز ازیک حرف F که مقابل آن سه کد به شکل F x x x قرار میگیرد،استفاده می شود.
- کد اول ازسمت چپ رقمی مانند 6، 7، 8، 9، ویا 10 میباشد که معرف حداقل مقاومت کششی جوش حاصل از پودر بر حسب 10000 پوند براینچ مربع است.(مثلا" عدد 6 یعنی حداقل مقاومت کششی جوش حاصل 60000 پوند براینچ مربع یا معادل 4200 کیلوگرم بر سانتیمترمربع)
- کد دوم از سمت چپ حرفA یا P می باشد،که معرف رفتار گرمایشی محل جوشکاری شده است.حرف A یعنی پس ازجوشکاری نیازی به گرمایش نیست وجوش دارای خواص استانداردمی باشد.حرف P یعنی پس از جوشکاری به گرمایش نیازمی باشد تا جوش به خواص مطلوب استاندارد برسد.

- کد آخرازسمت چپ ، حرف Z یا یک رقمی مانند 8،6،5،4،2،0 ویا 10 است که معرف درجه حرارت آزمایش برای بدست آوردن حداقل مقاومت ضربه ائی 20 فوت-پوند یا 27 ژول می باشد.
- حرف Z یعنی بدون خواسته های ضربه ای (دردماهای بالا مقاومت ضربه ائی اهمیتی ندارد.
- کد 0 یعنی در دمای صفردرجه فارنهایت یا 18- درجه سانتیگراد
- کد 2 یعنی دردمای 20- درجه فارنهایت یا 29- درجه سانتیگراد
- کد 4 یعنی در دمای 40- درجه فارنهایت یا 40- درجه سانتیگراد
- کد 5 یعنی در دمای 50- درجه فارنهایت یا 46- درجه سانتیگراد
- کد 6 یعنی در دمای 60- درجه فارنهایت یا 51- درجه سانتیگراد
- کد 8 یعنی در دمای 80- درجه فارنهایت یا 62- درجه سانتیگراد
- کد 10 یعنی در دمای 100- درجه فارنهایت یا 73- درجه سانتیگراد

مبنای انتخاب سیم جوش

- افزایش در صد منگنز،کربن وسیلیسیم در سیم جوش سبب افزایش عنصر مشابه در فلز جوش می گردد.
- افزایش در صد منگنزوکربن در سیم جوش ، مقاومت تسلیم ونهائی فلز جوش را افزایش می دهد.سیلیسیم اثر کمتری دارد.
- عناصر ناخواسته نظیر مس،نیکل وکرم ممکن است مقاومت کششی فلز جوش را به مقدار قابل ملاحظه ائی افزایش وقابلیت نرمی فلز جوش را کم نماید.
- سیم جوشهای دارای منگنز زیاد نظیر EH14 بخصوص وقتی با پودرهای ذوبی دسته یک بکاربرده شوند،سلامت فلزجوش را با کاهش تمایل به ترک خوردگی وتخلخل ترقی می دهند.
- سیم جوشهای دارای مقادیر زیاد سیلیسیم نظیر EL8K ، EM12K ، EM15K سیالیت ذوب وقابلیت فلز جوش را افزایش می دهد.
- عناصر نا خواسته نظیرمس، فسفرو وانادیم ممکن است حساسیت رسوب جوش را به شکنندگی ناشی از تشعشع (کاهش مقاومت ضربه ائی) ومقاوم کردن ناشی از تشعشع (افزایش مقاومت تسلیم) به مقدار قابل توجه ائی افزایش دهد.

مبنای انتخاب پودر جوشکاری

عامل موثر در این انتخاب عبارتند از:

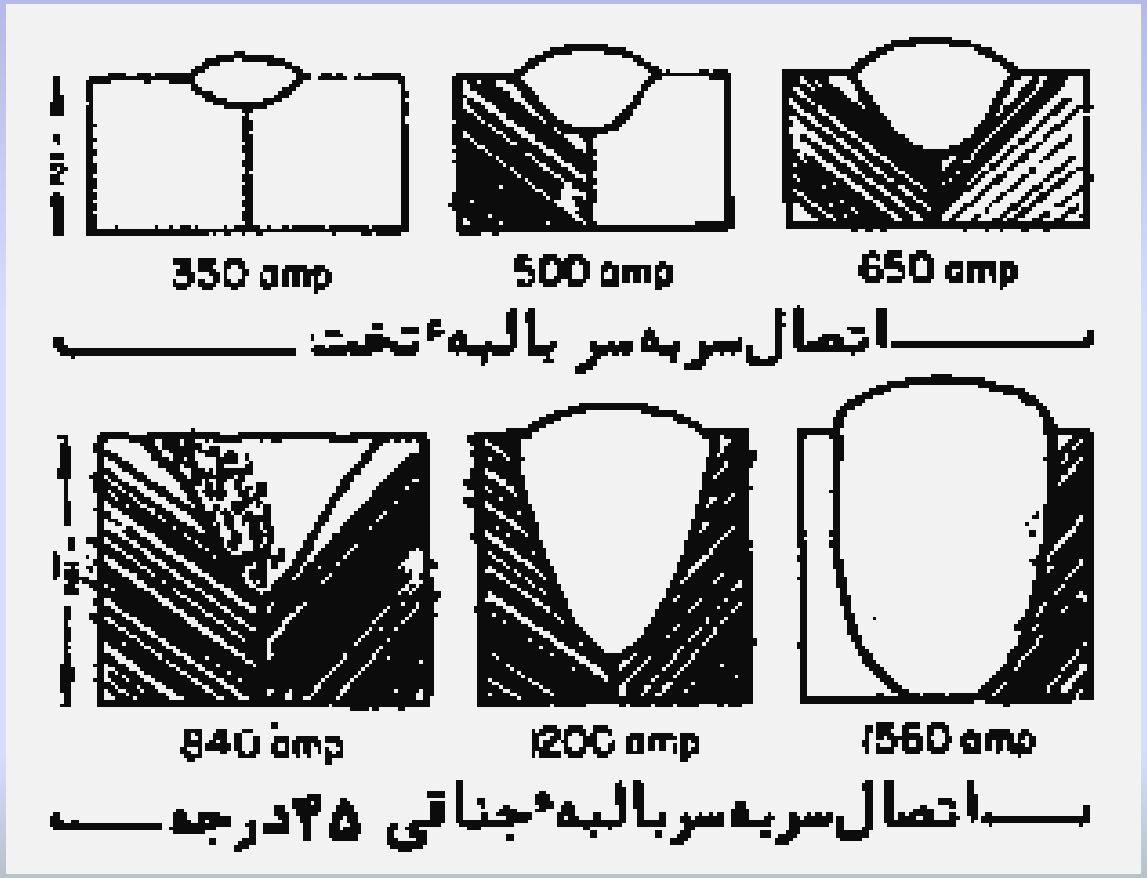
- *کنترل ترکیب شیمیائی فلز جوش*
- *کنترل چقرمگی شیاری فلز جوش*
- *توانائی جوشکاری فلزات نازک در سرعتهای زیاد*
- *توانائی تحمل شدت جریانهای سنگین در اتصالات ضخیم با یک پاس*
- *توانائی جوشکاری اتصالات دارای پوسته نوردی یا زنگ زده*
- *توانائی جوشکاری اتصالات با آماده سازی ضعیف*
- *کنترل گرده و نفوذ*
- *قابلیت جوشکاری با جریان مستقیم یا جریان متناوب در ولتاژهای مدار باز*
- *کنترل سلامت جوش و عاری بودن از ترک*
- *10*. سهولت کندن سرباره جوش

عوامل موثر برکیفیت جوش زیرپودری

- 1) شدت جریان
- 2) ولتاژ جوشکاری
- 3) سرعت پیشروی
- 4) قطرالکترود
- 5) عمق لایه فلاکس یاپودر

1) شدت جریان

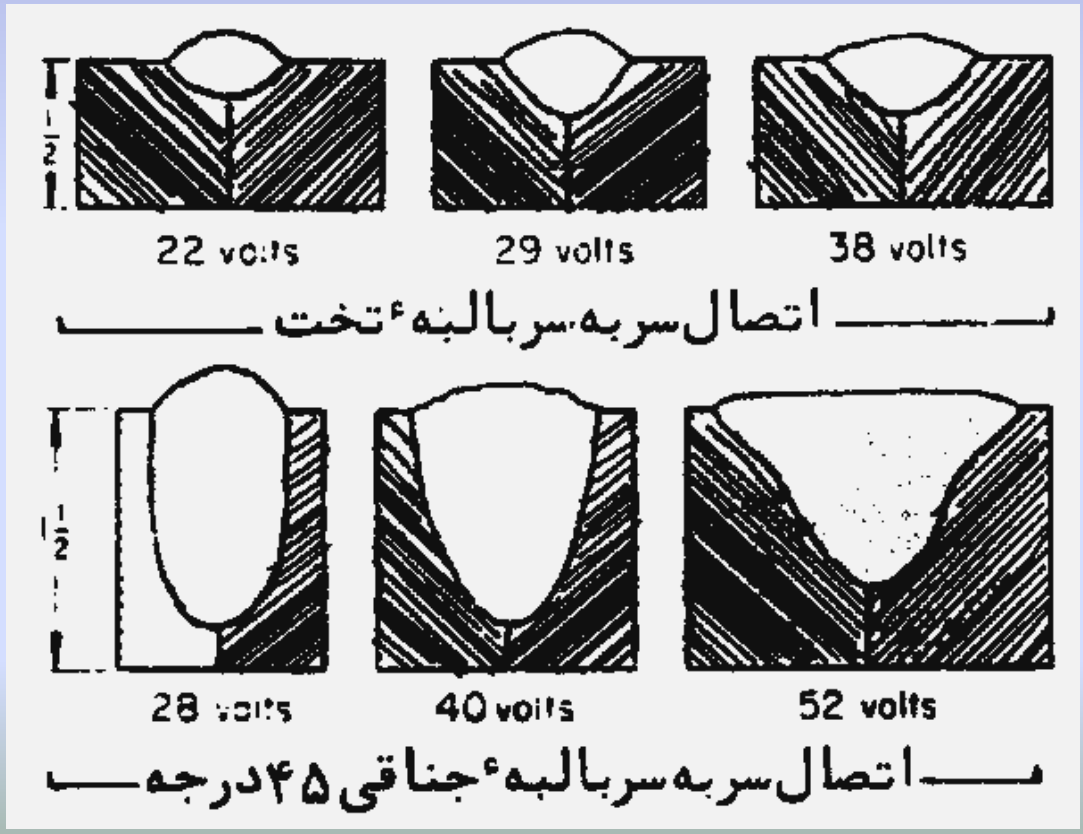
- *افزایش شدت جریان رابطه مستقیم با عمق نفوذ جوش دارد،هرچه شدت جریان کم باشد،جوش کم عمق وکم نفوذ ایجاد می شود(شکل 32-1). در جریان یکنواخت با الکترود منفی ،عمق نفوذ بیشتر از حالت الکترود مثبت است.*



شکل(32-1): اثرشدت جریان برروی عمق نفوذ

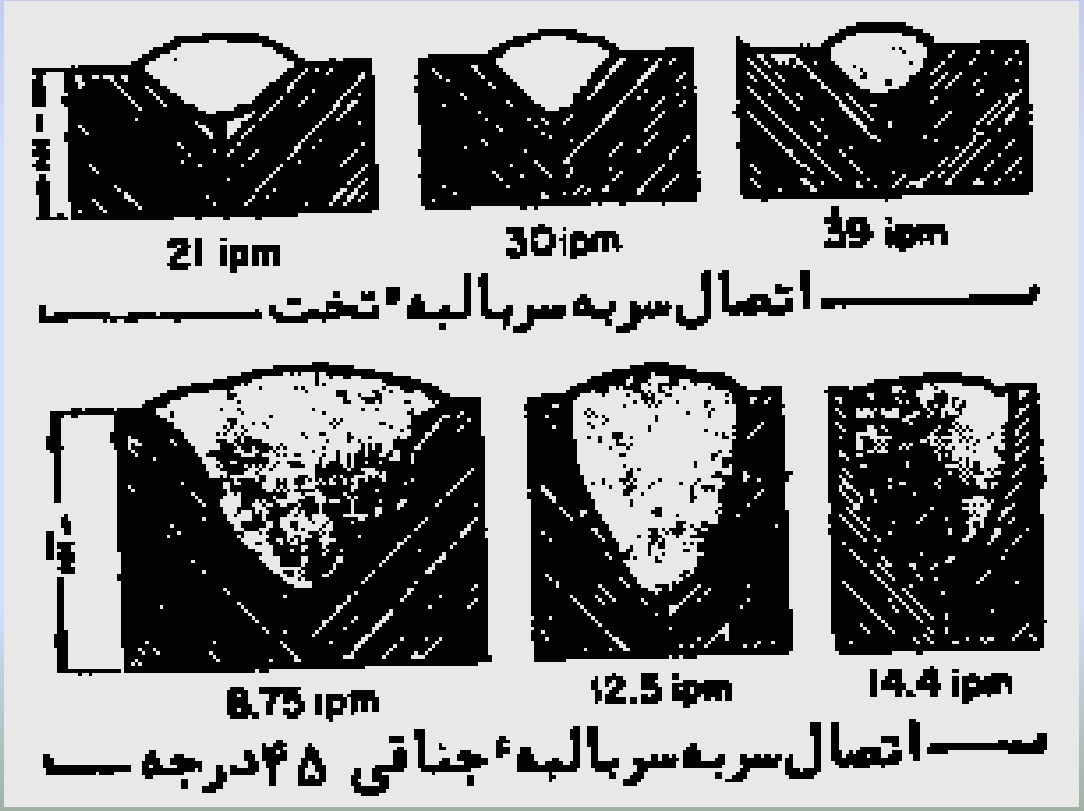
2)ولتاژ جوشکاری

- *– با افزایش ولتاژ،پهنای گرده یا باند جوش وسیعترو پخ تروهمچنین مصرف پودرجوش بیشتر می شود(شکل33-1). ولتاژزیاد که در نتیجه طول قوس بلند است باعث شکسته شدن قوس در زیر سرباره شده ومنجر به تماس هوا با مذاب وافزایش میزان ناخالصی های اکسیژن و نیتروژن (ازت) وحتی خلل وفرج در جوش می شود.*



3)سرعت پیشروی

- *– با افزایش سرعت پیشروی ،زمان تولید واحد معین گرده جوش کاهش میابد.سرعت خیلی زیاد عمل خیس کردن (آغشتگی) " Wetting action "را تقلیل داده واحتمال ایجاد بریدگی کناره جوش،احتمال وزش قوس،خلل وفرج وشکل ناموزون گرده جوش را افزایش می دهد. سرعت کم علاوه بربوجود آوردن حوضچه جوش حجیم وگاهی جاری شدن مذاب جوش به اطراف،سبب تولید جرقه ویا محبوس شدن ذرات سرباره درجوش نیز می گردد.(شکل34-1).*



- 4) ***قطرالکترود*** *– کاهش قطر الکترود موجب بالا رفتن چگالی جریان وفشار پلاسما جت وبالاخره افزایش عمق نفوذ وباریک شدن باند جوش می شود.*

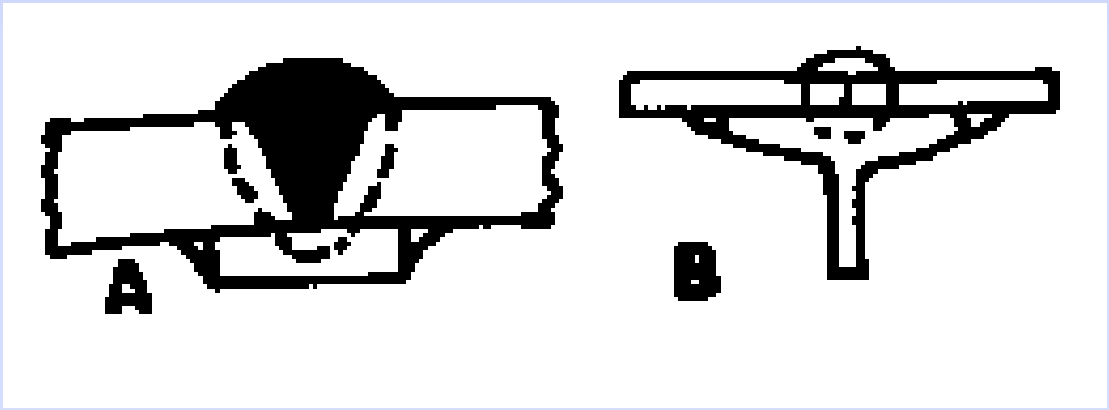
- ***5) عمق لایه فلاکس یاپودر*** *– اگر عمق لایه فلاکس کم باشد،قوس لایه سرباره مذاب را شکسته وبدون پوشش در مقابل هوا قرارمی گیرد.اگرلایه پودر خیلی عمیق باشد،گاز های حاصل از واکنش سرباره وفلزنمیتواند براحتی منطقه جوش را ترک کرده ودرنتیجه ایجاد معایبی در جوش می کند*

نکات فنی وتکنیکی درجوشکاری زیرپودری

- درجوشکاری زیر پودری بعلت شدت جریان بالا وعمق نفوذ زیاد،لزوم پخ سازی برای ورقهای با ضخامت کمتر از 8 میلیمتر با جوش یکطرفه وکمتر از 16 میلیمتر با جوش دو طرفه منتفی می گردد.ورقهای ضخیمتر تا ضخامت های 600 میلیمترمستلزم پخ سازی جناقی ولاله ای یکطرفه ودوطرفه می باشند.
- در این فرآیند حوضچه جوش حجیم وفلزمذاب روان است .دربعضی موارد که عمق نفوذ کامل لازم است برای جلوگیری از جریان یافتن فلز جوش مذاب به پشت درز جوش باید از جوش پشتی " Weld Backing " استفاده کرد.پشتی ها به صورتهای متفاوتی بکار می روند که در اسلاید بعدی به مهمترین آنها اشاره می شود

تسمه پشتی " Backing strip "

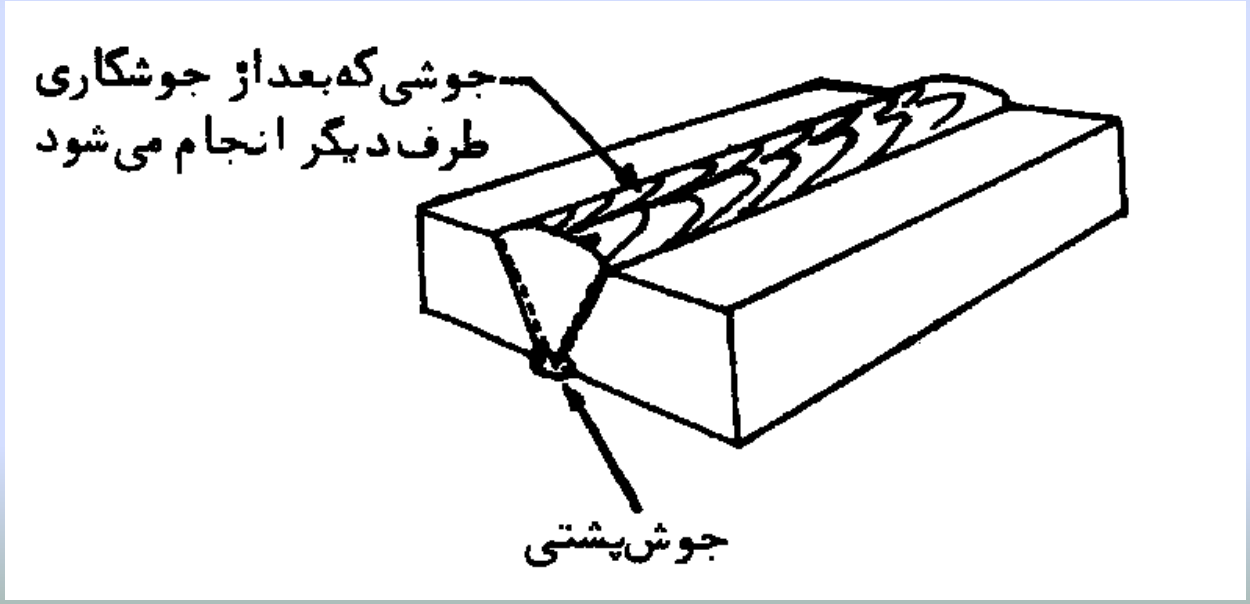
- **تسمه پشتی " Backing strip "**- ورقه باریکی که از نظر جنس وترکیب شیمیائی با جنس قطعه کار مطابقت داشته ودر پشت مسیر اتصال قرار می گیرد(شکل35-1) .



شکل(35-1): نوار تسمه ای پشتی

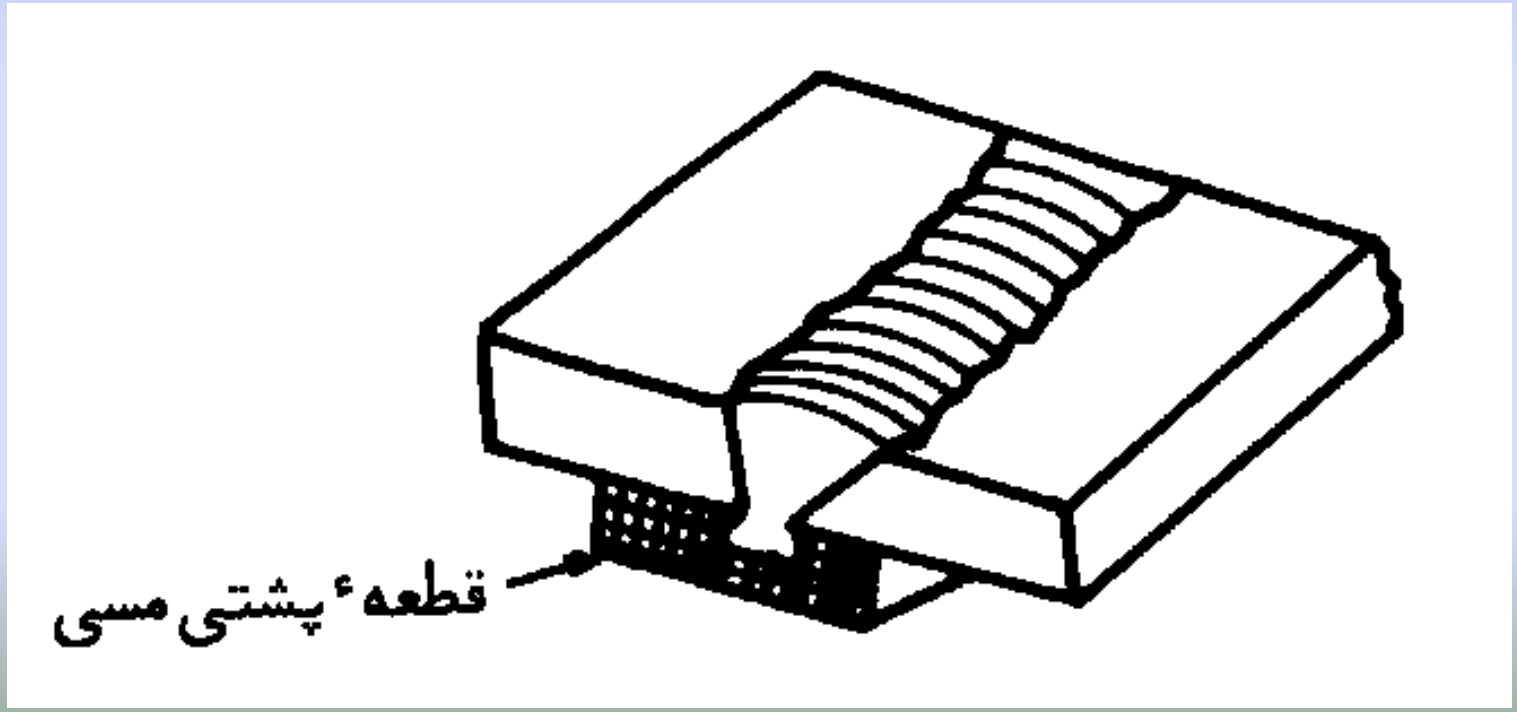
جوش پشتی " Backing weld "

- **جوش پشتی " Backing weld "** – *دراین حالت ابتدا درپشت مسیر اتصال یک ردیف جوش مطابق شکل(36-1)اجراوسپس عملیات جوش اصلی بر روی طرف دیگر کارانجام می شود.*



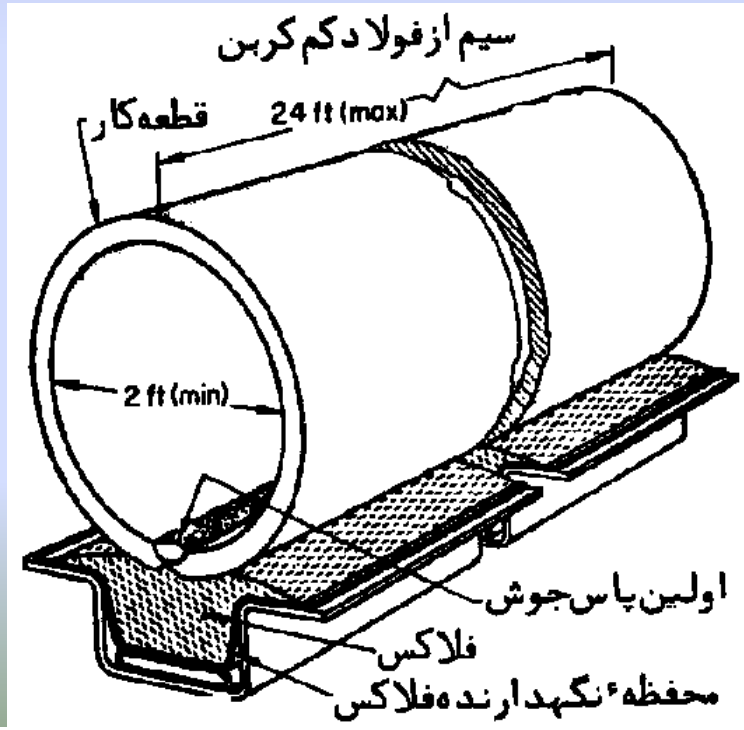
پشتی مسی " Copper backing "

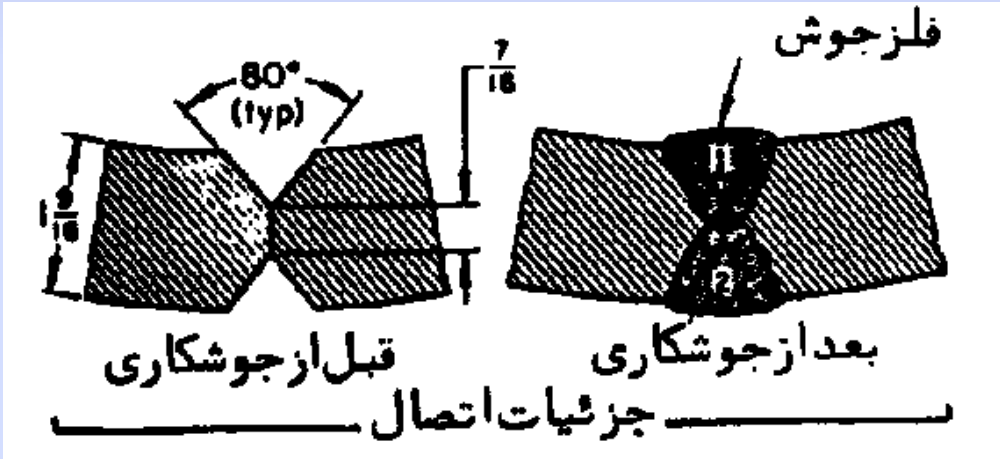
- **پشتی مسی " Copper backing "-** بعلت هدایت حرارتی بسیار خوب مس ، گاهی از قطعات مسی نیزبعنوان نگهدارنده فلز جوش استفاده می نمایند(شکل 37-1)



پشتی غیرفلزی یا پودری " Flux backing "

- **پشتی غیرفلزی یا پودری " Flux backing "-** *در این حالت مطابق شکل (1-38) جعبه یا منبع فلاکس در پشت مسیر اتصال بکمک یک سیستم فشار دهنده قرارگرفته ودرصورت لزوم همزمان با جوشکاری حرکت می کند.*

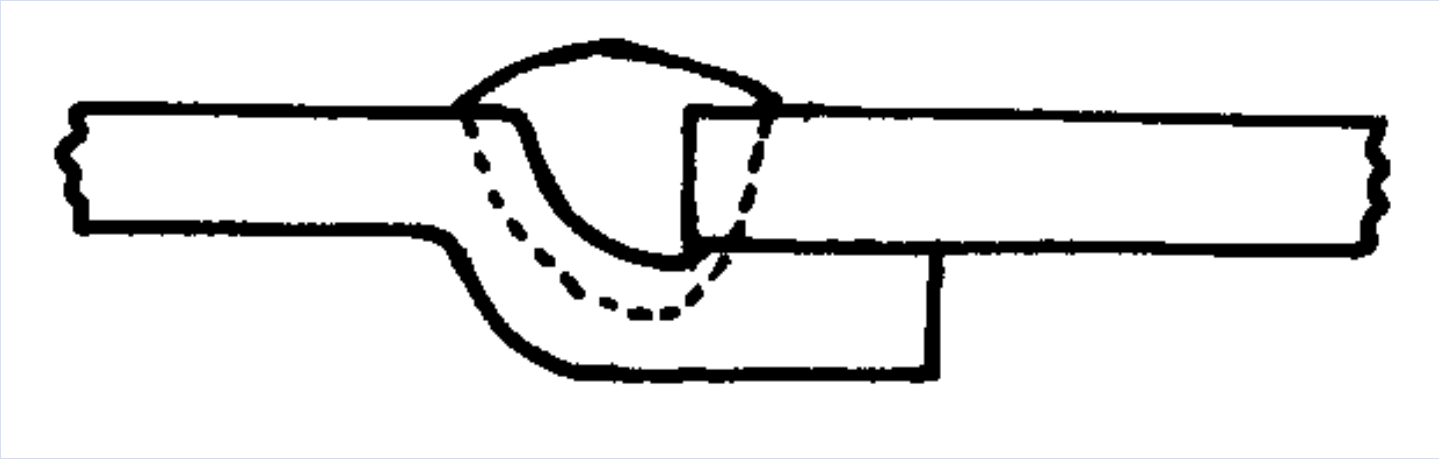




شکل(1-38): پشتی غیرفلزی

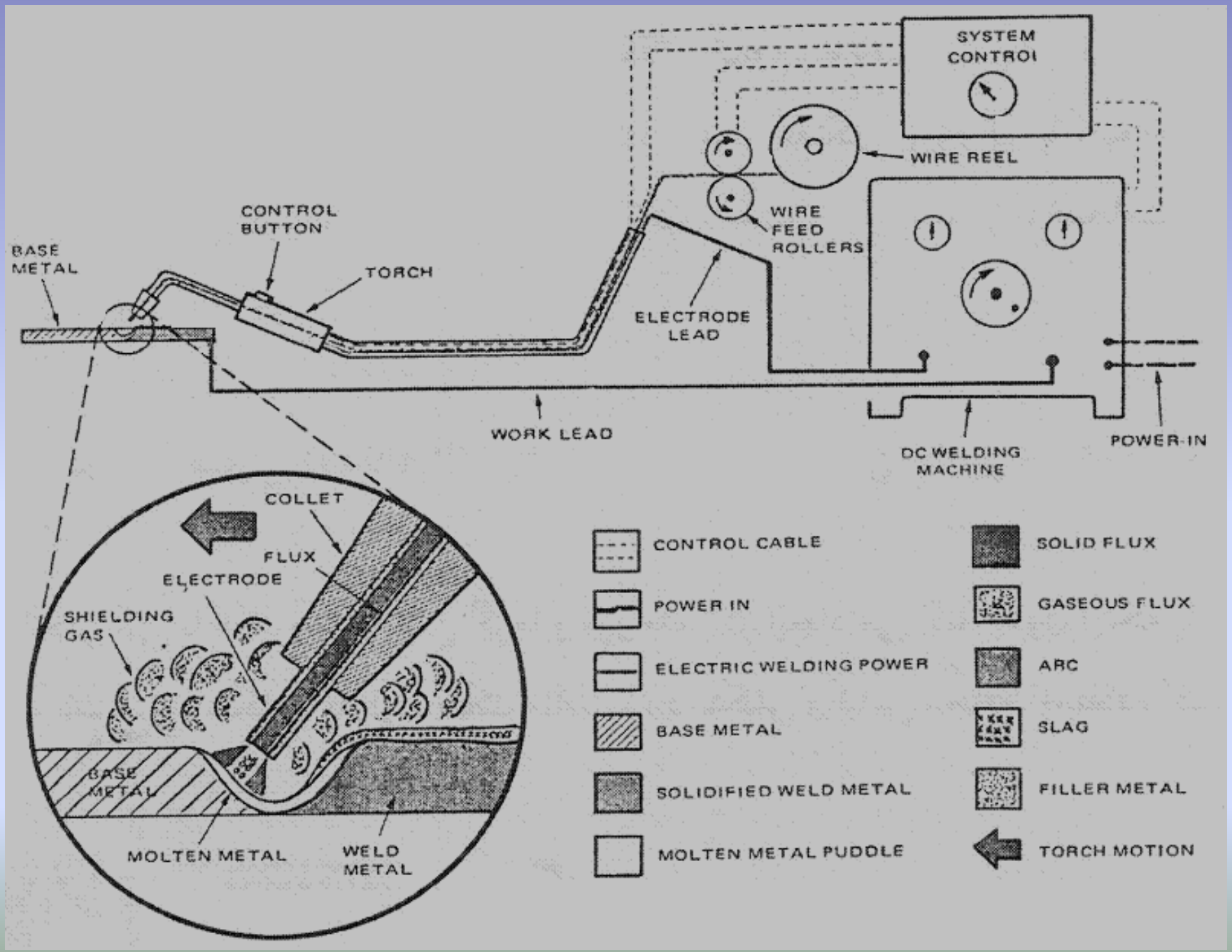
پشتی لبه ائی

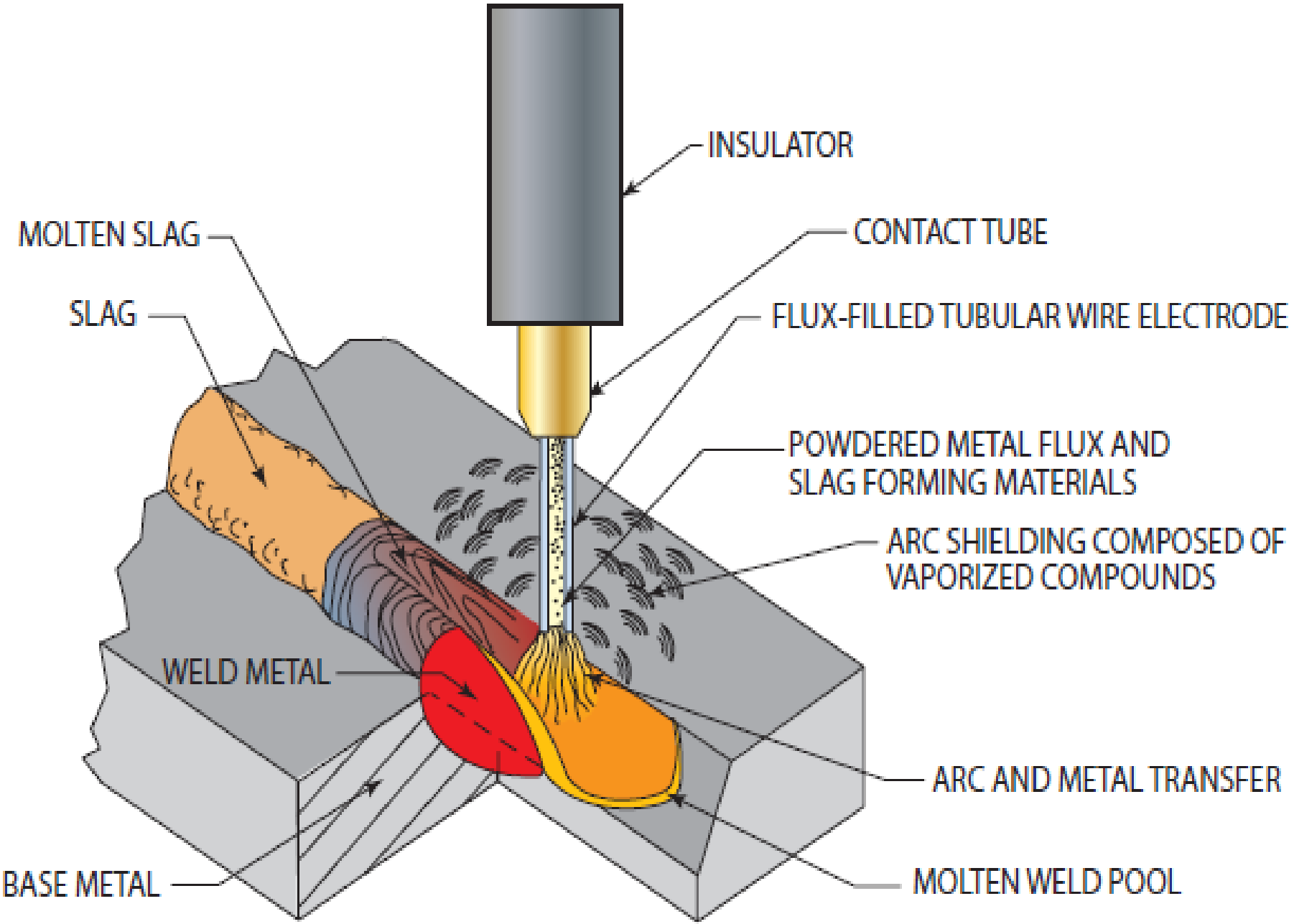
- **پشتی لبه ائی** – گاهی اوقات بجای استفاده از پشتی جداگانه، طرح اتصال را مطابق شکل(39-1) چنان پیش بینی می کنند تا قسمتی ازلبهٔ جوش نقش پشتی را ایفإ کند.

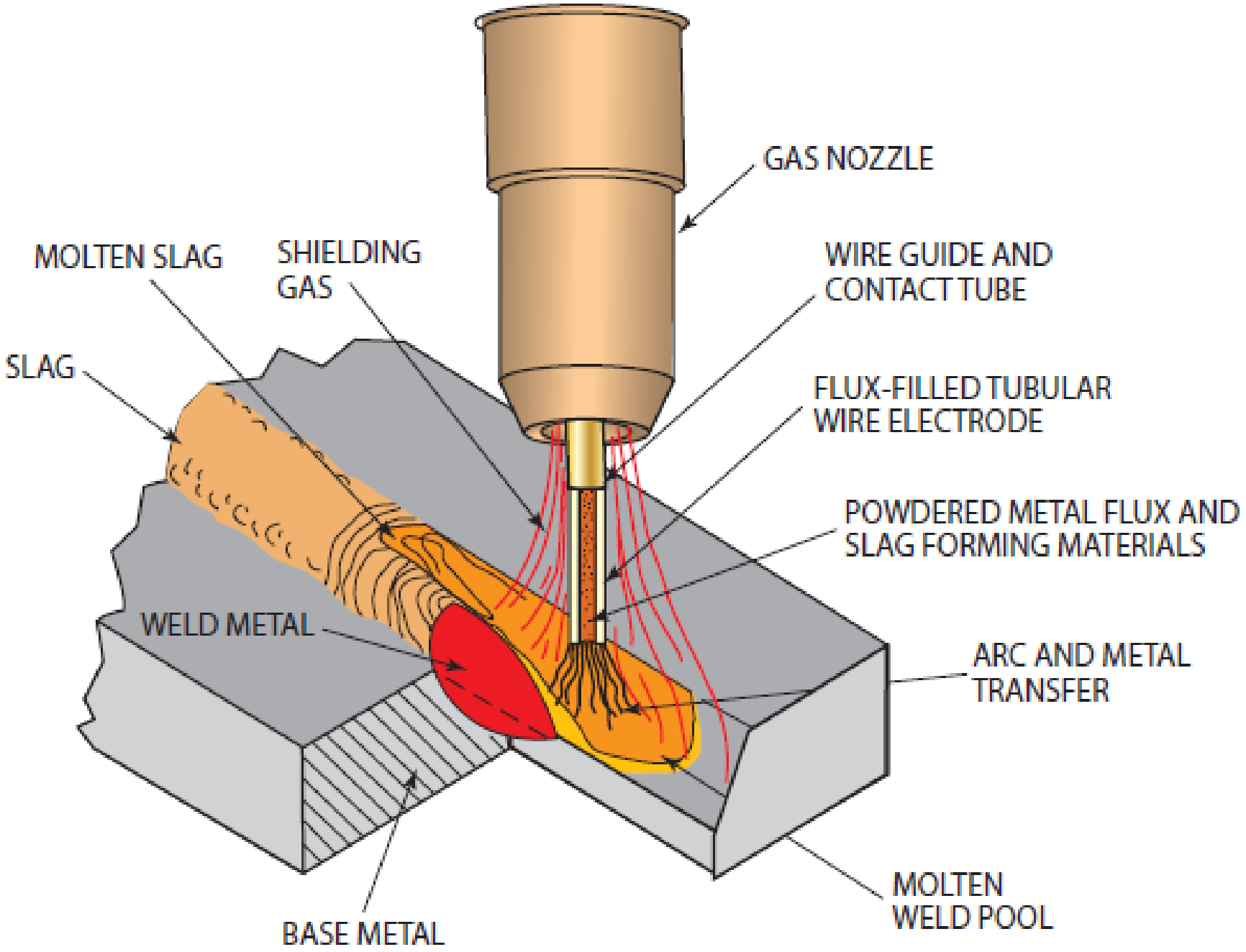


جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود مغز دار
" Flux Cored Arc Welding "

- درجوشکاری قوس الکتریکی با الکترود مغز دار گرما از طریق قوس بین الکترود مغز دار (با مغز فلاکس)وفلز پایه حاصل می شود.از فرآیند برای جوشکاری سازه های فولادی وسایر کاربری های فولادهای کم کربن استفاده می شود.
- الکترود بصورت لوله توخالی با مغز فلاکس است.سیم الکترود از یک حلقه بزرگ به تورچ (Torch) یا تفنگ تغذیه می شود.بعضی از الکترودهای مغز دار بدون گاز محافظ وبعضی دیگرنیزبا گاز CO_2استفاده می گردد.در این روش از ماشین جوشکاری با ولتاژثابت DC استفاده می شود(شکل 40-1).
- گرمای قوس به طول قوس، ولتاژو سرعت تغذیه الکترود بستگی دارد.سرعت تغذیه الکترود قابل تنظیم است.سرعت تغذیه بالاتر،جریان بالاتروگرمای بیشتر قوس راسبب می گردد.جوشکاردرمعرض گرما ونورقوس قرارمیگیرد،لذا استفاده از تجهیزات محافظت کننده نظیر ماسک ، دستکش های چرمی ،لباس محافظ وتهویه مناسب ضروری است


SYSTEM CONTROL
WIRE REEL
WIRE FEED ROLLERS
CONTROL BUTTON
TORCH
BASE METAL
ELECTRODE LEAD
WORK LEAD
DC WELDING MACHINE
POWER-IN
COLLET
FLUX
ELECTRODE
SHIELDING GAS
BASE METAL
MOLTEN METAL
WELD METAL
CONTROL CABLE
POWER IN
ELECTRIC WELDING POWER
BASE METAL
SOLIDIFIED WELD METAL
MOLTEN METAL PUDDLE
SOLID FLUX
GASEOUS FLUX
ARC
SLAG
FILLER METAL
TORCH MOTION

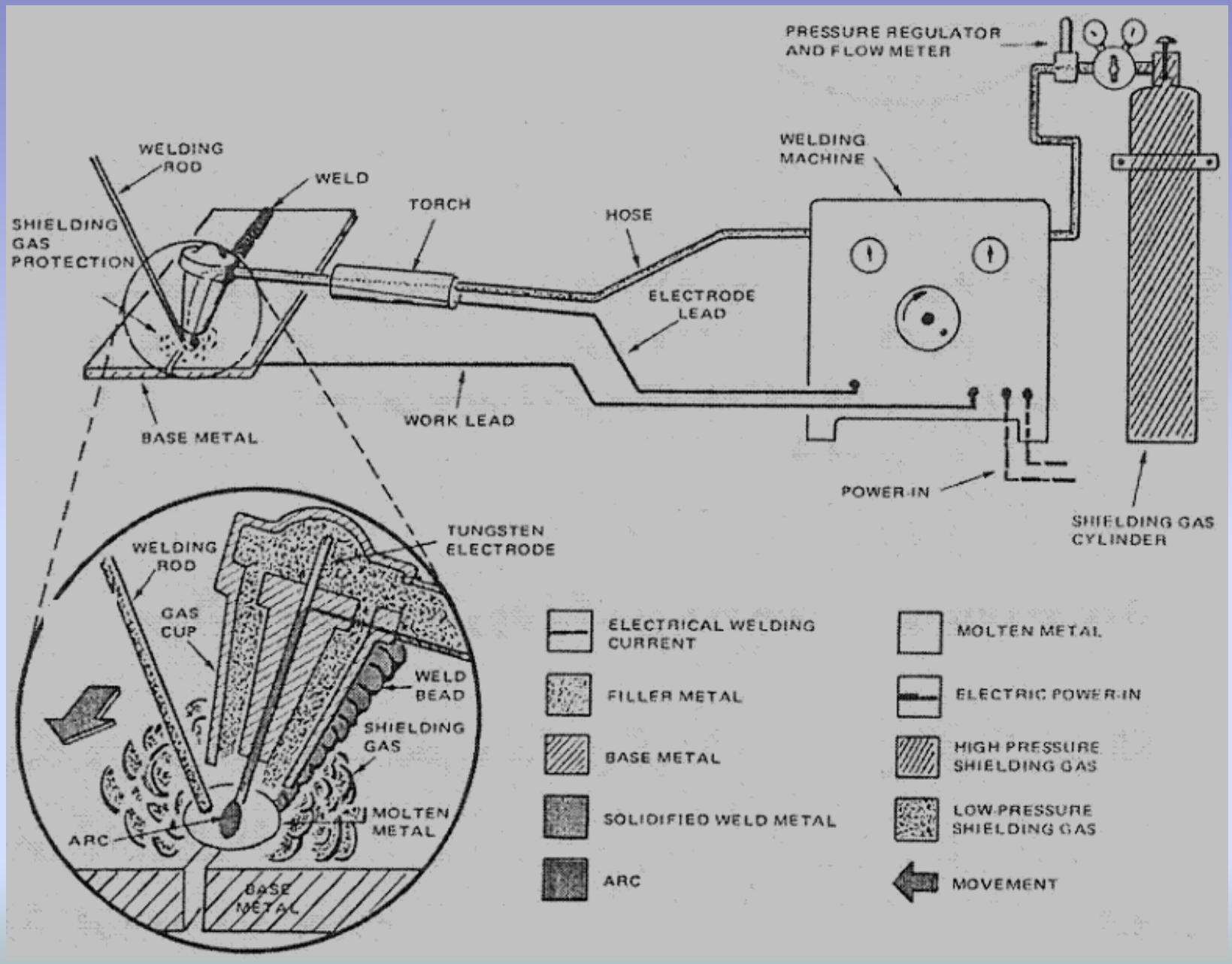

INSULATOR
MOLTEN SLAG
CONTACT TUBE
SLAG
FLUX-FILLED TUBULAR WIRE ELECTRODE
POWDERED METAL FLUX AND
SLAG FORMING MATERIALS
ARC SHIELDING COMPOSED OF
VAPORIZED COMPOUNDS
WELD METAL
ARC AND METAL TRANSFER
BASE METAL
MOLTEN WELD POOL


GAS NOZZLE
MOLTEN SLAG
SHIELDING GAS
WIRE GUIDE AND CONTACT TUBE
SLAG
FLUX-FILLED TUBULAR WIRE ELECTRODE
POWDERED METAL FLUX AND SLAG FORMING MATERIALS
WELD METAL
ARC AND METAL TRANSFER
MOLTEN WELD POOL
BASE METAL

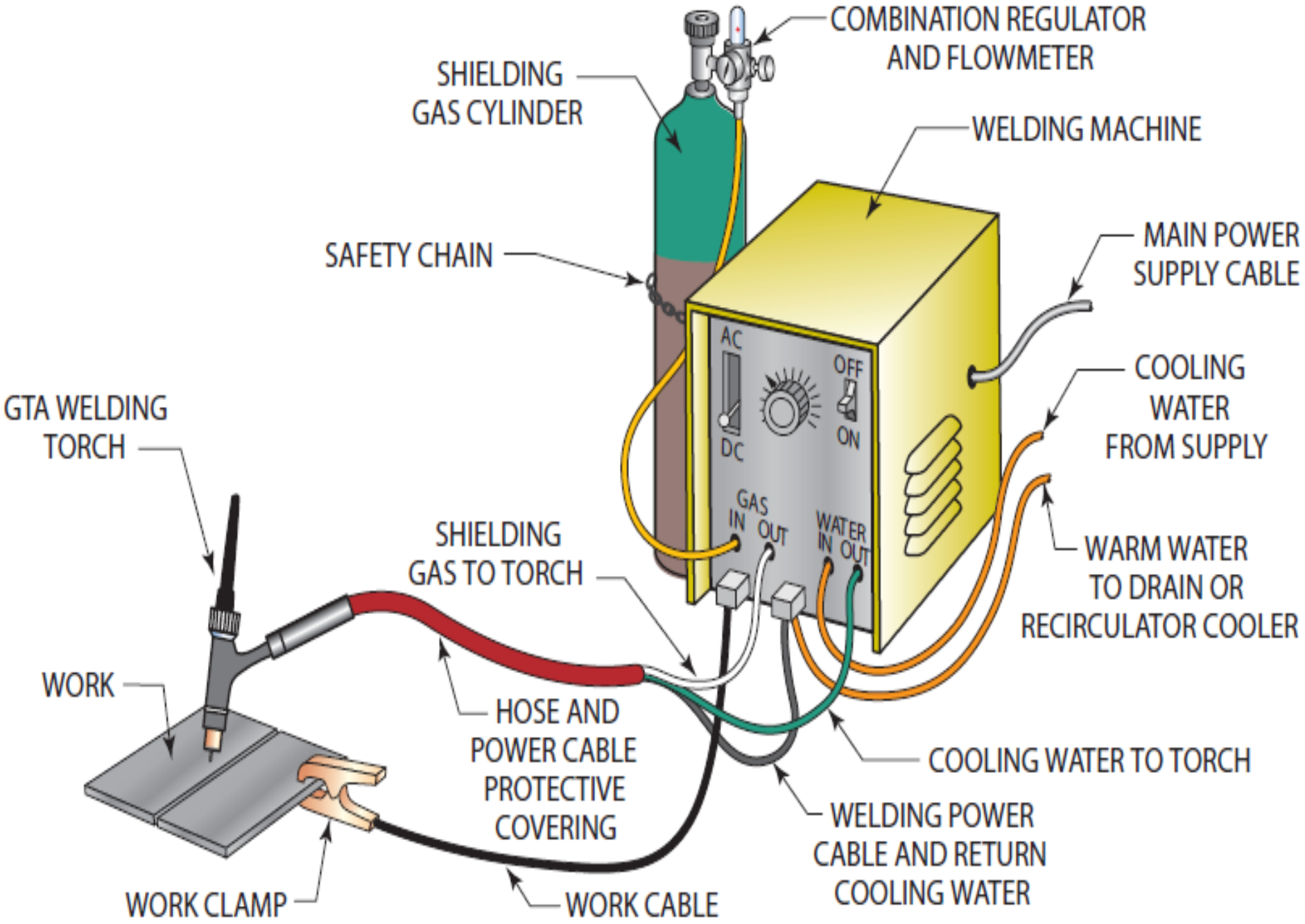
جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود تنگستن
Gas Tungsten Arc Welding

- در جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود تنگستن گرما از طریق قوس الکتریکی بین الکترود تنگستن وفلز پایه بدست می آید(شکل 41-1).
- سیم جوش در صورت نیاز بطور مجزا به ناحیه فلزپایه مذاب هدایت می شود.جریانی ازگاز محافظ در اطراف قوس، هوا وسایر مواد مضر را دور نگه میدارد.این فرآیند به جوشکاری TIG (Tungsten Inert Gas) نیز معروف است شکل(42-1).

شکل(41-1): تجهیزات قوس الکتریکی با الکترود تنگستن



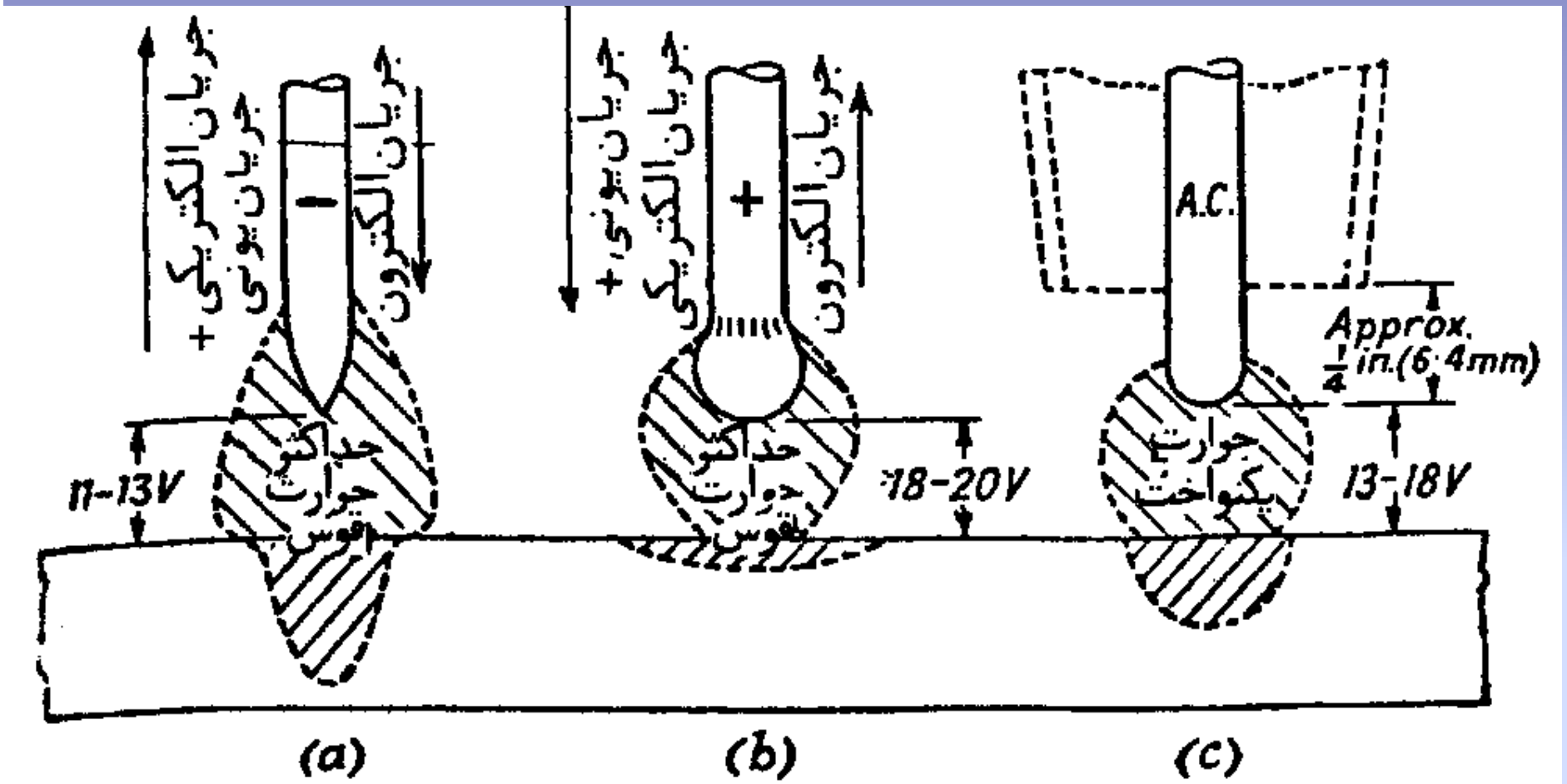
شکل(42-1): جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود تنگستن GTAW


COMBINATION REGULATOR AND FLOWMETER
SHIELDING GAS CYLINDER
WELDING MACHINE
SAFETY CHAIN
MAIN POWER SUPPLY CABLE
AC
DC
OFF
ON
COOLING WATER FROM SUPPLY
GTA WELDING TORCH
GAS IN OUT
WATER IN OUT
SHIELDING GAS TO TORCH
WARM WATER TO DRAIN OR RECIRCULATOR COOLER
WORK
HOSE AND POWER CABLE PROTECTIVE COVERING
COOLING WATER TO TORCH
WELDING POWER CABLE AND RETURN COOLING WATER
WORK CLAMP
WORK CABLE

- ماشین جوشکاری AC-DC ازگاز آرگون یا هلیم به عنوان گاز محافظ استفاده می کند.گاز محافظ از یک سیلندرگاز واز یک ریگلاتور وجریان سنج (Flowmeter) وشلنگ ها به تفنگ (Torch) هدایت می شود.
- جوشکارمعمولا" بصورت دستی تفنگ (نگهدارنده الکترود)و فلز پایه را می گیرد.تفنگ دارای یک گیره برای نگهداشتن الکترود تنگستن است.یک فنجانک مقاوم به حرارت یا یک نازل (Nozzle) گاز الکترود را در برگرفته است.معمولا" تفنگهای کوچک با هوا وتفنگهای بزرگ با آب خنک می شوند.خواص گرمادهی قوس با تغییرجریان وطول قوس قابل کنترل است.قطرتنگستن،ضخامت ونوع فلزپایه،جریان جوشکاری را تعیین می کند.
- جوشکاری GTAW درهر وضعیتی انجام می شودونتایج عالی حاصل می گردد.
- جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود تنگستن گرما ونورمتمرکزایجاد می کند،بدون اینکه پاشش(Spatter) فلزبه اطراف داشته باشد.جوشکاربایدازماسک مناسب،دستکش ولباس محافظ استفاده کند.

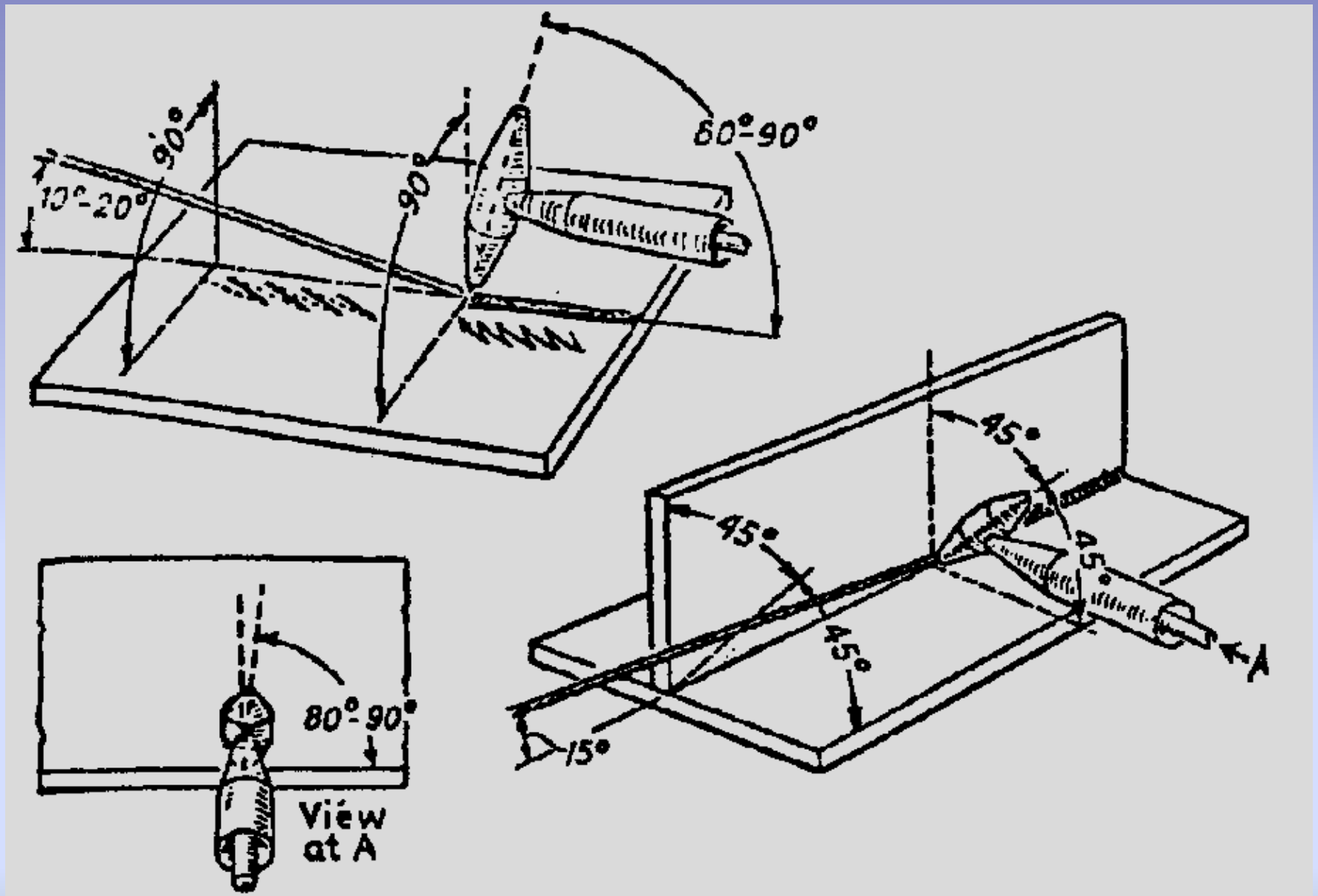
ویژگی های عمده جوشکاری قوسی با الکترود تنگستن

- - در درجه حرارتهای بالا بدلیل احتمال اکسیده شدن الکترود تنگستن،گازمحافظ علاوه بر محافظت حوضچه جوش باید نوک الکترود را هم از اکسیده شدن حفظ نماید.گازمحافظ می تواند از مخلوطی از گازهای بی اثربا گازهای دیگرباشد.از گازهای بی اثرمعمولا" آرگون وهلیوم بیشتر استفاده می شوند.گاز هلیم به علت گرمای ویژه (specific heat) بیشتر(حرارت بیشتری برای گرم شدن نیاز دارد لذا گرمای موثر کمتری به جوش می رسد) وسبکتروگرانتربودن نسبت به آرگون از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست.گازآرگون دارای ولتاژ یونیزاسیون پائینتری است ودر نتیجه جریان متناوب برای روشن کردن مجدد قوس درهر نیم سیکل مناسبتر است.در این روش بیشترازگاز آرگون ویا مخلوطی از آن استفاده می شود.
- - درفرآیند جوشکاری قوسی با الکترود تنگستن به منظور جلوگیری ازذوب شدن نوک الکترود معمولا" از الکترود منفی استفاده می شود.تنها مزیت الکترود مثبت، عمل تمیزکردن قوس است.درجریان متناوب تقریبا" درهر نیم سیکل عمل تمیزکردن انجام شده وهمچنین درنیم سیکل بعدی نیز الکترود خنک می شود.شکل(43-1) اثر جریان وقطبیت الکترود را برروی نوک الکترودوحوضچه جوش نشان می دهد.



1-43): اثرجریان وقطب بر روی نوک الکترود وحوضچه جوش)شکل

- - وجود 1 الی 2 درصد توریا یا زیرکونیم مقاومت الکترود تنگستن در مقابل ذوب، اکسیدشدن وناخالص کردن جوش راافزایش می دهد.
- - با ایجاد قوس وپایداری آن حوضچه جوش شکل می گیرد،اگر شدت جریان کافی باشد این زمان بیش از چند ثانیه طول نمی کشدوسطح حوضچه جوش شفاف وروشن ظاهر می گردد.بهتر است از روش " راست به چپ " (leftward) با زاویه مشعل 80 درجه مطابق شکل(44-1)استفاده شود تا حوضچه جوش قابل رؤیت باشد. پس از ایجاد حوضچه میتوان عمل جوش را دنبال کرد واگر لازم باشدفلز پرکننده یا مفتول به حوضچه اضافه نمود،این عمل باید طوری انجام شود تا اولا" ، مانع از عمل محافظت حوضچه جوش توسط جریان گاز نشود،ثانیا" نوک مفتول نیز تحت حفاظت جریان گاز قرارگرفته واکسید نشود.درهرحال از لرزش وحرکات غیر ضروری مفتول اجتناب به عمل آید.



شکل(44-1): تکنیک " بطرف چپ " با استفاده از مشعل TIG و مفتول

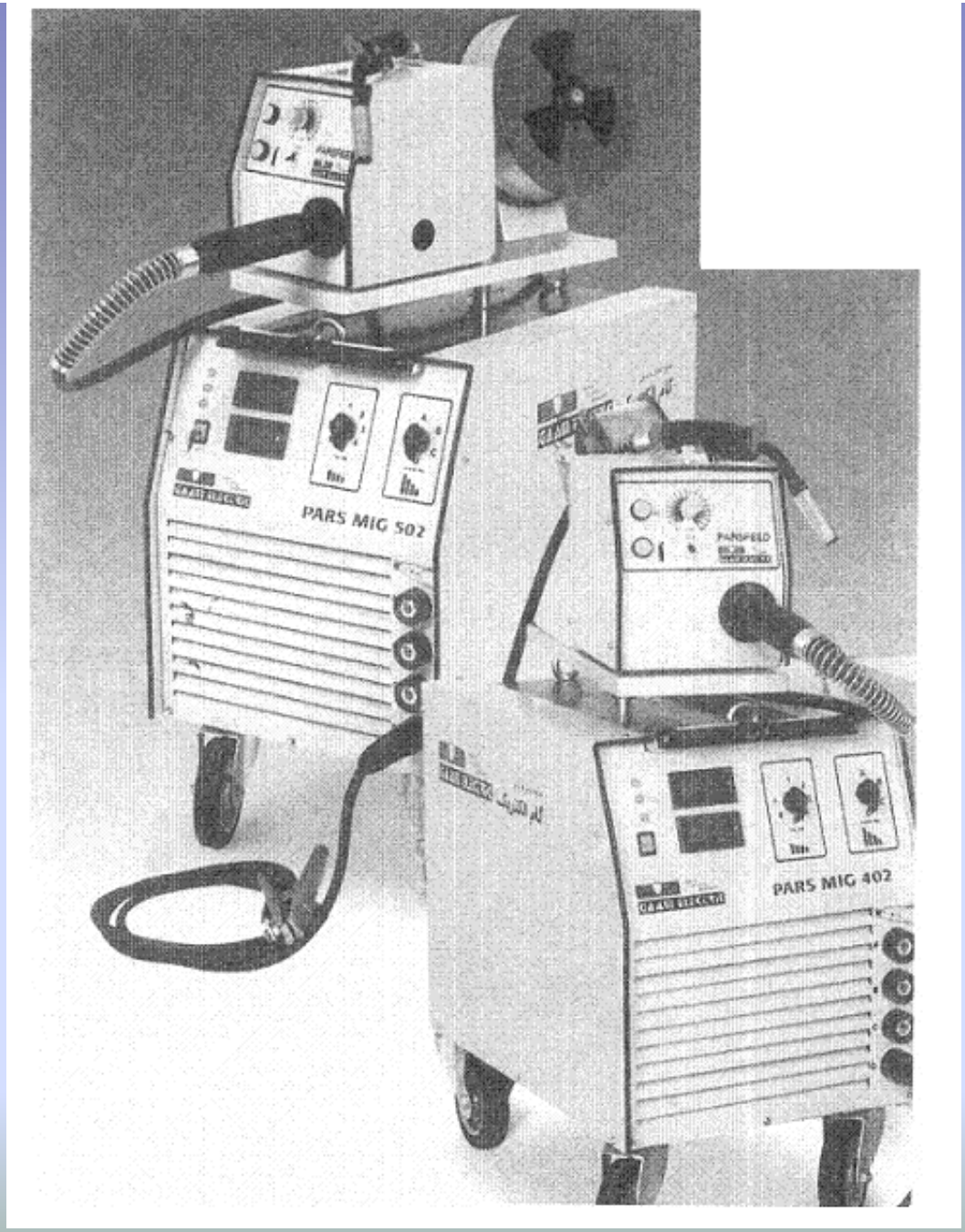
- - مفتول باریک سبب ذوب سریع شده ودرنوک مفتول گلوله می کند،مفتول کلفت نیزباعث ممانعت از عمل محافظت گاز در حوضچهٔ جوش ونوک مفتول می شود.
- - در روش خودکار TIG معمولا" نیازی به سیستم کنترل طول قوس نیست ،کافی است که طول قوس تنظیم ومشعل بطور ثابت در جهت افقی حرکت کند.بعضی مواقع ودر موارد خاص از سیستم کنترل قوس نیز استفاده می شود.
- - برای نگهداشتن ماگزیمم اثر محافظت گاز خنثی بهتر است محور الکترود با سطح کار زاویه ای نزدیک به 90 درجه داشته باشد و رابطه مشعل ومفتول غذا دهنده مطابق شکل (44-1)باشد.
- - بهتر است جوش بالاسری با این روش انجام نگردد، اما جوش قائم – پایین بر روی کار با ضخامت 3 میلیمتریا بیشتر امکان پذیر است.
- - برای ضخامتهای 5الی 10 میلیمتر نیاز به پخ جناقی یکطرفه وبرای ضخامتهای بیشتر از 10 میلیمتر پخ دو طرفه لازم است.

مزایا ومحدودیتهای جوشکاری با الکترود تنگستن

- کنترل خیلی خوب حرارت داده شده،قابلیت تنظیم میزان مفتول مصرفی این روش را برای اتصال ورقهای نسبتا" نازک ، گوشه ها ،لبه های خارجی ولوله های باریک بسیار مناسب می کند.
- بعلت خاصیت تمیز کردن قوس در حالت الکترود مثبت، این فرآیند را برای اتصال فلزاتی که تولید اکسیدهای دیرگداز می کنند(نظیر Mg، AL وZr) بسیار مناسب می نماید.
- بعلت تمرکز حرارت بیشتر این روش ،سرعت جوشکاری بیشتر وکیفیت جوش مناسبتر است.
- از نظر رؤیت جوش وپیشروی جوشکاری از بهترین روشهای جوشکاری می باشد.
- احتمال آلوده شدن فلز جوش از تنگستن زیاد است که خود موجب کاهش خواص مهندسی فلز جوش می شود.
- چون گاز آرگون وهلیم ووسایل جوشکاری نسبتا" گران است ،از نظر اقتصادی قابل مقایسه با بعضی روشهای دیگر نیست،بدینجهت بیشتر از این روش در اتصالات دقیق وفلزات حساس استفاده می شود.

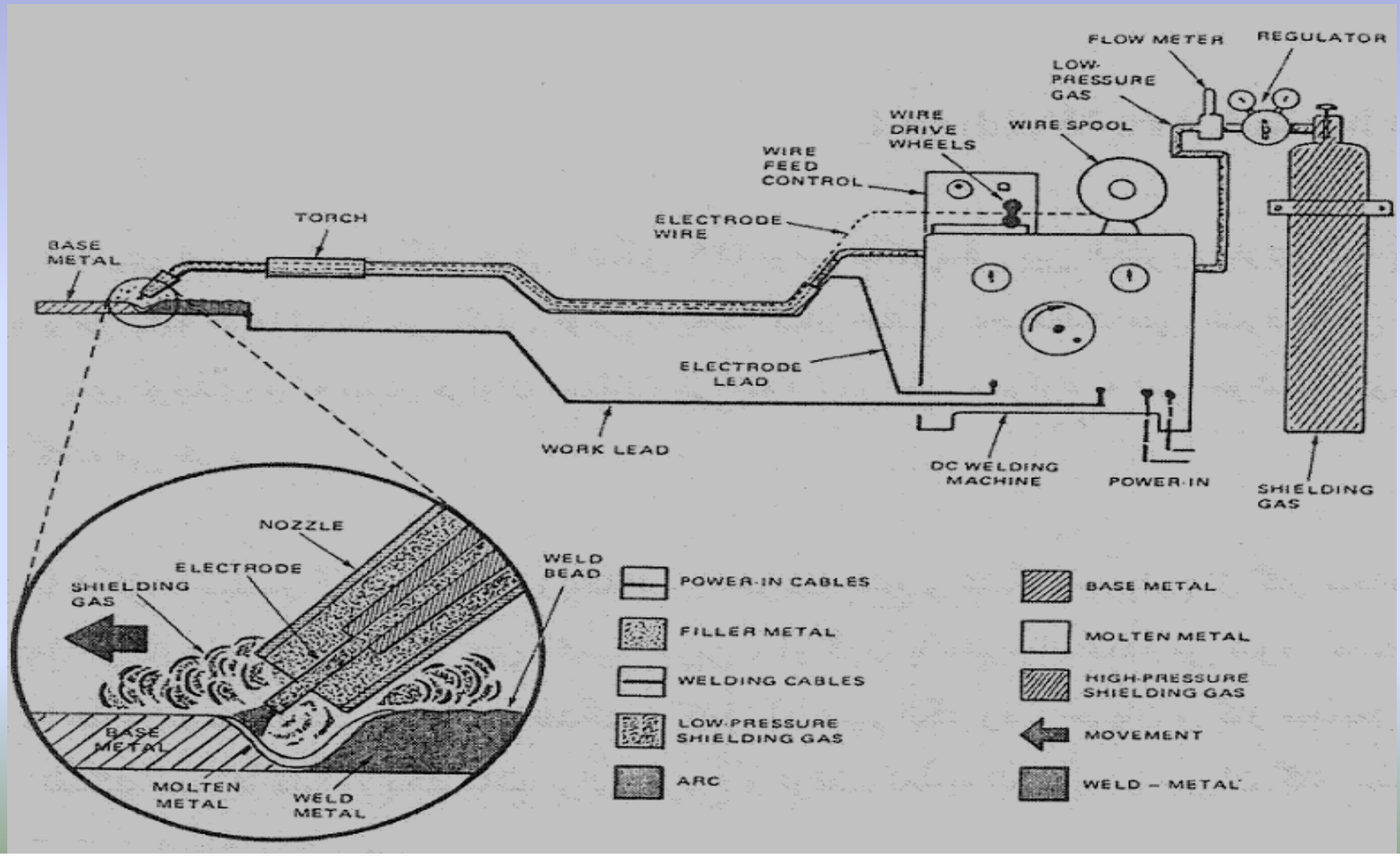
جوشکاری قوسی تحت حفاظت گاز با الکترودفلزی
GMAW Gas Metal Arc Welding

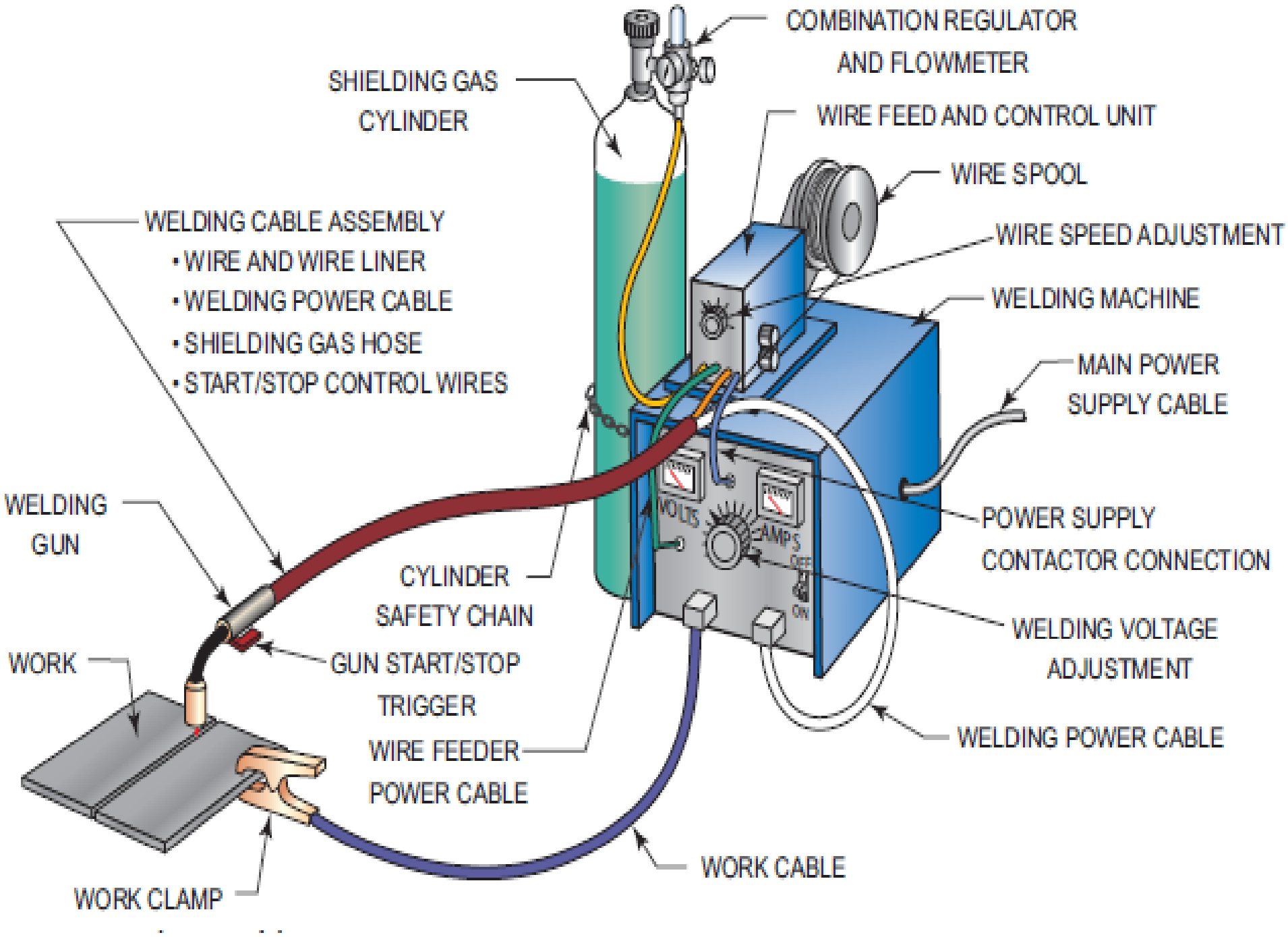
- برای رفع بعضی محدودیتهای روش جوشکاری با الکترود تنگستن فرآیند دیگری از قوس محفوظ درگازاختراع شد که در آن بجای الکترود تنگستن "غیرمصرفی " ازالکترود فولادی یا آلومینیومی واصولا" آلیاژ " مصرفی " استفاده می شود.
- درجوشکاری قوس فلزی با گاز خنثی (شکل 45-1) قوس الکتریکی بین الکترود فلزی که بطور پیوسته تغذیه می شود وفلز پایه گرما ایجاد می کند.قوس با یک گاز خنثی نظیرآرگن یا هلیم (جوشکاری MIG " Metal Inert Gas ") ویا با یک گاز غیر خنثی نظیردی اکسیدکربن(جوشکاری MAG " Metal Active Gas ") محافظت می شود.از این نوع جوشکاری معمولا" در کارگاه های تولیدی وتعمیری استفاده می گردد.

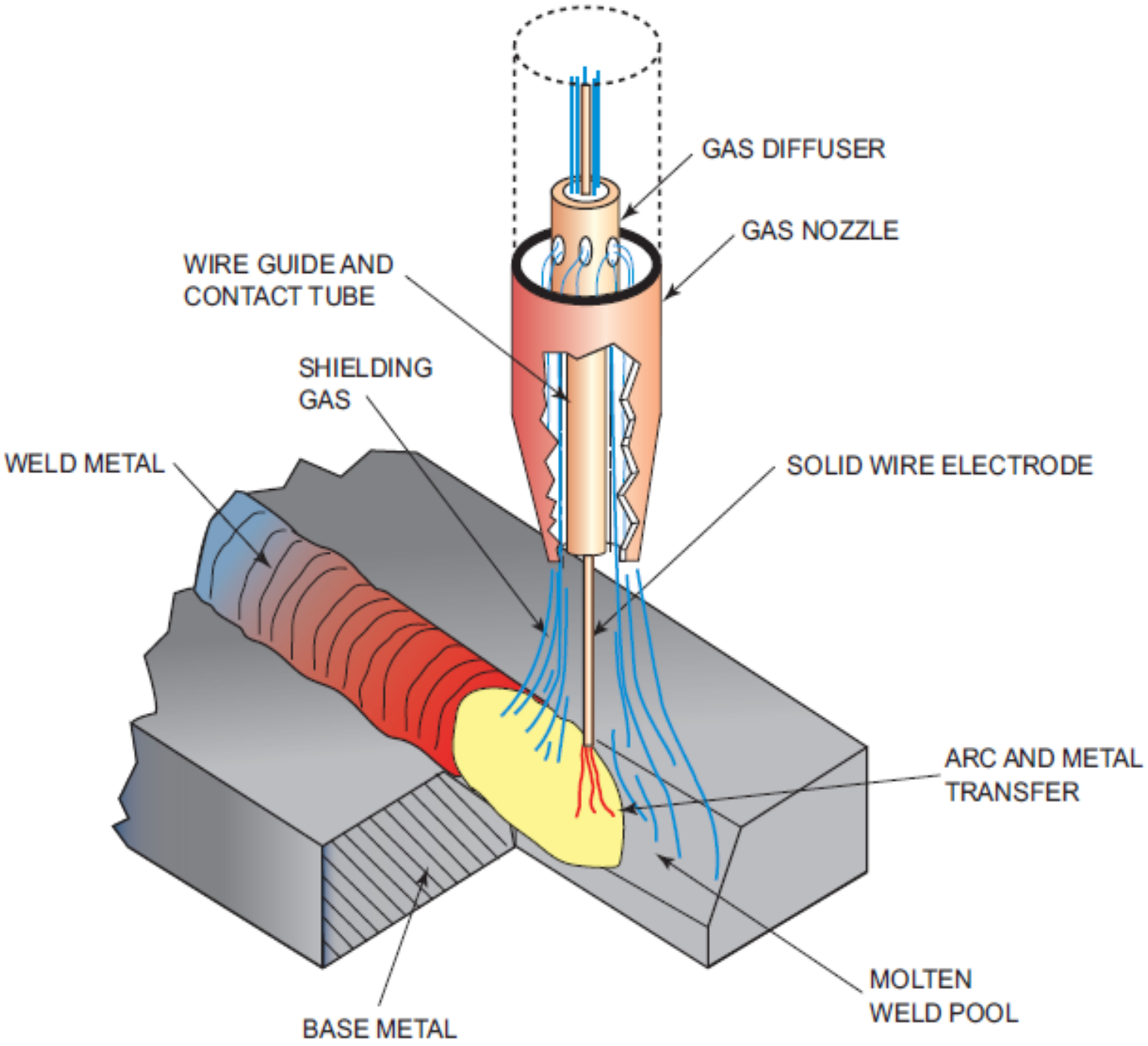


شکل(45-1): تجهیزات جوشکاری قوس الکتریکی تحت حفاظت گاز

- مطابق شکل(46-1) سیلندر گاز محافظ، ریگلاتور، جریان سنج وشلنگ ،جریانی از یک گاز محافظ برای قوس تأمین می کند.دستگاهی تغذیه الکترود را بطور پیوسته تأمین می کند.تفنگ وکابل متصل به آن سیم الکترود،جریان وگازمحافظ را به قوس حمل می کنند.تفنگ معمولا" دارای یک ماشه برای شروع وتوقف تغذیه الکترودوجریان گاز است .




COMBINATION REGULATOR
AND FLOWMETER
SHIELDING GAS
CYLINDER
WIRE FEED AND CONTROL UNIT
WIRE SPOOL
WELDING CABLE ASSEMBLY
• WIRE AND WIRE LINER
• WELDING POWER CABLE
• SHIELDING GAS HOSE
• START/STOP CONTROL WIRES
WIRE SPEED ADJUSTMENT
WELDING MACHINE
MAIN POWER
SUPPLY CABLE
WELDING
GUN
VOLTS
AMPS
OFF
ON
POWER SUPPLY
CONTACTOR CONNECTION
CYLINDER
SAFETY CHAIN
WELDING VOLTAGE
ADJUSTMENT
WORK
GUN START/STOP
TRIGGER
WELDING POWER CABLE
WIRE FEEDER
POWER CABLE
WORK CABLE
WORK CLAMP


GAS DIFFUSER
GAS NOZZLE
WIRE GUIDE AND
CONTACT TUBE
SHIELDING
GAS
WELD METAL
SOLID WIRE ELECTRODE
ARC AND METAL
TRANSFER
MOLTEN
WELD POOL
BASE METAL

- در این فرایند از جریان DC استفاده می شود.ولتاژمورد نظر روی ماشین جوشکاری تنظیم ،وجریان نیز با تنظیم سرعت تغذیه سیم جوش قابل تغییر است.کنترل سرعت سیم معمولا" درمکانیزم تغذیه سیم قرارمی گیرد.تنظیم حجم گاز محافظ نیز با استفاده از جریان سنج وریگلاتور انجام می شود.نوع گاز محافظ بستگی به فلز مورد جوشکاری دارد.
- جوشکاربایستی ضمن انتخاب اندازه الکترود،ولتاژ،جریان گازمحافظ ، آهنگ تغذیه الکترود ، حرکت تفنگ وفاصله نوک تفنگ با قوس را تنظیم نماید.
- استفاده از تجهیزات محافظت کننده نظیر ماسک ، دستکش های چرمی ،لباس محافظ وتهویه مناسب ضروری است

نکات فنی وتکنیکی درجوشکاری GMAW

- - قبل از شروع جوشکاری باید کلیه محل های اتصال گاز و سیستم آبگرد به دستگاه ومشعل بازبینی شود تا احتمال نشت گاز یا آب بررسی شود.
- - اندازه نازل ودبی عبور گاز محافظ باید متناسب با روش وطرح محل اتصال وسایر پارامترهای جوشکاری باشد.نرخ عبور گاز به نوع طرح اتصال وفاصله نازل تا سطح کار بستگی دارد.از طرف دیگر نرخ عبور گاز واندازه نازل باید بطریقی باشد تا سطح پوشش (Coverage) کافی در موضع جوش بوجود آورد.
- - قسمت لخت سیم الکترود یا " طول مؤثرآن" Electrode-extension (فاصله نوک الکترود تا محل اتصال جریان الکتریکی) باید ثابت نگهداشته شود،زیرا تغییرات آن موجب تغییر حرارت مقاومتی ایجاد شده در سیم الکترود و در نتیجه نرخ ذوب می شود.
- - سرعت پیشروی بالا می تواند باعث محبوس شدن ذرات بصورت لایه ای در جوش می شود،که با انتخاب سرعت پیشروی کمتر ومفتول جوش مناسبتروافزایش ولتاژ میزان ذرات محبوس شده را کاهش داد.
- - کافی نبودن منطقه " تحت پوشش " گاز،باعث بوجود آمدن خلل وفرج درجوش می شود،که با افزایش نرخ عبور گاز یا کاهش آن درصورت وقوع تلاطم ، تمیزکردن جرقه از اطراف دهانه نازل ،کاهش داادن وزش وجریان هوا ، .کاهش فاصله نازل تا سطح کار قابل اصلاح می باشد.

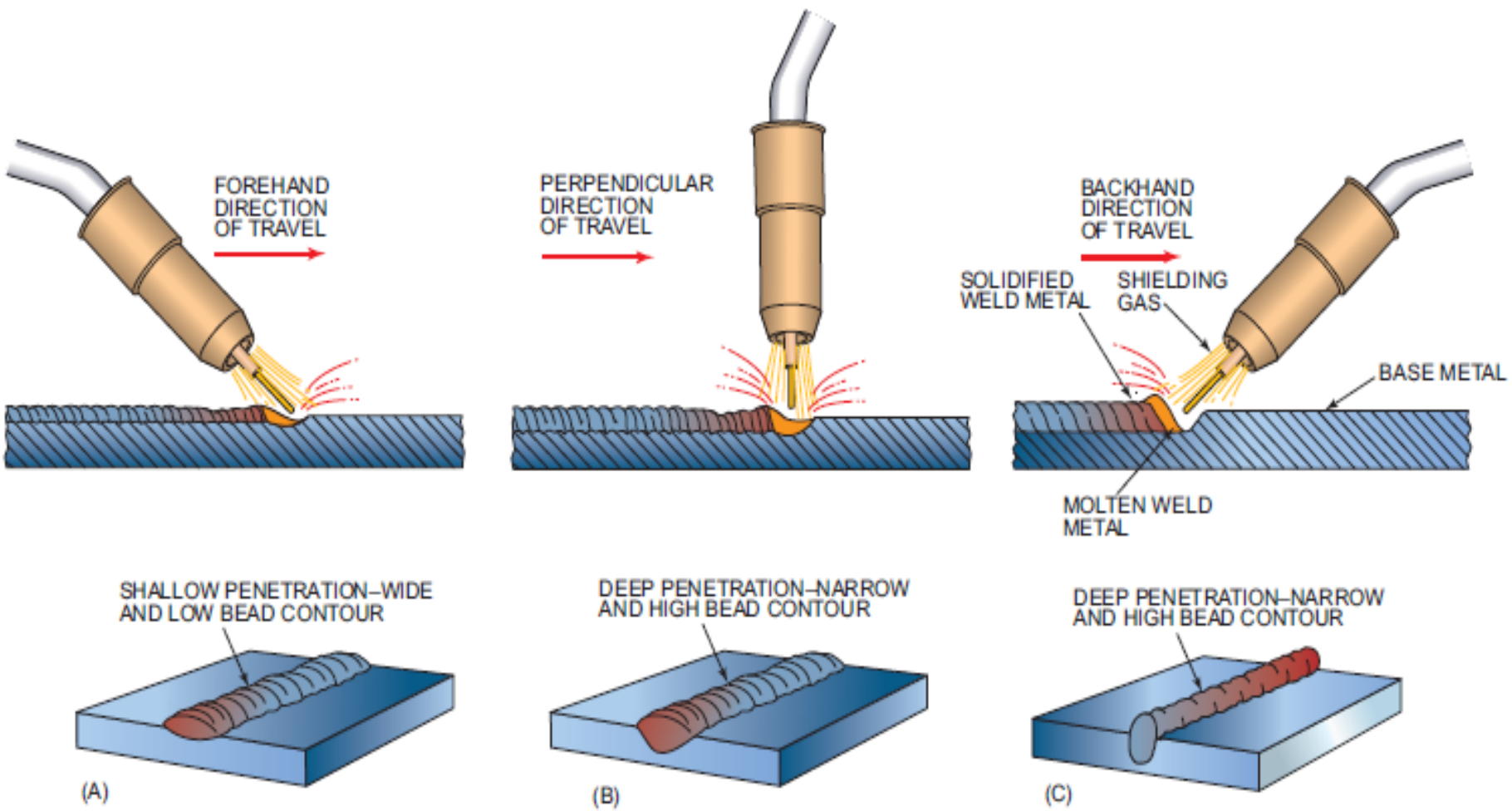


FIGURE 10-20 (A) Forehand welding or push angle, (B) perpendicular, and (C) backhand welding or drag angle.

© Cengage Learning 2012

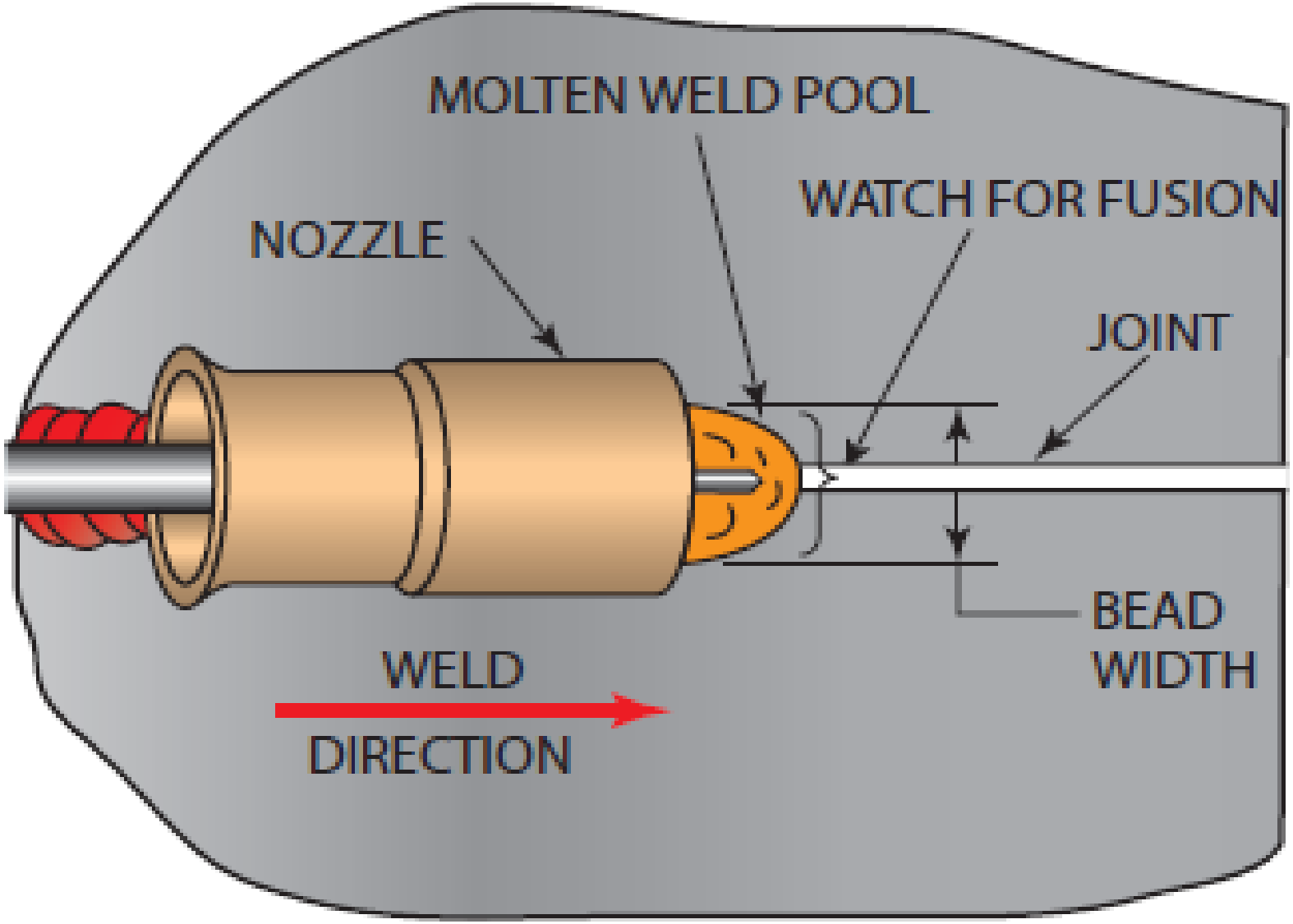


FIGURE 10-21 Forehand weld joint visibility.

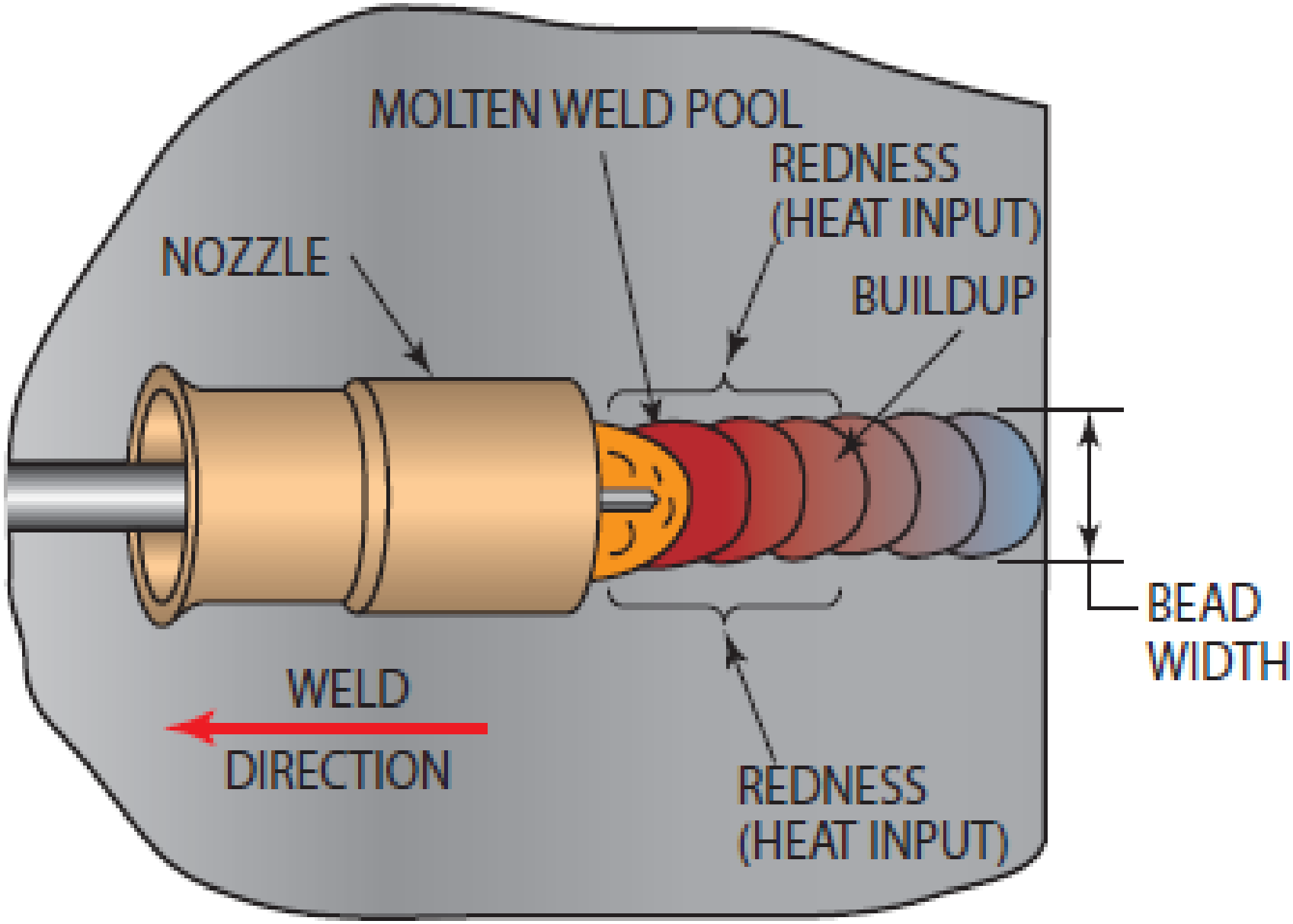


FIGURE 10-22 Backhand weld visibility.

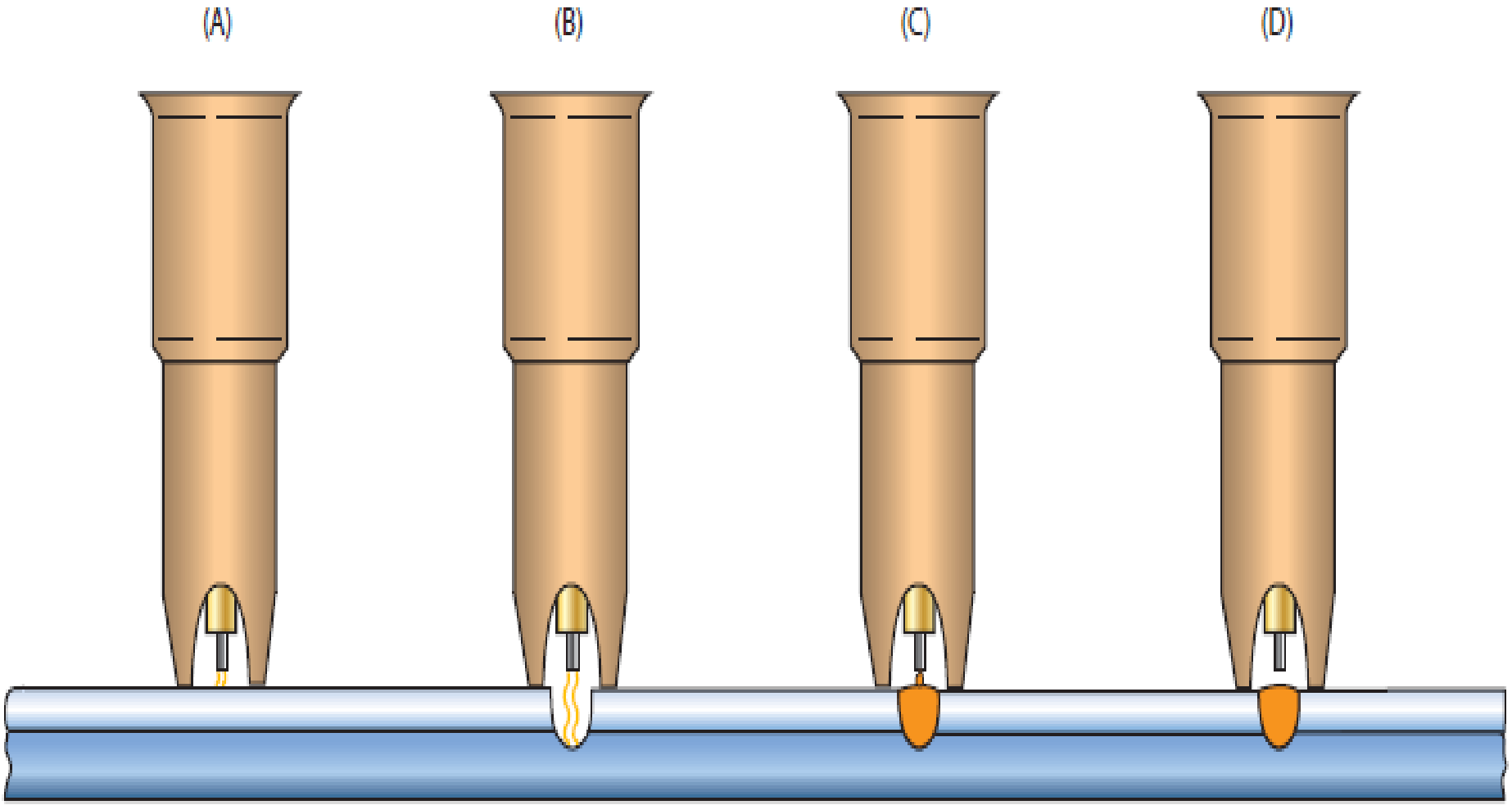
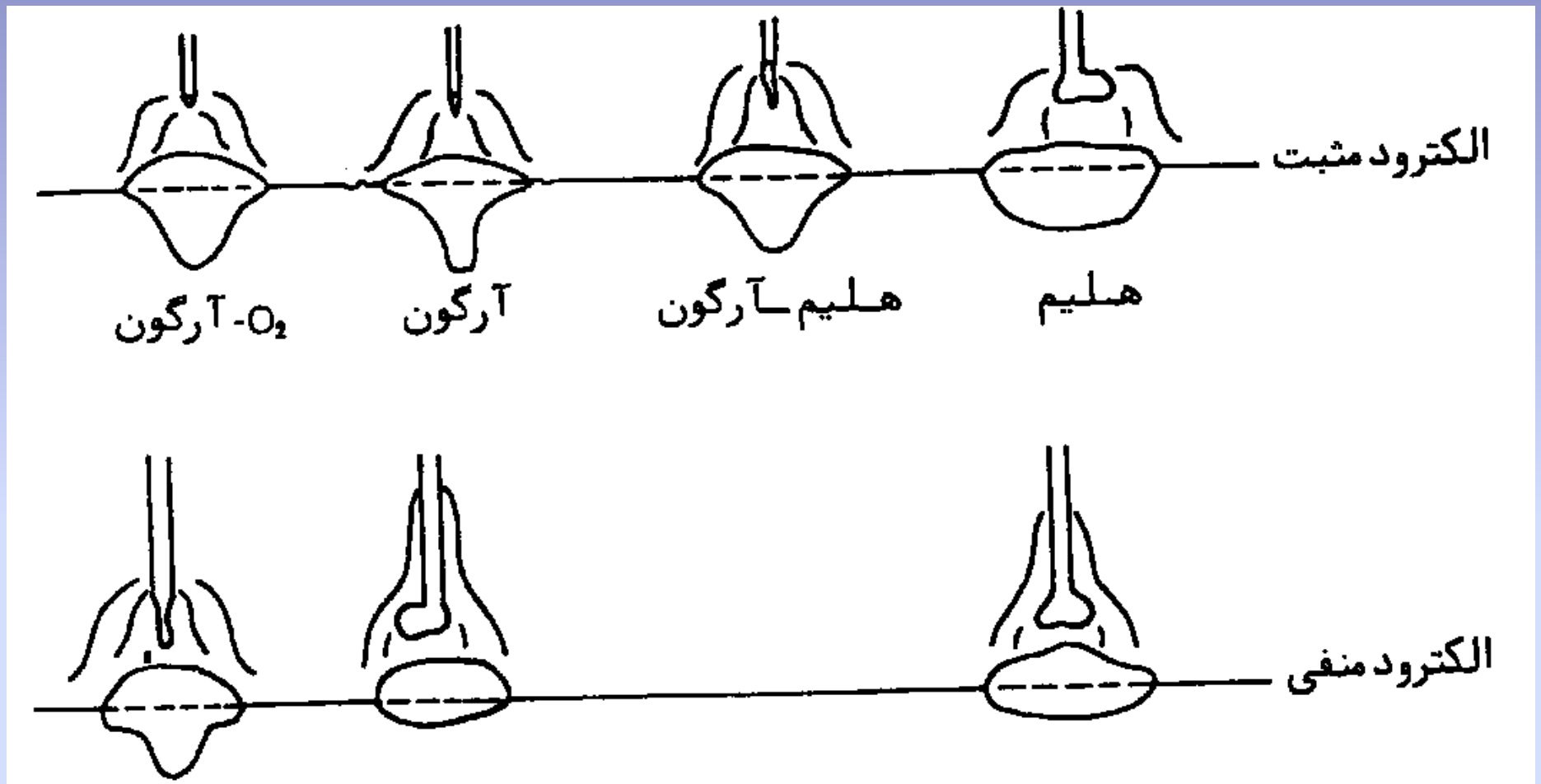


FIGURE 10-35 GMA spot weld: (A) The arc starts, (B) a hole is burned through the first plate, (C) the hole is filled with weld metal, and (D) the wire feed stops and the arc burns the electrode back. © Cengage Learning 2012

مزایا ومحدودیتهای جوشکاری GMAW

- محدودیت طول الکترود در این روش وجود ندارد.
- برای جوشکاری اکثر فلزات قابل استفاده است.
- براحتی قابل اتوماتیک شدن است.
- جوشکاری درتمام وضعیتها امکان پذیر می باشد.
- سرعت جوشکاری بدلیل ممتد بودن سیم الکترود،عدم وجود سرباره، ونرخ رسوب بالای فلز، نسبت به روشهای دیگر بالاست.
- عمق نفوذ جوش نسبتا" زیاد است.
- وسایل وتجهیزات پیچیده تر ،گرانترو کمتر قابل حمل ونقل می باشد.
- ابعاد مشعل در مواضع تنگ اشکالاتی را بوجود می آورد.
- در فضای آزاد قوس در برابر وزش باد قرارمی گیرد.
- طول سیم طپانچه محدود است ونمی توان از سیم جوش با قطر زیاد استفاده کرد.
- بعلت عدم وجود سرباره سرعت سرد شدن جوش سریعتر،ودر نتیجه تردی جوش بیشتر است .

- بطور خلاصه از خصوصیتهای بارز این روش مناسب بودن آن برای اتصالات فلزات غیرآهنی ،سهولت درجوشکاری تمام وضعیتها،استفاده آسان نیمه اتوماتیک آن،عدم وجود فلاکس ،تمیزی وراحتی درمکانیزه کردن آن می باشد.
- درفرآیند جوشکاریGMAW انتخاب گاز محافظ اهمیت زیادی دارد،زیرا قطرات الکترود مذاب از محیط گاز عبور کرده واحتمال تغییر ترکیب شیمیائی در اثر واکنش فلز-گاز وجود دارد.گاز محافظ براساس نرخ ذوب ،نوع انتقال فلز،عمق نفوذ ، پارامترهای اقتصادی وجنس قطعه کار انتخاب می گردد.گاز آرگون وگاه مخلوطی از آرگون وهلیم برای فلزات غیرآهنی مصرف می شود.در محیط گاز آرگون وبا شدت جریان بالا، قوس تمایل به ایجاد جوش انگشتی " fingering " دارد،اما در محیط گاز هلیم جوش مسطح تر است (شکل47-1) .



1-47): اثرگاز محافظ وقطب الکترود برروی نحوهٔ انتقال قطرات وشکل حوضچه جوش)شکل

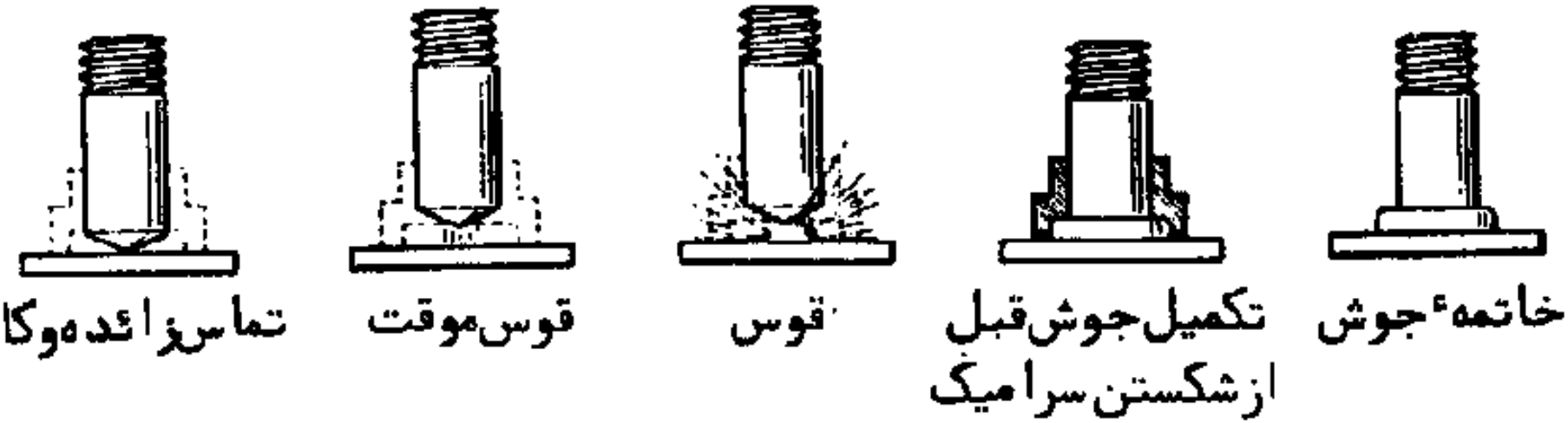
- درفلزات آهنی اضافه کردن 5% اکسیژن به گاز محافظ به انتقال آرامتر ومحوری تر قطرات مذاب کمک نموده وحوضچه جوش روانتر وخاصیت " خیس کنندگی wetting " بهتر ایجاد می شود، در نتیجه شکل باند جوش مسطح تروصاف تر می گردد.استفاده از اکسیژن در گاز محافظ وجود مواد اکسیژن زدا " Deoxidizer " در الکترود را ضروری می سازد.
- گاز CO2 گاه با آرگون واکسیژن در جوشکاری فولادهای معمولی وآلیاژی بکارگرفته می شود.
- نوع ترکیب گاز محافظ بر روی حرارت موثر برای ذوب جوش واحتمالا" بر روی سرعت سرد شدن جوش نیز تأثیرمی گذارد.ردیف گسترده ای از مخلوط گازهای آرگون ،CO2 ،واکسیژن در صنعت برای فلزات مختلف بکارمی رود، که برخی از آنها در جدول زیرملاحظه میگردد

مواد	گاز محافظ	ملاحظات
آلیاژهای آلومینیوم	1- آرگون	با جریان DC اتصال معکوس برای پاک کردن اکسید از روی سطح
آلیاژهای آمومینیوم-منیزیم	1- 75%هلیم-25%آرگون	حرارت بالا موجب کاهش تمایل ایجاد تخلخل شده،همچنین اکسید تمیز می شود.
فولاد زنگ نزن	1- آرگون با 1%اکسیژن 2- آرگون با 5%اکسیژن	با جریان DC قطب معکوس اکسیژن باعث بریدگی کنار جوش می شود. با جریان DC قطب مستقیم اکسیژن باعث پایداری قوس می شود.
منیزیم	1- آرگون	با جریان DC قطب معکوس اکسیدهای سطحی پاک می شود.
مس (اکسیژن زدائی شده)	1-75%هلیم- 25%آرگون 2- آرگون	خاصیت خیس کنندگی خوب ،با افزایش حرارت داده شده هدایت حرارتی جبران می شود.
فولادهای کم کربن	1- آرگون با 2% اکسیژن	اکسیژن موجب کاهش تمایل بریدگی کناره جوش میشود.
نیکل	1- آرگون	خاصیت خیس کنندگی خوب ،کاهش سیالیت فلزجوش
تیتانیم	1- آرگون	کاهش منطقه .H.A.Z وبهبود انتقال فلز
سیلیکون برنز	1- آرگون	کاهش تمایل به ترک برداشتن
آلومینیوم برنز	1- آرگون	نفوذکم، معمولا" بعنوان مواد رویه کاری استفاده میشود.

جدول(12-1): گاز محافظ برای فرآیند جوشکاری GMAW

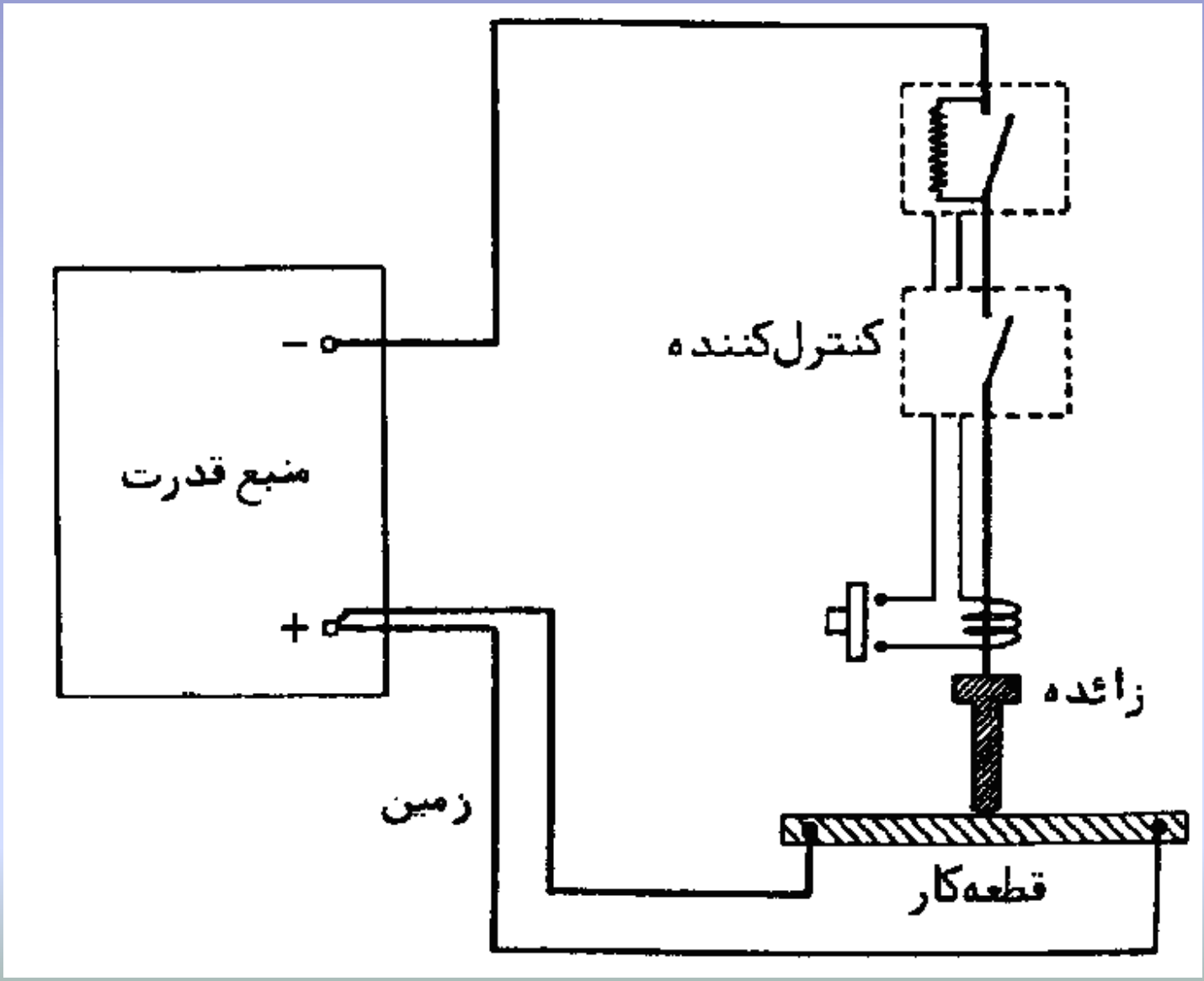
جوش قوس گل میخ
" Stud Arc Welding " SW

- جوشکاری قوسی گل میخ (زائده ای) بطور کلی به اتصال زائده فلزی به سطح کار با قوس الکتریکی گفته می شود.
- دراین روش انتهای زائده وسطح کار در اثر حرارت ناشی ار قوس الکتریکی بین آنها،ذوب موضعی شده ودراثرفشار وارد بر زائده در لحظه معین قوس قطع وزائده به حوضچه جوش در روی سطح کار فرو رفته وپس از انجماد عمل اتصال انجام می گردد.شکل(48-1) شمائی از مراحل این عملیات را نشان میدهد.



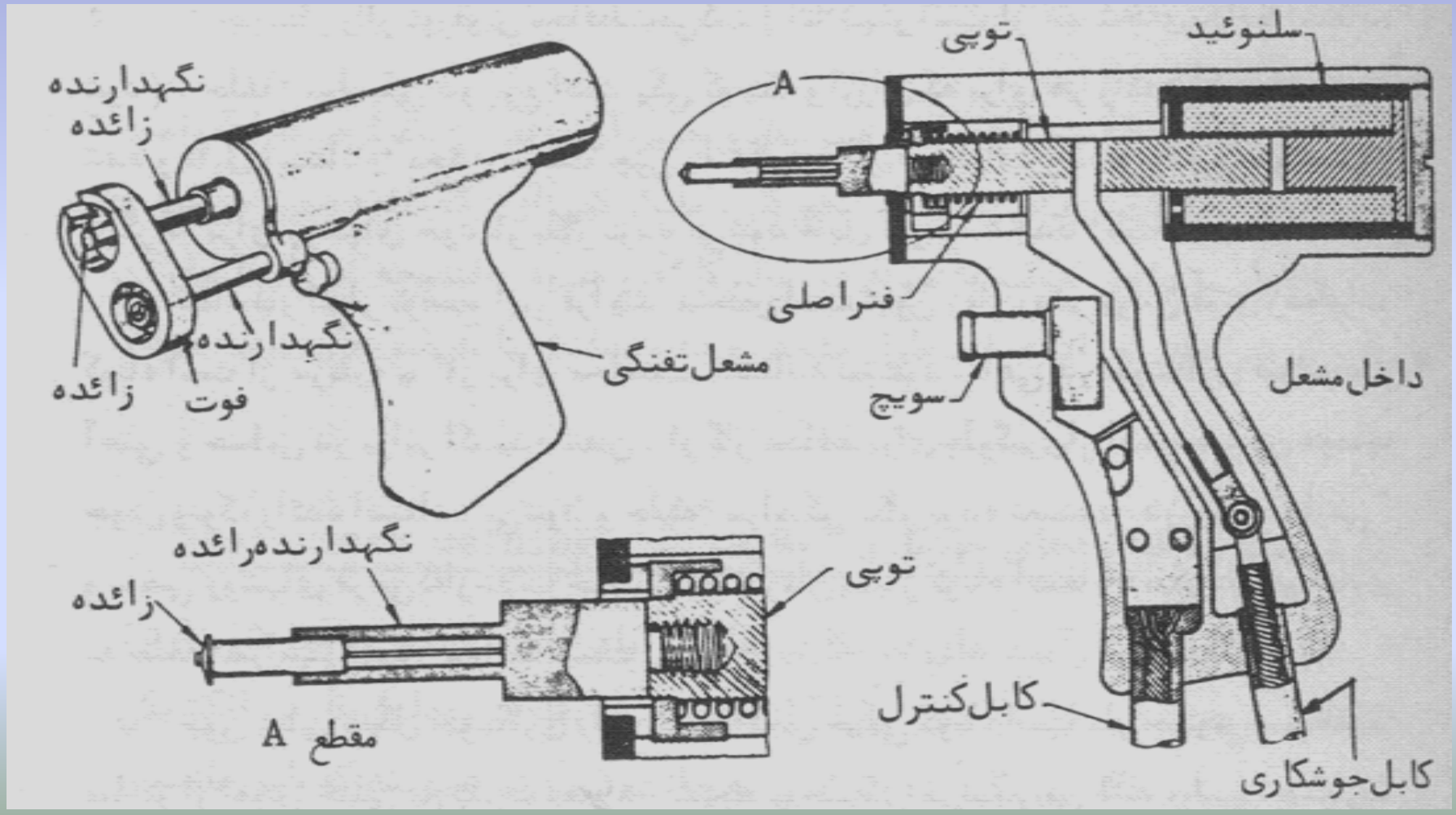
1-48): شمائی از مراحل عملیات جوشکاری زائده ای)شکل

تجهیزات این فرآیند مطابق شکل (49-1) شامل قسمتهای زیرمی باشد



1-49): نموداری از تجهیزات جوشکاری زائده ای)شکل

- ***مشعل هفت تیری (gun):*** *مشعل هفت تیری وظیفه نگهداشتن زائده و هدایت دقیق آن به طرف محل اتصال را انجام میدهد.دو نوع مشعل هفت تیری ثابت ومتحرک وجود دارد که شامل بدنه،مکانیسم بلند کننده زائده (سلونوئید،کلاچ وفنر)، گیره نگهدارنده زائده وحمایت کننده قابل تنظیم برای حلقه سرامیکی می باشند(شکل 50-1).*



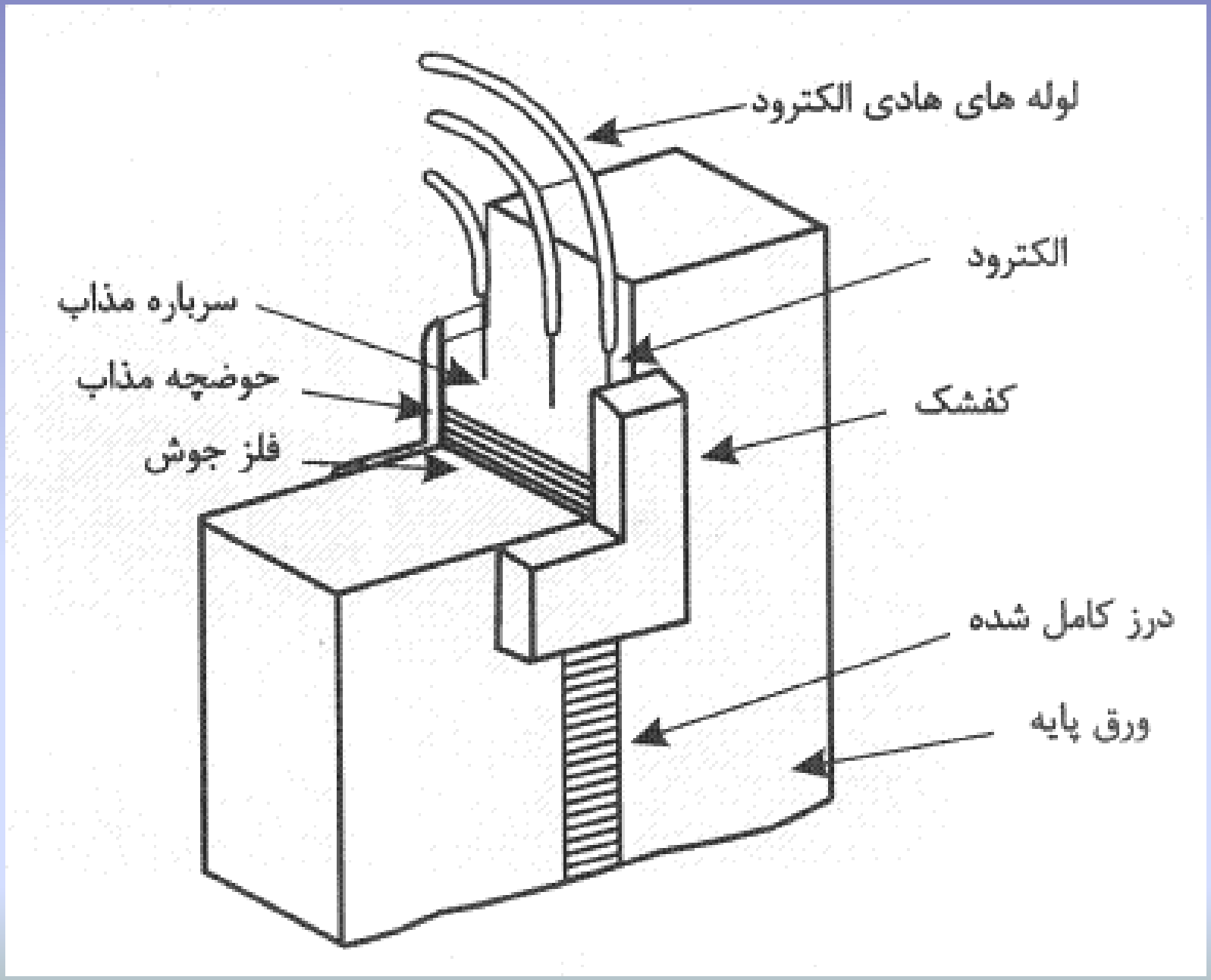
- ***واحد کنترل :*** *واحد کنترل شامل اتصال دهندهٔ مناسب برای قطع و وصل جریان ویک زمان سنج الکتریکی است.*
- ***حلقهٔ سرامیکی مخصوص " Ferrules " :*** *حلقهٔ سرامیکی که در اغلب جوشکاری های زائده ای با قوس بکارمی رود،می تواند در مشعل هفت تیری بر روی زائده ودر وضعیت مورد نظر نصب شود.حلقه سرامیکی چند عمل را انجام می دهد:*
- *تمرکز حرارت قوس در موضع معین بر روی سطح کار.*
- *ممانعت از نفوذ جریان هوا به موضع جوش وکمک به جلوگیری ازاکسیدشدن فلزجوش*
- *هدایت فلز جوش وممانعت از جاری شدن وپخش شدن ذرات مذاب به اطراف.*
- *محافظت جوشکار از نور قوس.*

حلقهٔ سرامیکی دو نوع است ،یکی کوچک وارزان که برای هرزائده یک عددمصرف میشودوقابل استفاده مجددنیست چون با شکستن آن از اطراف زائده جدا می شود.نوع دیگرکه برای روشهای خودکاربکاربرده می شود،قابل کاربردمجدد است.

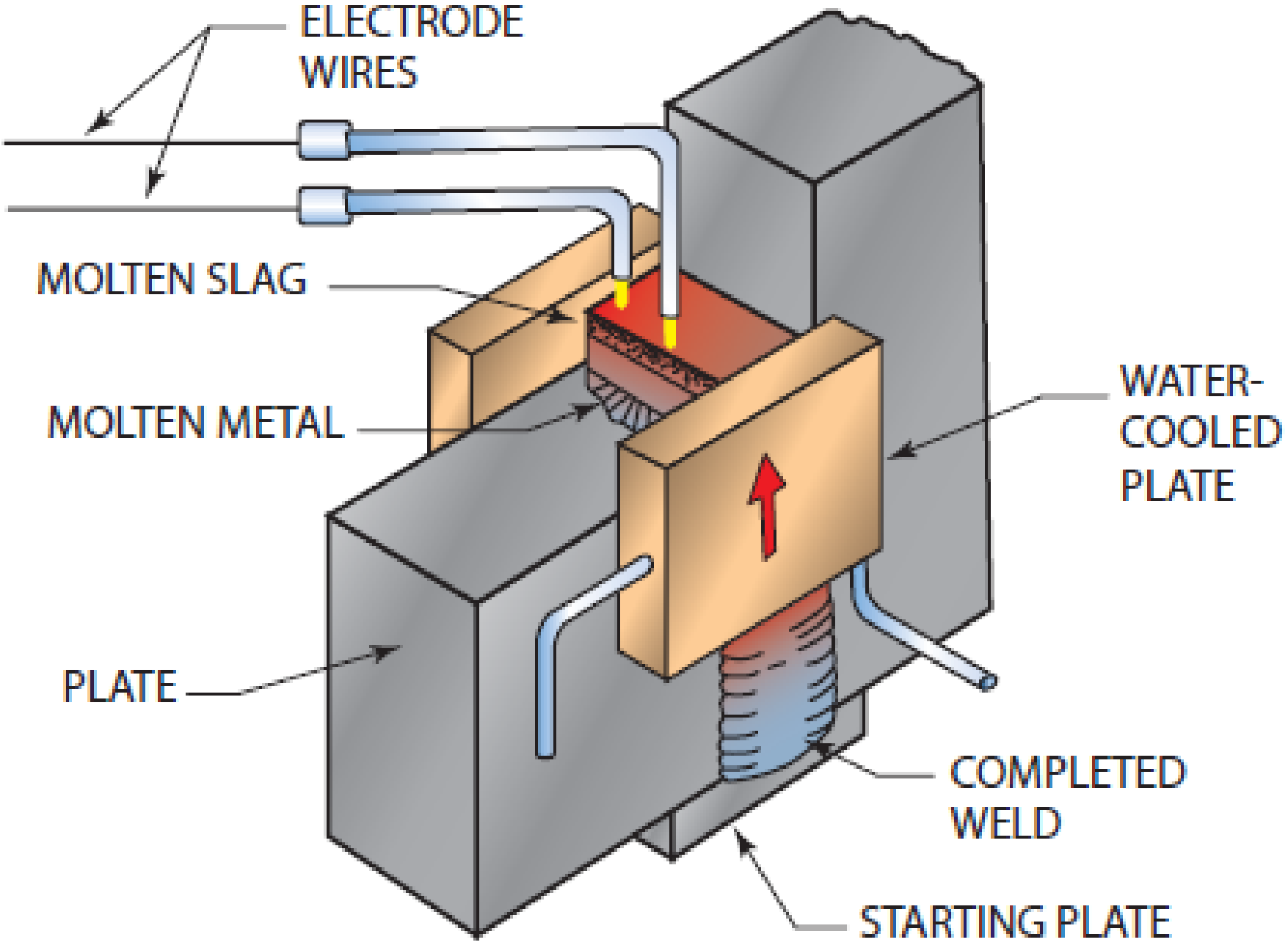
- ***کابل ومنبع انرژی :*** *دو نوع منبع قدرت بکار میرود:*
- *منبع قدرت d.c. که میتواند ژنراتور یا ترانسفورماتور-یکسوکننده باشد.*
- *منبع قدرت بشکل یک خازن ذخیره ائی است که تخلیه آن ، قدرت لازم برای ایجاد قوس در زمان کوتاه را فراهم می کند،که اصطلاحا" به "Capacitor Discharge" موسوم می باشد.*
- در این فرآیند ابتدا قوس در انتهای زائده در اثر ذوب وبخار شدن نوک زائده ،که در تماس با سطح کار است،بوجود می آید.پس از ایجاد قوس مقداری زائده به عقب کشیده می شود وپس از چند لحظه که قطرهٔ مذاب درنوک زائده وحوضچه جوش درسطح کار بوجود آمد،زائده با فشار فنردر حوضچه جوش فرو میرود.
- همانطوریکه اشاره شد،چون زمان روشن بودن قوس وعملیات کوتاه است ،ازسرباره یا گاز برای محافظت استفاده نمی شود.گاهی در جوشکاری فلزات غیرآهنی وحساس در برابراکسیده شدن، از گاز محافظ نیز استفاده می شودوحلقهٔ سرامیکی دیگر بکار نمی رود.در روش " خازنی " وبعضی روشهای فرعی که ازشدت جریان بالا وزمان بسیار کوتاه استفاده میگردد نیزنیازی به حلقهٔ سرامیکی وگاز محافظ نیست.

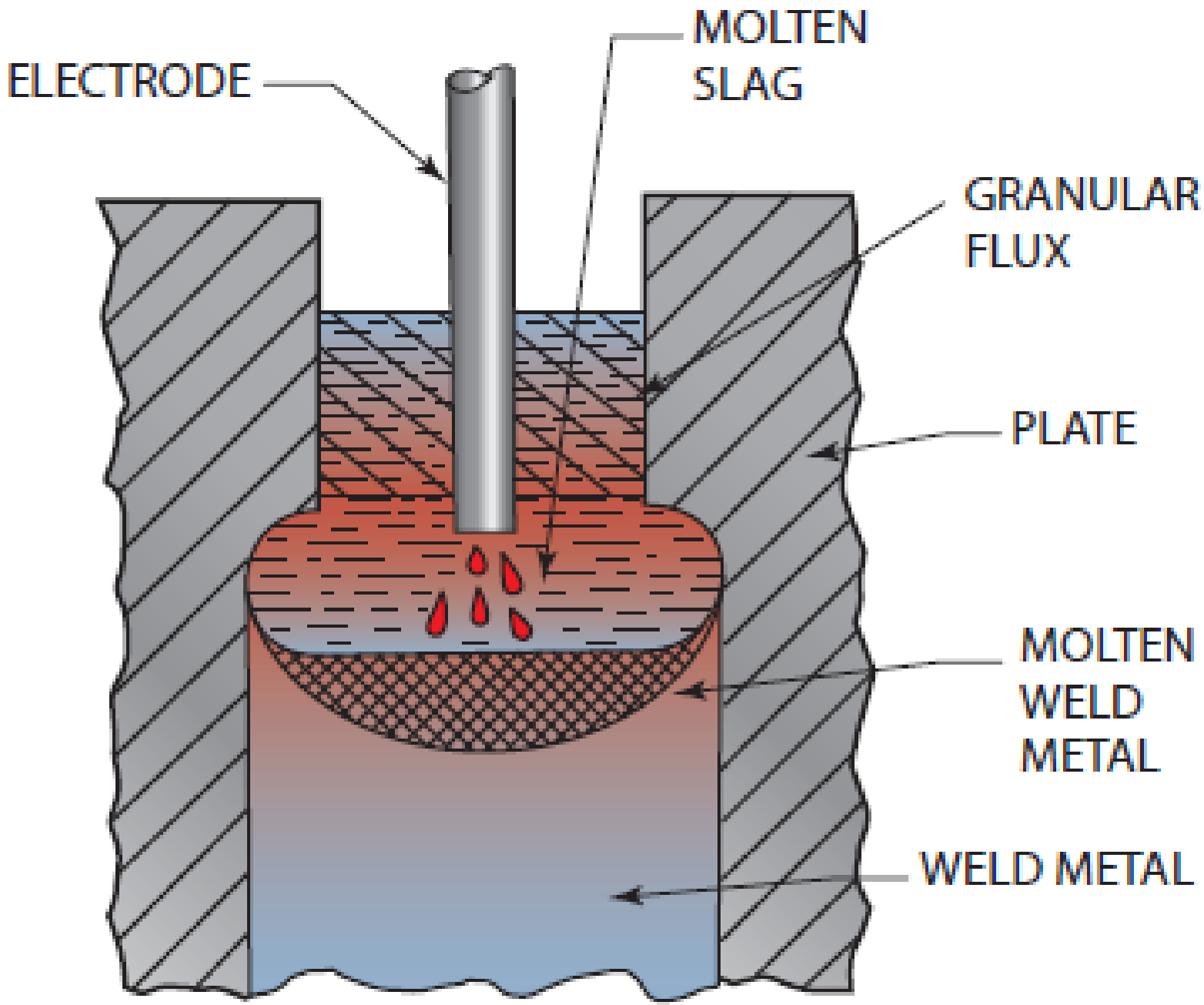
جوشکاری سرباره الکتریکی
" Electro slug welding "

- در این روش فلاکس (سرباره)که در ابتدا در اثر قوس الکتریکی موقت بصورت مذاب در آمده ،نقش مقاومت الکتریکی را ایفاء کرده وبا عبور جریان ازآن ، حرارت لازم برای ذوب الکترود مصرفی وسطوح لبه های قطعات اتصال فراهم می شود.حوضچه جوش مطابق شکل (1-51) بین سطوح لبه های قطعه کاروکفشک های مسی محصور می باشد.مسیر پیشرفت عملیات جوشکاری در امتداد قائم وهمزمان با آن عملیات انجماد نیزشبیه ریخته گری مداوم ادامه می یابد .

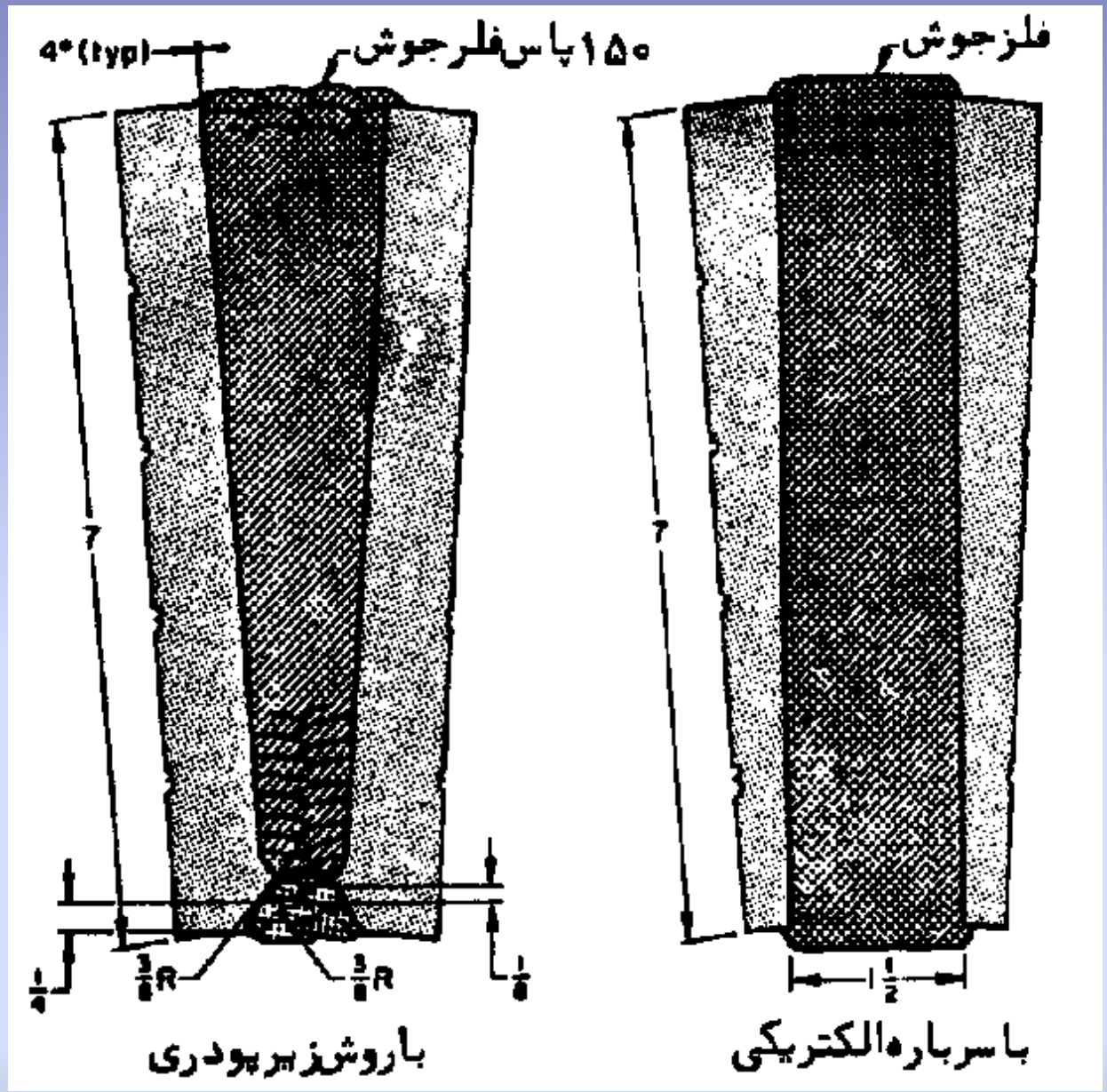


شکل(51-1): شمائی ازنحوهٔ جوشکاری دو ورق ضخیم به روش سربارهٔ الکتریکی


ELECTRODE WIRES
MOLTEN SLAG
MOLTEN METAL
WATER-COOLED PLATE
PLATE
COMPLETED WELD
STARTING PLATE

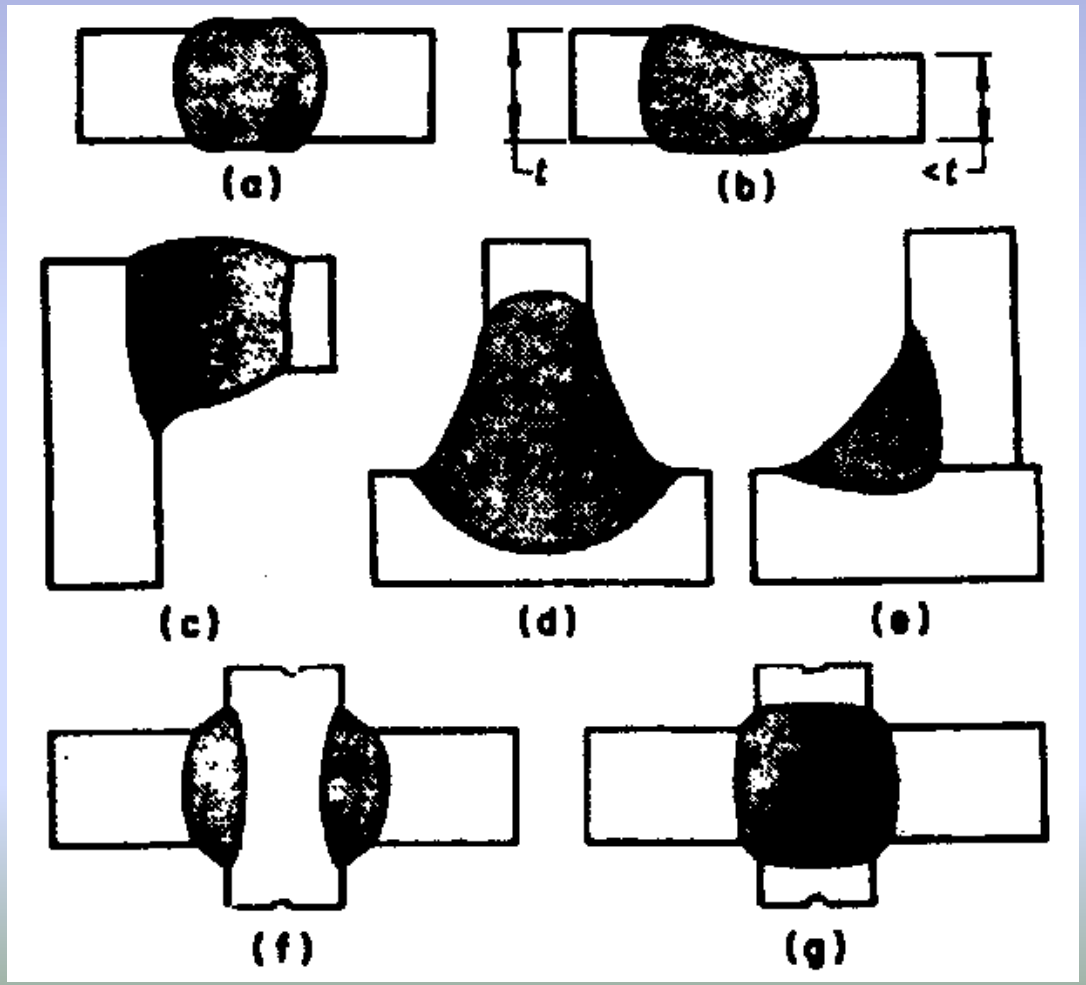

ELECTRODE
MOLTEN SLAG
GRANULAR FLUX
PLATE
MOLTEN WELD METAL
WELD METAL

- جوشکاری سرباره الکتریکی یکی از متداول ترین فرآیندهای جوشکاری برای اتصالات ورق های خیلی ضخیم اسکلت های فلزی بزرگ ، دیگهای تحت فشار قوی،بدنۀ پرسهای سنگین، چرخهای غلطک های راهسازی وموارد مشابه است .جوشکاری ورقهائی با ضخامت زیاد با دیگر فرایندها مستلزم پخ سازی وعبور چندین پاس می باشد.در روش سرباره الکتریکی هرورق با هر ضخامت، بدون پخ سازی بطور قائم کنار یکدیگر قرارداده شده وهمانطور که گفته شد بطور قائم ویک ردیفی جوش داده می شوند.در نتیجه اتصال ورقهای ضخیم با این فرآیند کاملا" اقتصادی ومقرون به صرفه است.در شکل (52-1) جوشکاری یک ورق ضخیم به روش جوشکاری سربارۀ الکتریکی با روش زیرپودری مقایسه می شود.



شکل(52-1): مقایسه دو مقطع جوش یک ورق ضخیم با دو روش جوشکاری

- ورقهائی با ضخامت 37 میلیمتر تا 300 میلیمتر را براحتی میتوان جوش داد.ورقهای نازکتر تا 18 میلیمتر نیزدر این روش گاه اقتصادی است.صفحات تا ضخامت 900 میلیمتر نیز با دستگاه ههای ویژه این روش قابل جوشکاری است.با تغییر در طرح کفشکها میتوان انواع مختلف اتصال های نبشی،سپری وغیره را مطابق شکل (53-1) جوش داد.



عوامل موثر در جوشکاری سربارهٔ الکتریکی

- **1-منبع قدرت** – منبع قدرت می تواند ترانسفور ماتور برای جریان متناوب ویا ژنراتور و ترانسفور ماتور- یکسوکننده برای جریان یکنواخت باشد.جریان متناوب بخاطر پایداری کمتر قوس مخصوصا" در ولتاژ پایین ترجیح داده می شود.
- **2-شدت جریان و ولتاژ** – بسته به اندازه محل اتصال وتعداد الکترودهای بکار گرفته شده،شدت جریانی تا 10000 آمپر نیز ممکن است بکار رود.منبع قدرت باید حداقل شدت جریانی معادل 200 آمپر در هر اینچ مربع مقطع الکترود را تأمین نماید.در جریان یکنواخت الکترود به قطب مثبت وصل می شود.برای ایجاد حرارت لازم در لایهٔ سرباره ولتاژی بیش از روش قوس زیر پودری نیاز است(حدود 55-40 ولت).
- **3-الکترود** – الکترود معمولا" شامل مقداری عناصر اکسیژن زدا بوده وشبیه سیم الکترود.S.A.W با پوشش نازک مس تولید می شود.الکترود به صورت مفتولی ، لوله ای وگاه بصورت ورقه ای نیز تهیه ومصرف می شود

4- فلاکس یا پودر جوشکاری - در این روش از نوع مخصوصی فلاکس یا پودر با ترکیب شیمیائی خاص استفاده می شود که اصولا" قلیائی بوده وشامل ترکیباتی نظیر اکسیدهای کلسیم، منگنز، آلومینیوم، سیلیسیم، منیزیم، تیتانیم وهمچنین فلوراید کلسیم می باشد.کلسیم فلوراید برای جلوگیری از ایجاد قوس، ایجاد مقاومت الکتریکی مناسب وروان کردن اضافه می شود.اکسید تیتانیم مقاومت الکتریکی را کم اما اکسید آلومینیوم زیاد می کند.فلاکس مذاب هادی جریان الکتریکی است ولی در حالت جامد عایق می باشد،به همین دلیل برای شروع عملیات جوشکاری وبرای ایجاد حمام مذاب سرباره، قوس الکتریکی لازم است.بطور کلی فلاکس باید دارای خصوصیات زیرباشد :

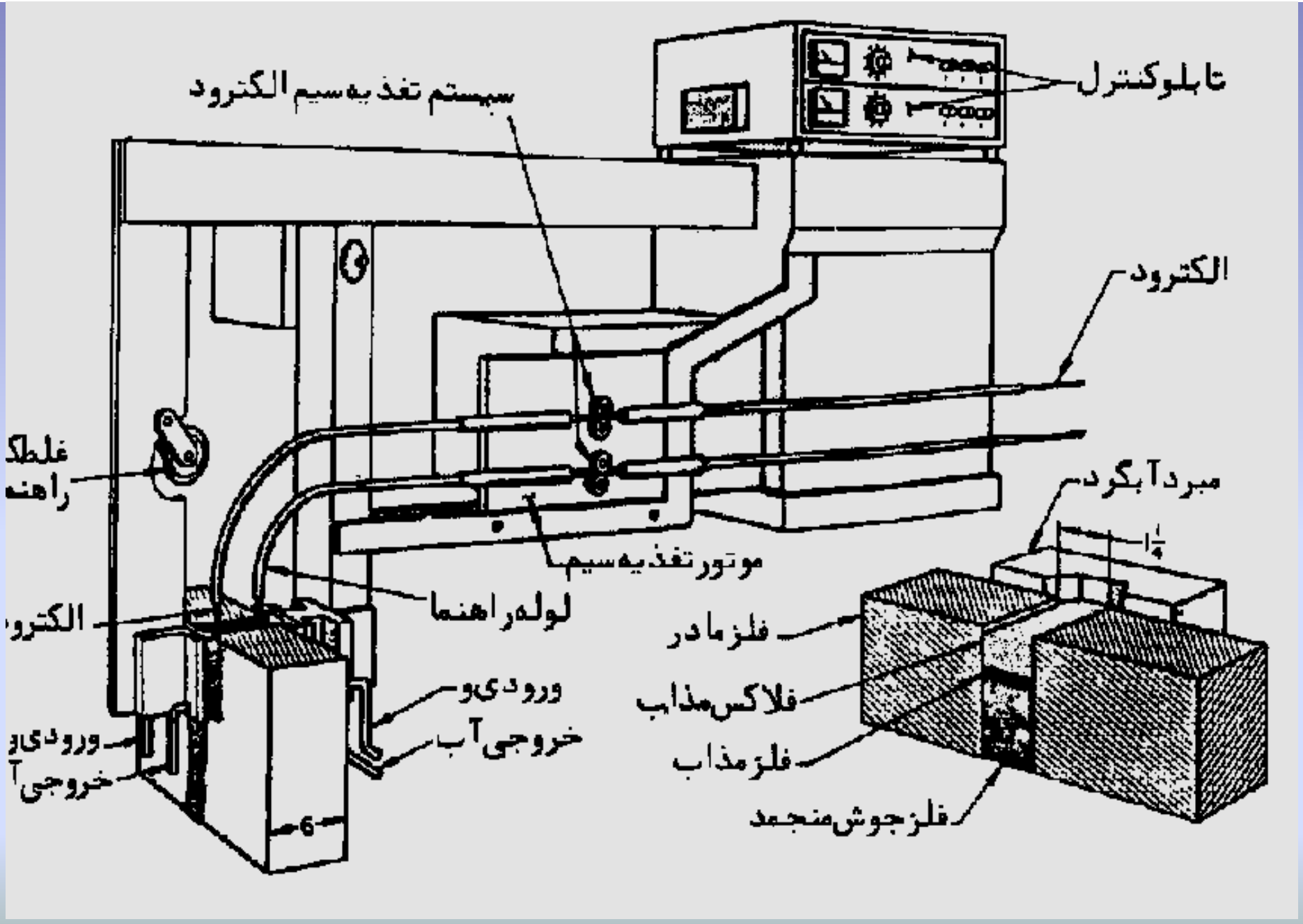
- - قابلیت هدایت الکتریکی کافی داشته باشد.
- - دارای ویسکوزیتهٔ مناسب وهمگن باشد.ویسکوزیتهٔ بالا باعث محبوس شدن ذرات سرباره وگاز در جوش می شود.بلعکس ویسکوزیتهٔ پایین منجر به جریان یافتن یا روان شدن سرباره از درزهای بین کفشکها وسطوح می شود.
- - دارای نقطهٔ ذوب پایین تر از نقطهٔ ذوب فلز باشد.
- - از نظر متالورژیکی باید با ترکیب جنس قطعه کار مناسب باشد.بعنوان مثال برای فولادهای کربنی فلاکسهای بازی یا قلیائی پیشنهاد می شود.
- -سرباره حاصل از ذوب فلاکس پس از انجماد براحتی از سطح فلز جوش جدا شود.

5- لوله اتصال یا راهنما *– روش سرباره الکتریکی از نظر نوع لوله اتصال به دو نوع تقسیم می شود:*

- *الف-) <u>لوله راهنمای غیر مصرفی</u>*
- *ب)- <u>لولۀ راهنمای مصرفی</u>*

الف)- لوله راهنمای غیر مصرفی

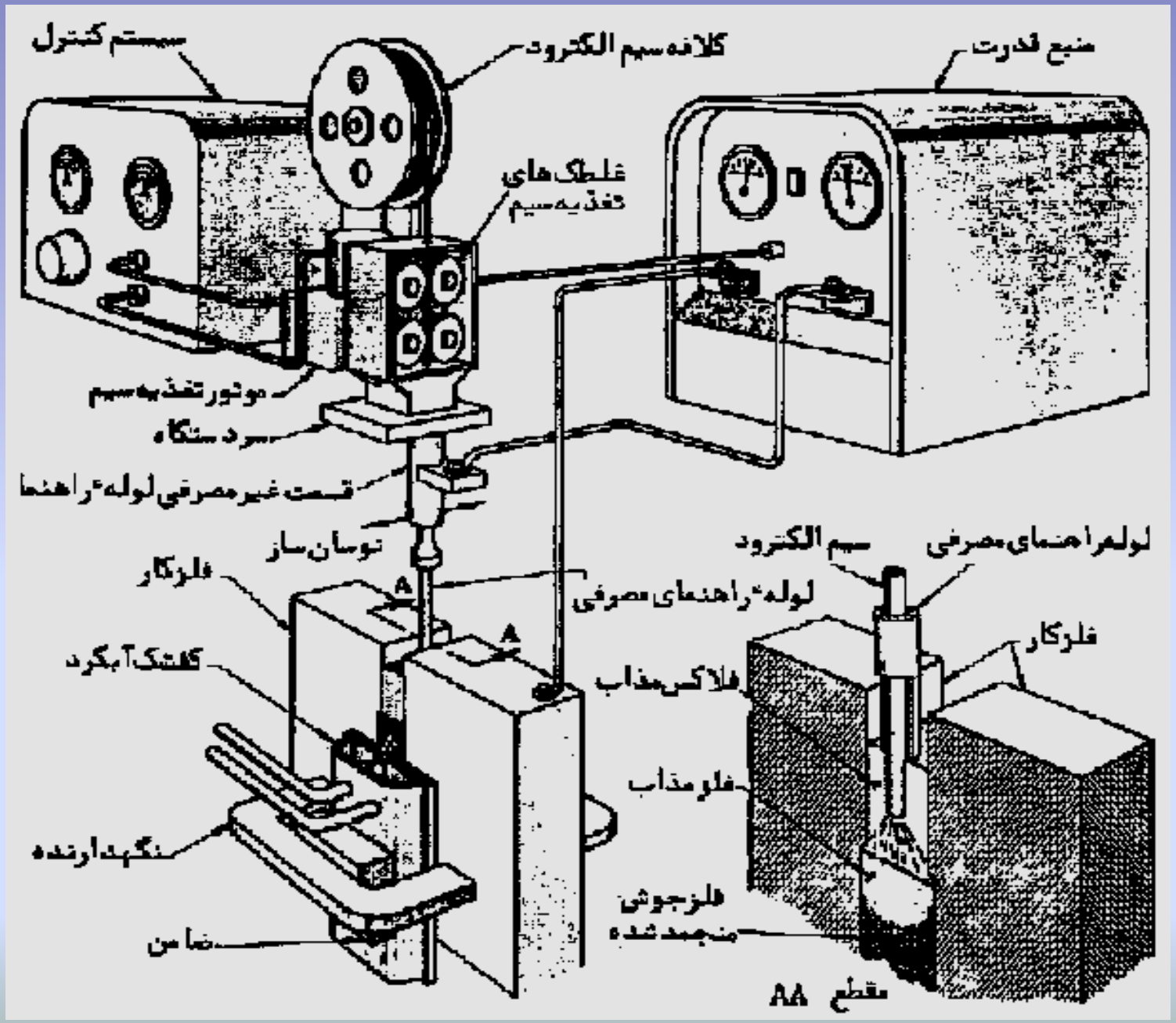
- : مطابق شکل (1-54) لوله راهنما بفاصله کمی(1-5 سانتیمتر)بالای سرباره مذاب قرارگرفته واین فاصله توسط دستگاه جوش کنترل می شود.این لوله متناسب با سرعت پیشروی جوش یا نرخ رسوب بطرف بالا حرکت می کند ودر صورت لزوم برای توزیع یکنواخت حرارت، نوسانات مخصوص وحرکتهای عرضی در سرتاسر شکاف اتصال دارد.سرعت حرکت لولهٔ راهنما ونرخ غذا دادن سیم الکترود بطور خودکاریا توسط جوشکار متناسب با متغیرهای جوشکاری ، نرخ رسوب وشرایط کار تنظیم می شود.



شکل(54-1): فرآیند جوشکاری سربارهٔالکتریکی با لولهٔ راهنمای غیرمصرفی

ب)- لولهٔ راهنمای مصرفی :

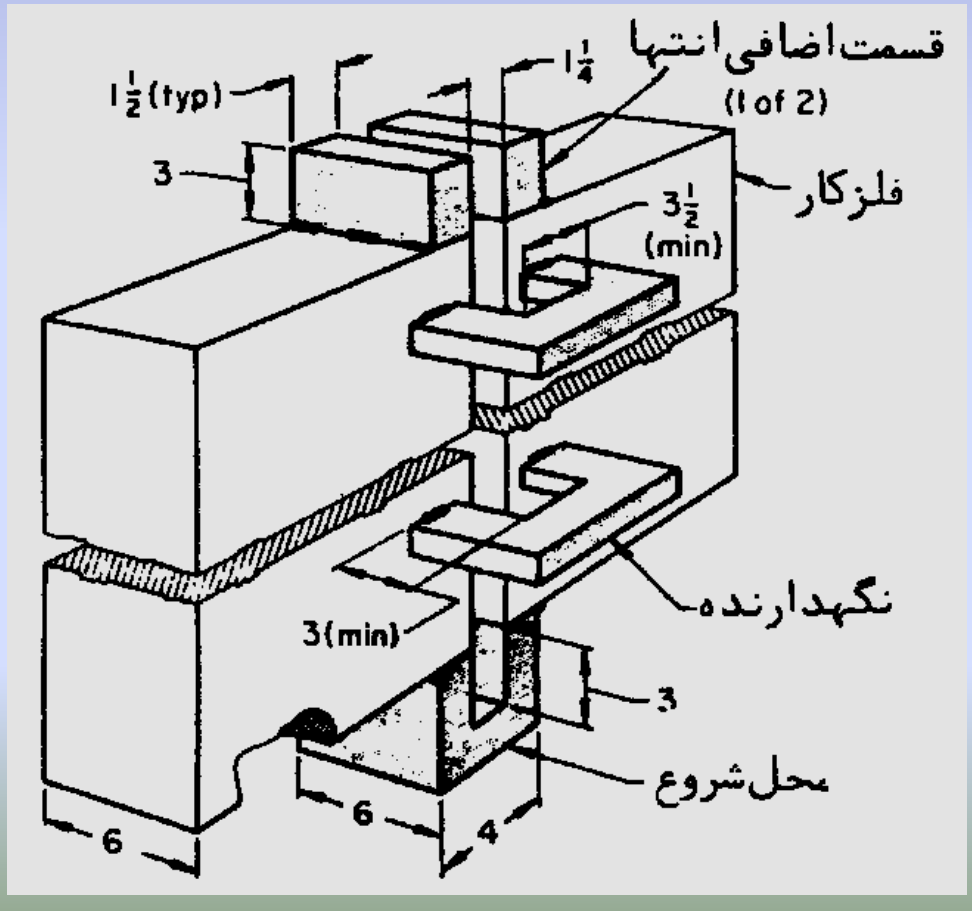
- در این حالت مطابق شکل (55-1) قسمت سر دستگاه جوشکاری در ضمن عملیات در امتداد قائم حرکت نمی کندو همزمان با پیشرفت حوضچه جوش، لولهٔ راهنما نیز ذوب شده و همانند الکترود جزئی از فلز جوش در شکاف اتصال می شود.



شکل)55-1): جوشکاری سربارهٔ الکتریکی با الکترود و لولهٔ راهنمای مصرفی

نکات فنی وتکنیکی در جوشکاری سربارهٔ الکتریکی

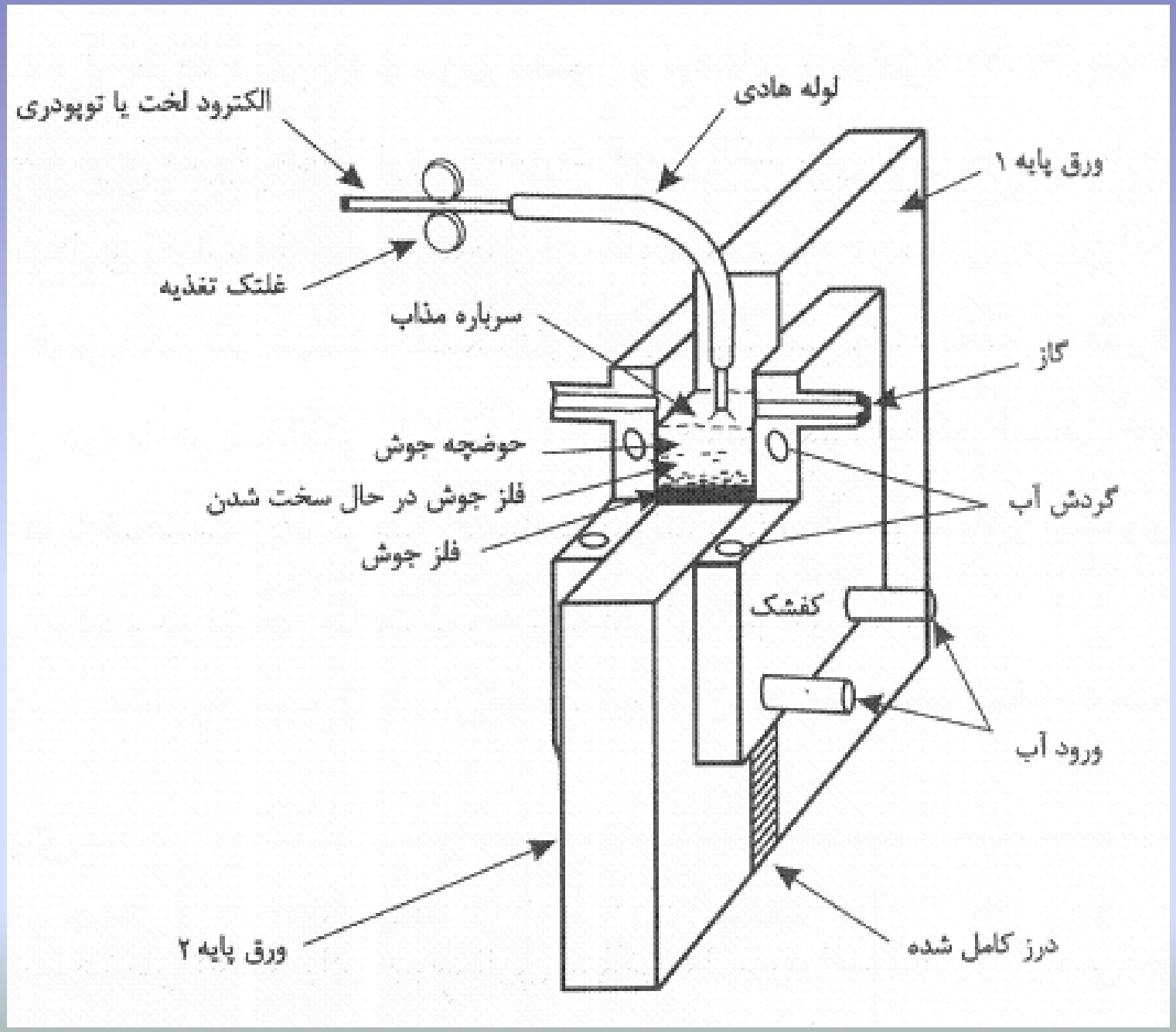
- قراردادن صحیح قطعات کنار یکدیگر، رعایت فاصله لازم بین دو قطعه (بین 28 تا 30 میلیمتر) بسته به ضخامت ورق ، استفاده از نگهدارنده هائی به شکل Cیا U (strong bacd) جهت تثبیت اجزاء در صورت لزوم مطابق شکل (56-1) ، اتصال ورقهای اضافی کوچک در ابتدا (starting trough) وانتهای (run off tab) مسیرجوشکاری به منظور حفظ حالت پایدار جوش



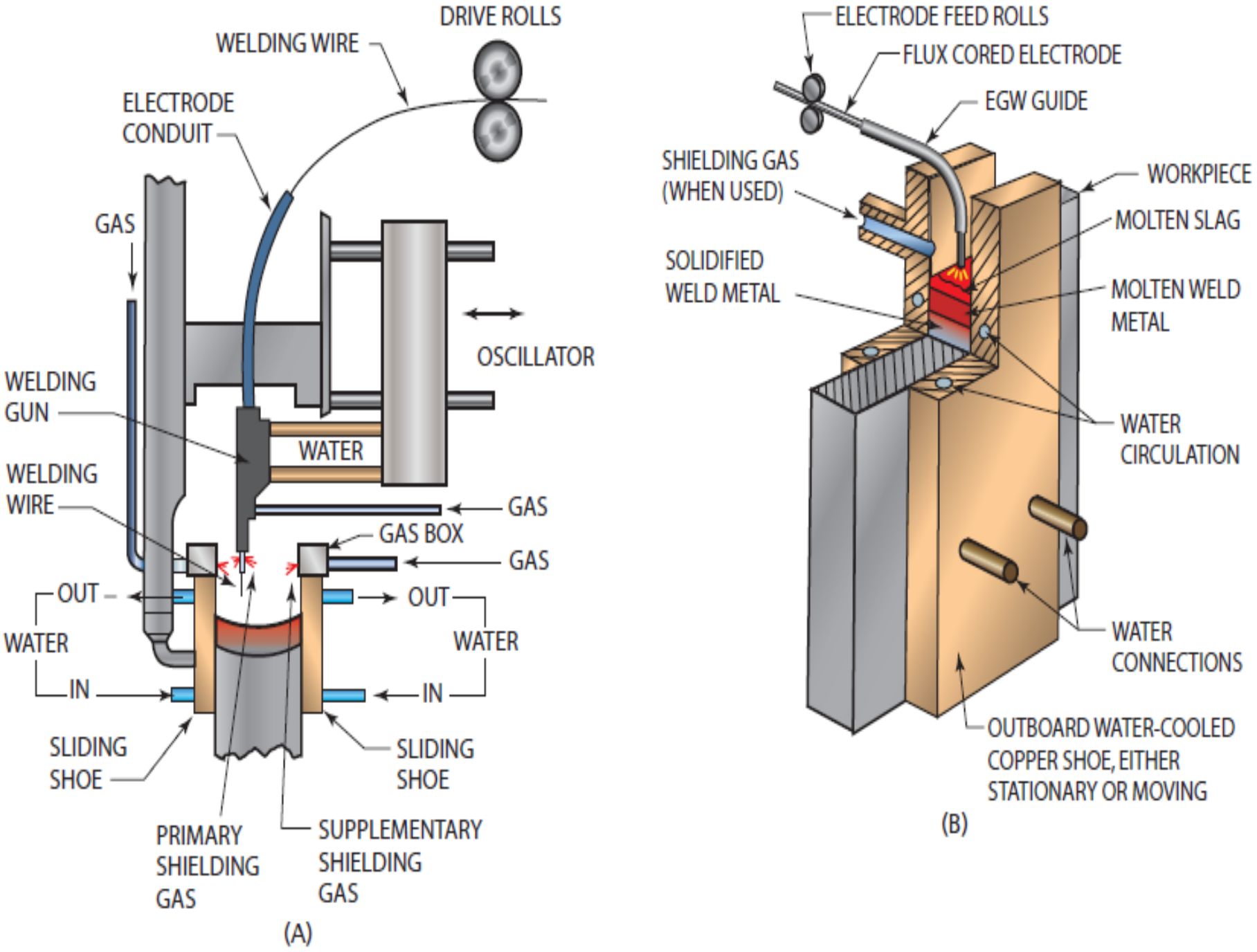
- ـ تنظیم کردن دستگاه شامل عملیات : کنترل کفشکها، نرخ غذا دادن الکترود(wire-feed rate) ،ولتاژ،سرعت جریان،سرعت وفاصله نوسانات لوله اتصال متناسب با اندازه الکترود،میزان نرخ رسوب وضخامت ورق ودبی آب سرد
- ـ برای شروع عملیات جوشکاری ابتدا با کمک گلوله ای از پشم فولاد وتماس سیم الکترود بر روی آن ووصل جریان الکتریکی قوس ایجاد می شود.سپس مقداری پودر(گاهی از پودر مخصوص ویا پودر جوش .S.A.W) بر روی قوس ریخته وبه محض اینکه فلاکس ذوب شد صدای قوس خفه می شود.پس از چند لحظه با اضافه کردن بیشتر پودر .E.S.W ،قوس خاموش شده ولایه ای از حمام سربارۀ هادی با درجه حرارتی در حدود 1700-2400 درجه سانتیگراد،که به مراتب پایین تر از درجه حرارت قوس است، بوجودآمده وعملیات اصلی جوشکاری ادامه می یابد.جریان الکتریکی از طریق لولۀ راهنما " guide tube " با الکترود وصل شده وازحمام مذاب سربارۀ هادی عبور می کند.
- ـ برای شروع آرام به ویژه هنگام استفاده از پودر شروع مخصوص ، بهتر است در ضمن عملیات،ولتاژراافزایش وآمپر را کاهش داد.بعضی مواقع لازم است درحین جوشکاری شدت جریان ونرخ غذادادن سیم مجددا" تنظیم گردد.

جوشکاری گاز الکتریکی
" Electro-gas welding "

- این روش شباهت زیادی به روش جوشکاری سربارهٔ الکتریکی دارد با این تفاوت که اولا" حرارت توسط قوس الکتریکی تأمین می شود (نه مقاومت سرباره)وثانیا" فقط از جریان یکنواخت استفاده میگردد.
- در این روش حوضچه جوش توسط گازخنثی تظیر آرگون ویا گازهائی که نسبت به مذاب بی اثر هستند نظیر CO_2 ویا مخلوطی از آنها (80 درصد آرگون و20 درصد CO_2) که از اطراف لولهٔ اتصال وکفشکها دمیده می شود،محافظت میگردد.مطابق شکل (1-57)امتداد مسیر اتصال به طور قائم بوده وحوضچه مذاب فلز جوش در بین سطوح اتصال وکفشکها ئی که توسط جریان آب خنک نگهداشته می شوند،قرار می گیرد.کفشکها همراه با پیشرفت جوشکاری به سمت بالا حرکت می نمایند ودر نتیجه مذاب از دو طرف بطور کامل محصور شده واز ریزش آن جلوگیری می شود.الکترودها لخت ویا پوشیده از فلاکس می باشند.
- این روش معمولا" برای اتصال ورقهای 12 یا 75 میلیمتر،در کشتی سازی وساخت مخازن ذخیره ای (Storage tanks) بکارگرفته می شود.چون حرارت توسط قوس الکتریکی ایجاد میگردد،عملیات جوشکاری می تواند با سرعت بیشتری نسبت به روش E.S.W. انجام شودودرنتیجه منطقهٔ متاثر از جوش باریکتروبا خواص بهتری است



شکل(57-1): نحوهٔ جوشکاری دو ورق به روش جوشکاری گاز الکتریکی


DRIVE ROLLS
WELDING WIRE
ELECTRODE CONDUIT
GAS
OSCILLATOR
WELDING GUN
WATER
WELDING WIRE
GAS
GAS BOX
GAS
OUT
OUT
WATER
WATER
IN
IN
SLIDING SHOE
SLIDING SHOE
PRIMARY SHIELDING GAS
SUPPLEMENTARY SHIELDING GAS
(A)
ELECTRODE FEED ROLLS
FLUX CORED ELECTRODE
EGW GUIDE
SHIELDING GAS (WHEN USED)
WORKPIECE
MOLTEN SLAG
SOLIDIFIED WELD METAL
MOLTEN WELD METAL
WATER CIRCULATION
WATER CONNECTIONS
OUTBOARD WATER-COOLED COPPER SHOE, EITHER STATIONARY OR MOVING
(B)