بسم الله الرحمن الرحيم

آشنائی با اتصالات در سازههای فولادی
فرآیندهای جوشکاری و

اتصالات جوشی

مقدمه

دراتصال اجزاء به منظوردستیابی به قطعات بزرگتر روشهای زیربکارگرفته می شود.

الف - روشهای مکانیکی *(پیچ ، پرچ ، میخ ، خار، گیره و...)*

ب - روشهای متالورژیکی *(عملیات جوشکاری Welding،لحیم کاری سخت Brazing (نقطه ذوب فلزپرکننده زیرفلزپایه است)ولحیم کاری نرم Soldering (فلزپرکننده نقطه ذوب زیر400 درجهٔ سانتیگراد دارد))*

ج - روشهای شیمیائی *(چسبهای معدنی وآلی و...)*

رده بندی براساس نوع اتصال

- ***روشهای اتصال موقت*** *(پیچ ومهره ، پین ، خار و...)*
- ***روشهای اتصال نیمه موقت*** *(پرچ ، لحیم کاری نرم soldering و بعضی چسبها)*
- ***روشهای اتصال دائم*** *(جوشکاری ،لحیم کاری سخت brazing، چسبهای معدنی و آلی)*

تعریف جوش

جوش ایده ال به محل اتصالی اطلاق میگرددکه نتوان آن موضع راازقسمتهای دیگرفلزات اصلی Base metal تشخیص داد.هرچند دستیابی به جوش ایده ال عملا" مقدورنمی باشد،لیکن خواص محل اتصال وکیفیت جوش رامی توان آنقدر افزایش دادکه درعمل کاملا" رضایتبخش باشد.کیفیت جوش به عوامل زیربستگی دارد؛

- ***نوع فلزات یا آلیاژها***
- ***روش جوشکاری***
- ***موادمصرفی***
- ***تکنیک عملیات جوشکاری***
- ***نوع اتصال***
- ***پارامترهای جوشکاری وعوامل جنبی دیگر***

جوش پذیری خوب نیز به عواملی نظیر

- ***نوع فرآیند جوشکاری Type of welding process***
- ***محیط Environment***
- ***ترکیب شیمیائی آلیاژ Alloy composition***
- ***طراحی اتصال واندازه آن Joint design and size***

بستگی دارد.

جدول(1-1) : محدوده ترکیبات غیرآهنی فولاد برای حصول قابلیت جوشکاری مناسب

عنصر	دامنه مناسب(درصد)	مقدارحداکثر(درصد)
کربن (C)	0.06-0.25	0.35
منگنز (Mn)	0.35-0.8	1.4
سیلیسیم (Si)	0.1	0.3
سولفور (S)	0.035	0.05
فسفر (P)	0.03	0.04

جدول(2-1): تاثیرعناصر برخواص فولاد

عنصر	نوع تأثیر
کربن	ارزانترین عامل استحکام دهنده به فولاد،عامل کاهش شکل پذیری فولاد
منگنز	افزایش دهنده استحکام وسختی فولاد
نیکل	افزایش استحکام بدون کاهش شکل پذیری، عامل افزایش مقاومت به ضربه(چقرمگی)
کروم	افزایش دهنده استحکام ومقاومت دربرابرخوردگی
مولیبدن	افزایش مقاومت کششی فولاد دردماهای بالا
وانادیم	ریزکننده دانه ها وافزایش دهنده استحکام

فصل اول

فرآیندهای جوشکاری

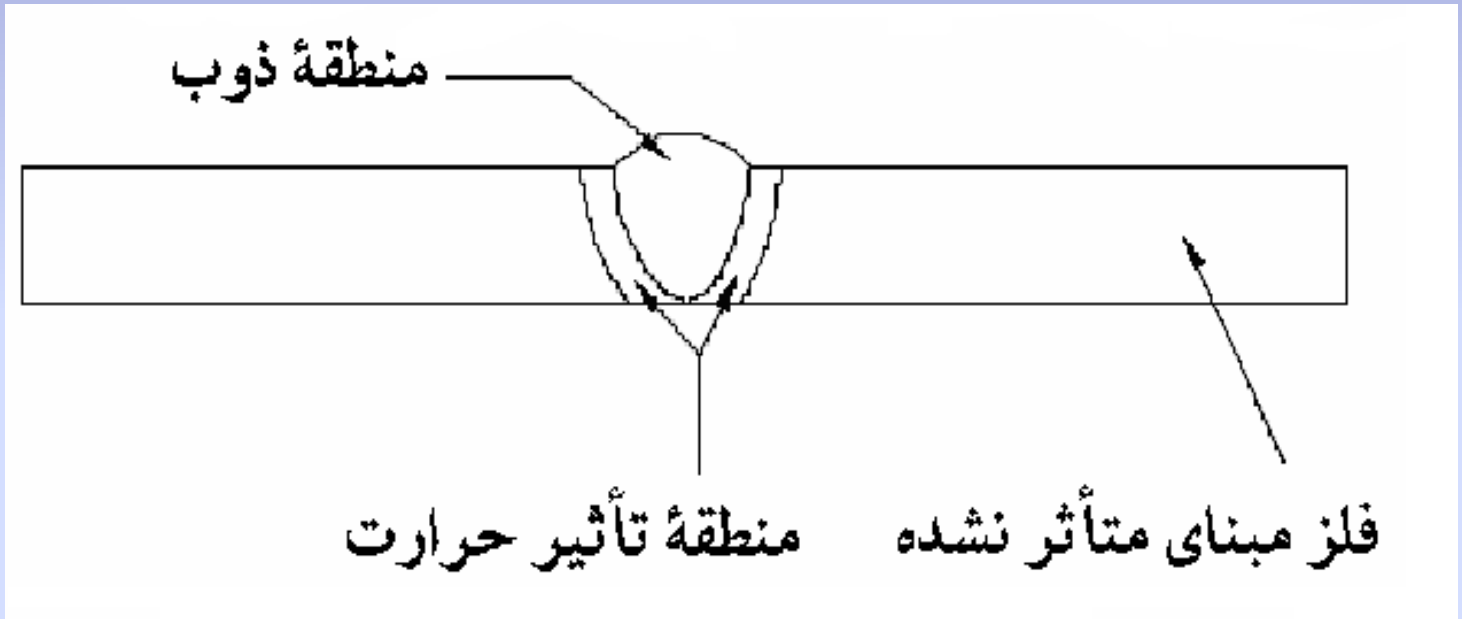
فرآيندهاي جوشكاري

- ***جوشکاری فرآیندی است که درآن جهت اتصال دائمی قطعات فلزی(یا غیرفلزی)به یکدیگر،محل اتصال به روش مناسبی ذوب(یاروش غیرذوبی)وبااستفاده ازماده مناسبی(یابدون استفاده ازماده پرکننده)پرمی شود.***

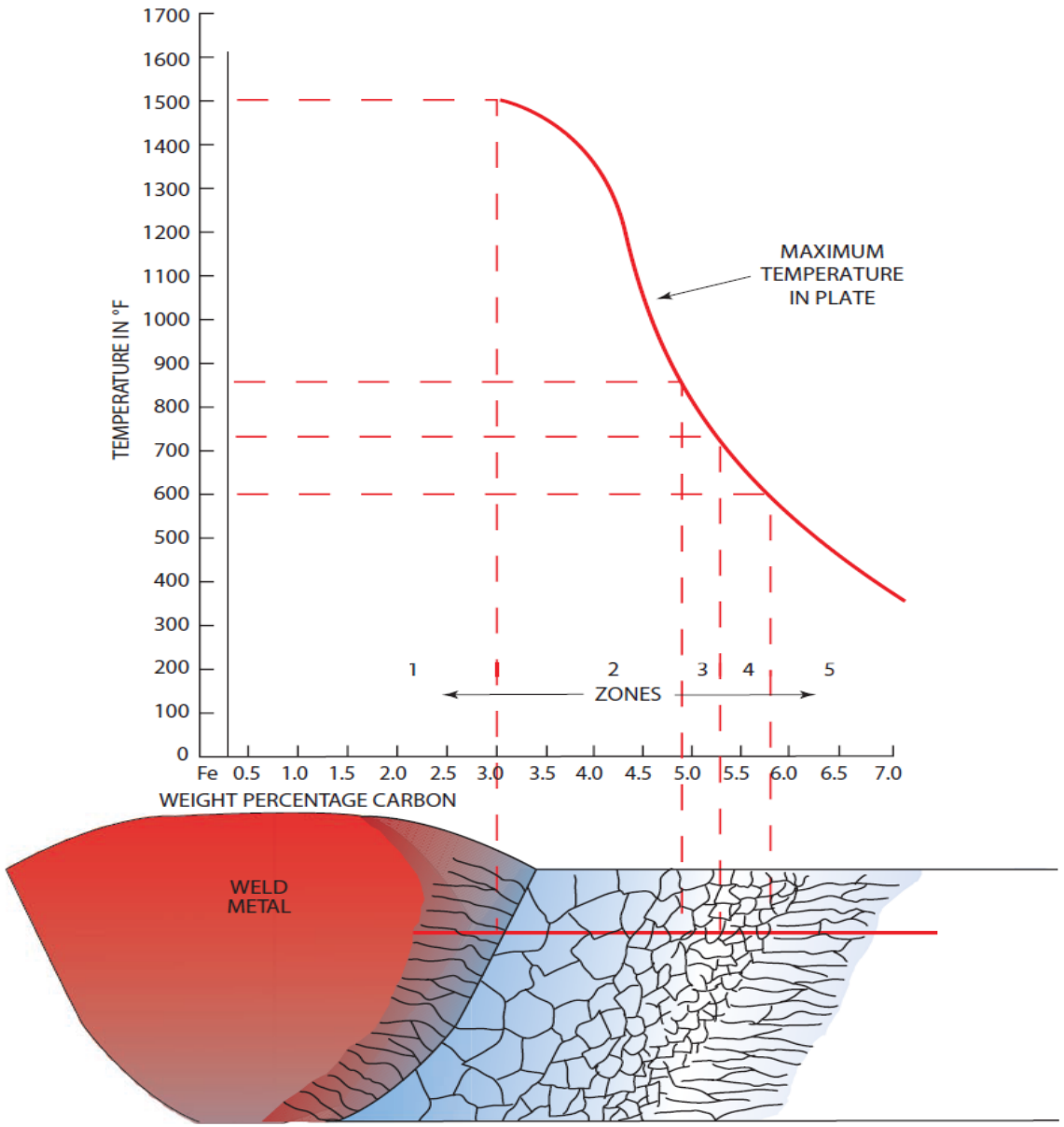
برحسب اینکه محل اتصال ذوب ویا جهت اتصال ازروش غیرذوبی استفاده شود،فرآیندجوشکاری کلا" به دودسته تقسیم می کردد؛

- ***فرآیندجوشکاری ذوبی***
- ***فرآیند جوشکاری حالت جامد(غیرذوبی) Solid state welding***

- درجوشکاری ذوبی محل اتصال حرارت دیده وبه نقطه ذوب میرسدوسپس درصورت لزوم جهت پرکردن فاصله اتصال ازماده پرکننده استفاده می شود.(شکل 1-1)



شکل (1-1) : نمائی از یک جوشکاری حالت ذوبی



Zone 1—Liquid metal and the beginning of grain growth
Zone 2—Austenitic; grain growth at high temperature, fine grain at low temperature
Zone 3—Austenite + ferrite; grain refined and grain growth
Zone 4—Recrystallization
Zone 5—Cold-worked steel 0.2% carbon

FIGURE 25-35 Changes in grain structure caused by heating steel plate into different zones of the iron-carbon phase diagram. © Cengage Learning 2012

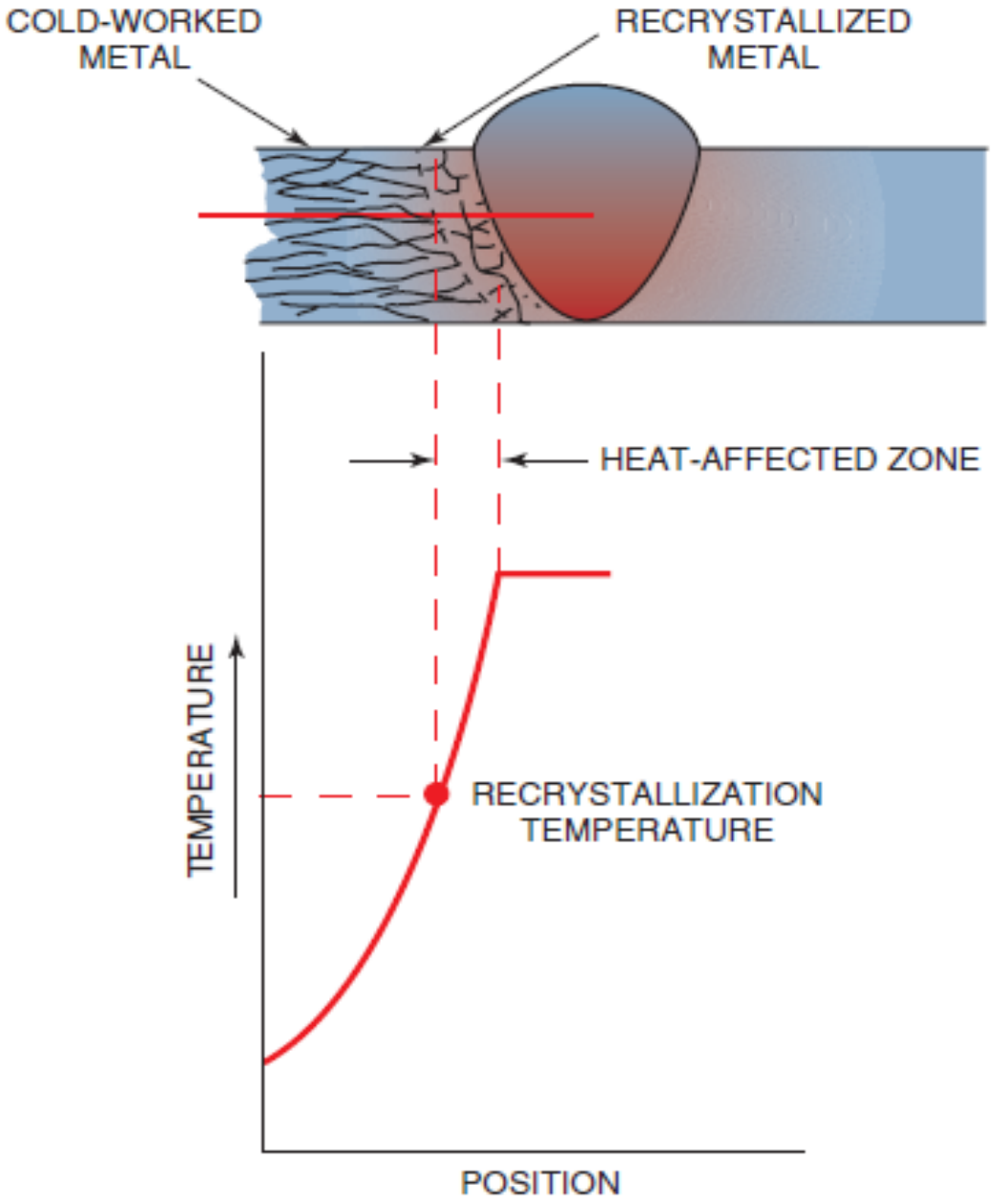


FIGURE 25-36 A heat-affected zone in cold-worked metal. The zone is defined by a change from the cold-worked grains to the recrystallized grains. © Cengage Learning 2012

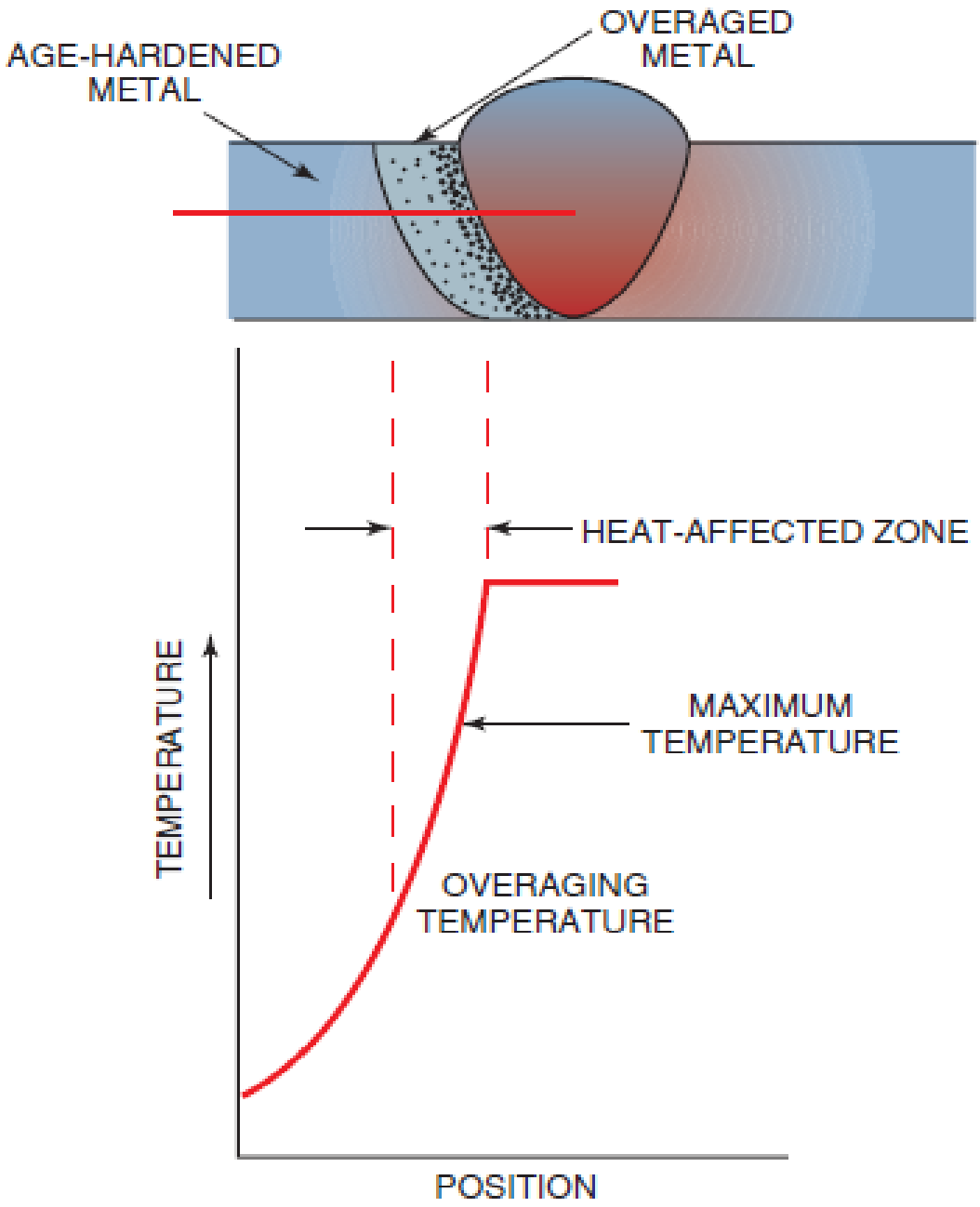


FIGURE 25-37 Heat-affected zone in age-hardened metal. © Cengage Learning 2012

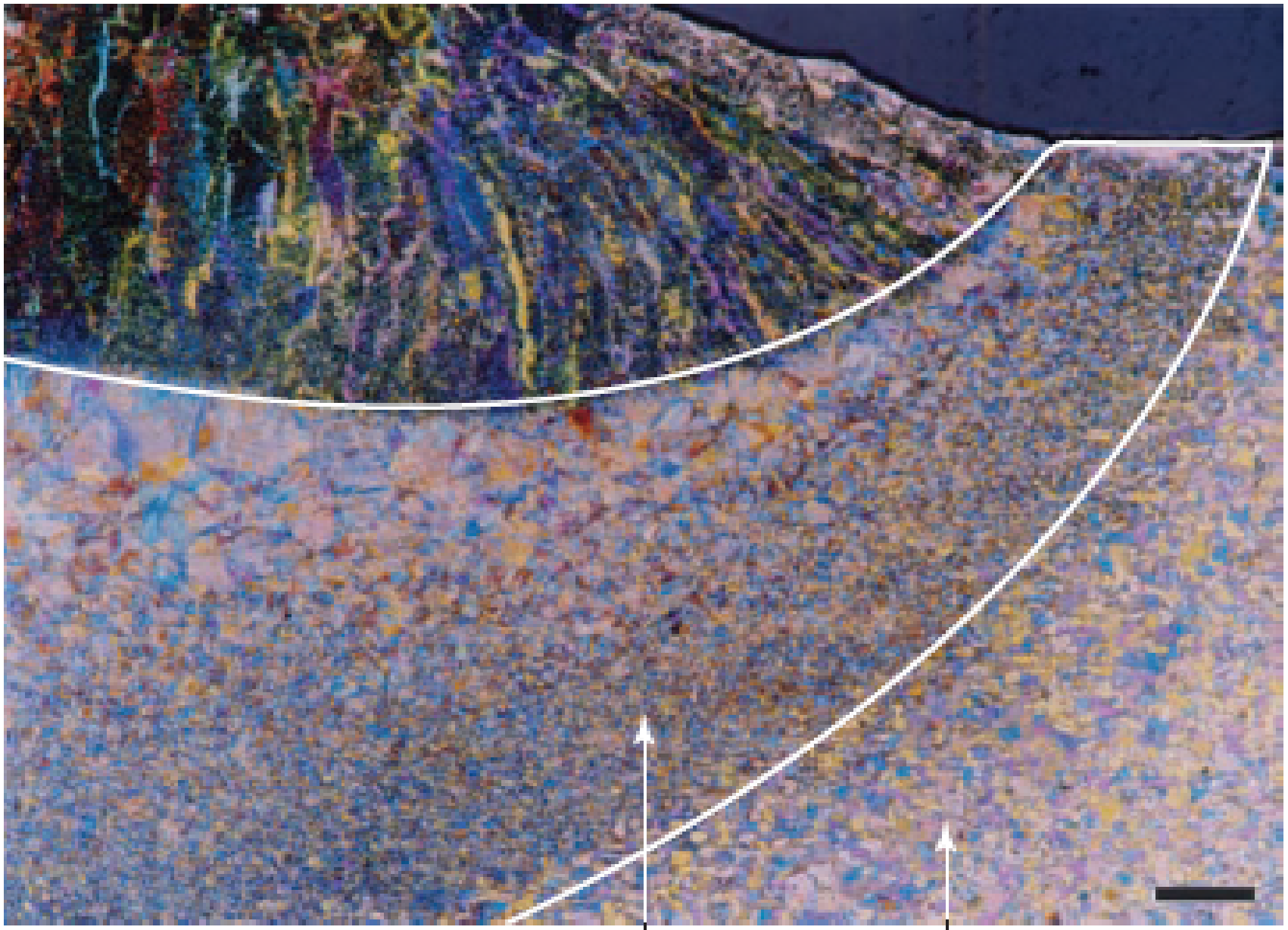
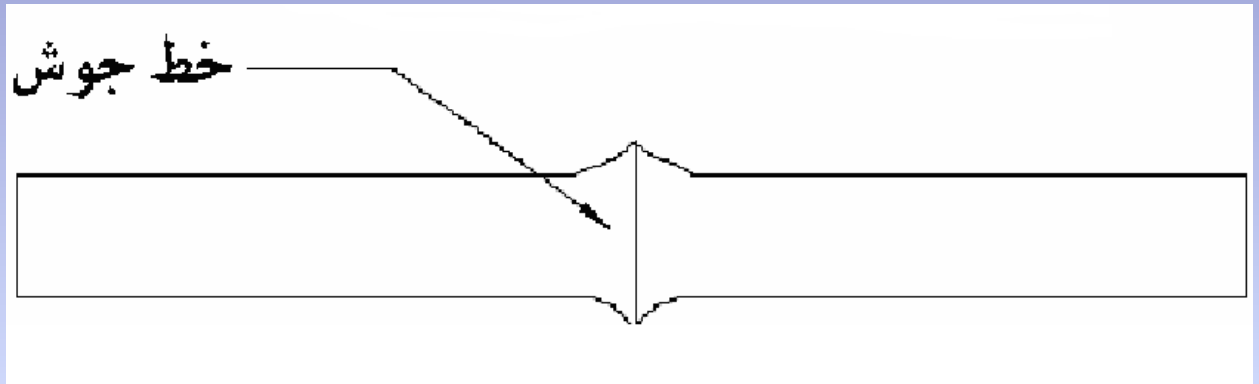


FIGURE 25-38 Heat-affected zone.

درجوشکاری حالت جامد،لبه دوقطعه متصل شونده درحالت جامد آنقدربه هم نزدیک می گرددکه یک اتصال فلزی بین آنها ایجاد می شود.(شکل 2-1)



شکل(2-1) : نمائی از یک جوشکاری حالت جامد

جوشکاری اصطکاکی " Friction welding " ، جوشکاری آهنگری " Forge welding " ،جوشکاری انفجاری " Explosive welding " ، جوشکاری دیفوزیونی " Diffusion welding " ، وبالاخره جوشکاری فشاری " Pressure welding " سردیا گرم ،ازاین قبیل جوشکاریها می باشند

روشهاي توليد حرارت در فرآيندهاي جوشكاري

1-ایجادحرارت به روش قوس الکتریکی
" Arc welding "

جوشکاری قوس الکتریکی به گروهی ازروشهای جوشکاری اطلاق می شودکه اتصال بوسیله حرارت قوس، با اعمال فشاریا بدون آن وبا استفاده ازفلزپرکننده ویا بدون آن صورت می گیرد.

اگر دوسرمثبت ومنفی یک مولدبرق بهم برخوردکرده وسپس درفاصله کمی ازهم قرارگیرند،بین آنها قوس الکتریکی برقرارمی شودوجریان برق ازمدارمی گذرد،ولی چون مقاومت الکتریکی قوس زیاداست حرارت قابل ملاحظه ای تولید میشود.ازحرارت حاصله میتوان برای ذوب دوقطعه فلزی واتصال آنها بیکدیگر استفاده نمود.

انواع جوشکاری قوس الکتریکی

- ***قوس الکتریکی با الکترود روپوشدار (SMAW)" Shielded metal arc welding "***
- ***قوس الکتریکی زیرپودری (SAW) " Submerged arc welding "***
- ***قوس الکتریکی باالکترودمغزدار (FCAW) "Flux cored arc welding "***
- ***قوس الکتریکی تحت حفاظت گازباالکترودفلزی (GMAW) " Gas metal arc welding "***
- *- قوس فلزی باحفاظت گاز خنثی (نظیرآرگن وهلیم) (MIG)" Metal inert gas "*
- *- قوس فلزی باحفاظت گازغیرخنثی (نظیردی اکسیدکربن) (MAG)" Metal active gas "*
- ***قوس الکتریکی تحت حفاظت گازباالکترودتنگستن (ترجیحا"گازآرگن) (GTAW)" Gas tungsten arc welding "***
- ***جوش قوس گلمیخ (SW)" Stud arc welding "***

2- ایجاد حرارت به روش مقاومت الکتریکی
" Electrical resistance welding "

- جوشکاری نقطه ای " Spot resistance welding "
- جوشکاری درزی " Seam resistance "
- جوشکاری با سرباره الکتریکی " Electro slag welding "
- جوشکاری سر به سر با تخلیه جرقه الکتریکی " Flash welding "

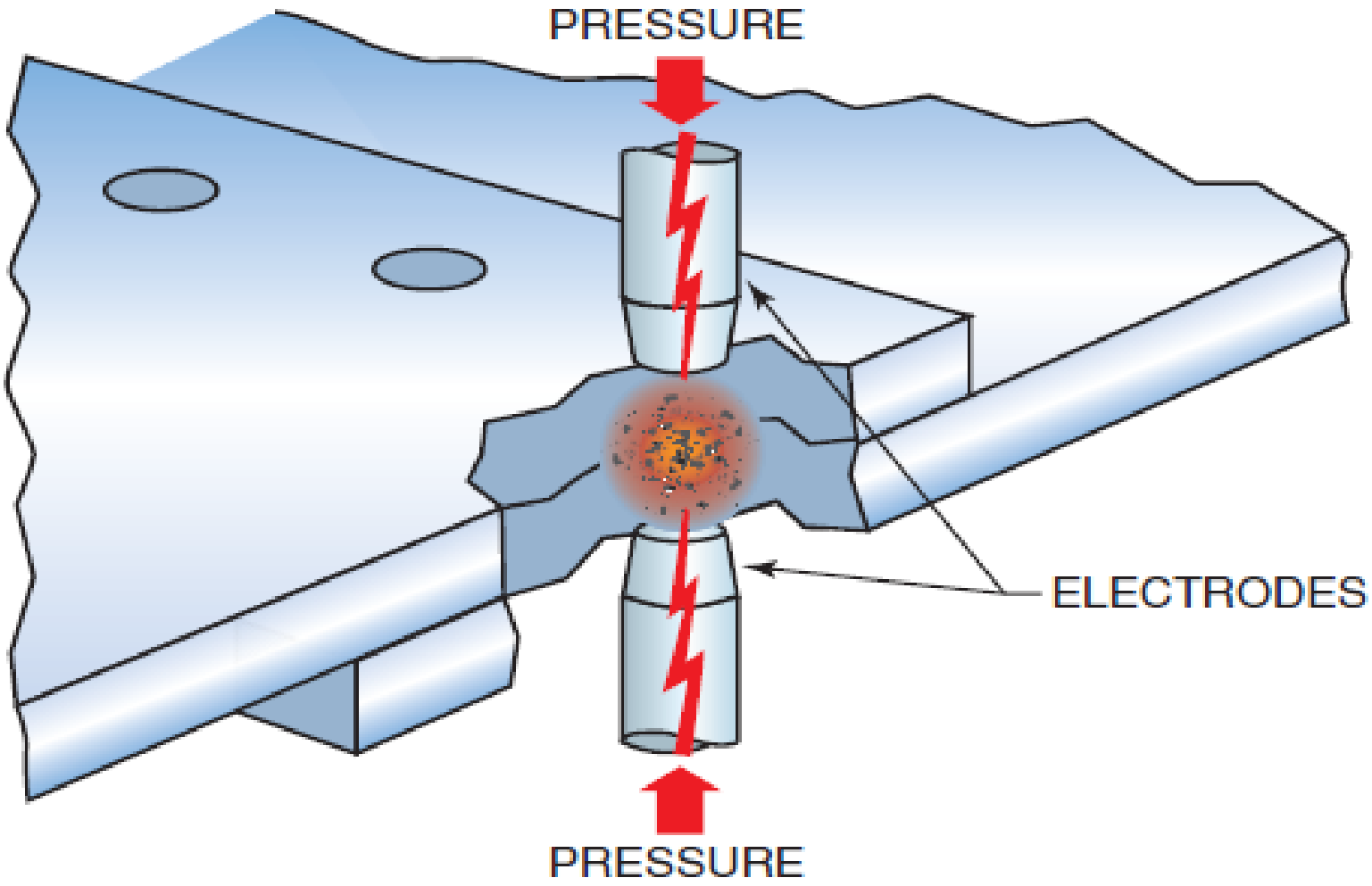


FIGURE 29-1 Heat resulting from resistance of the current through the metal held under pressure by the electrodes creates fusion of the two workpieces during spot welding. © Cengage Learning 2012

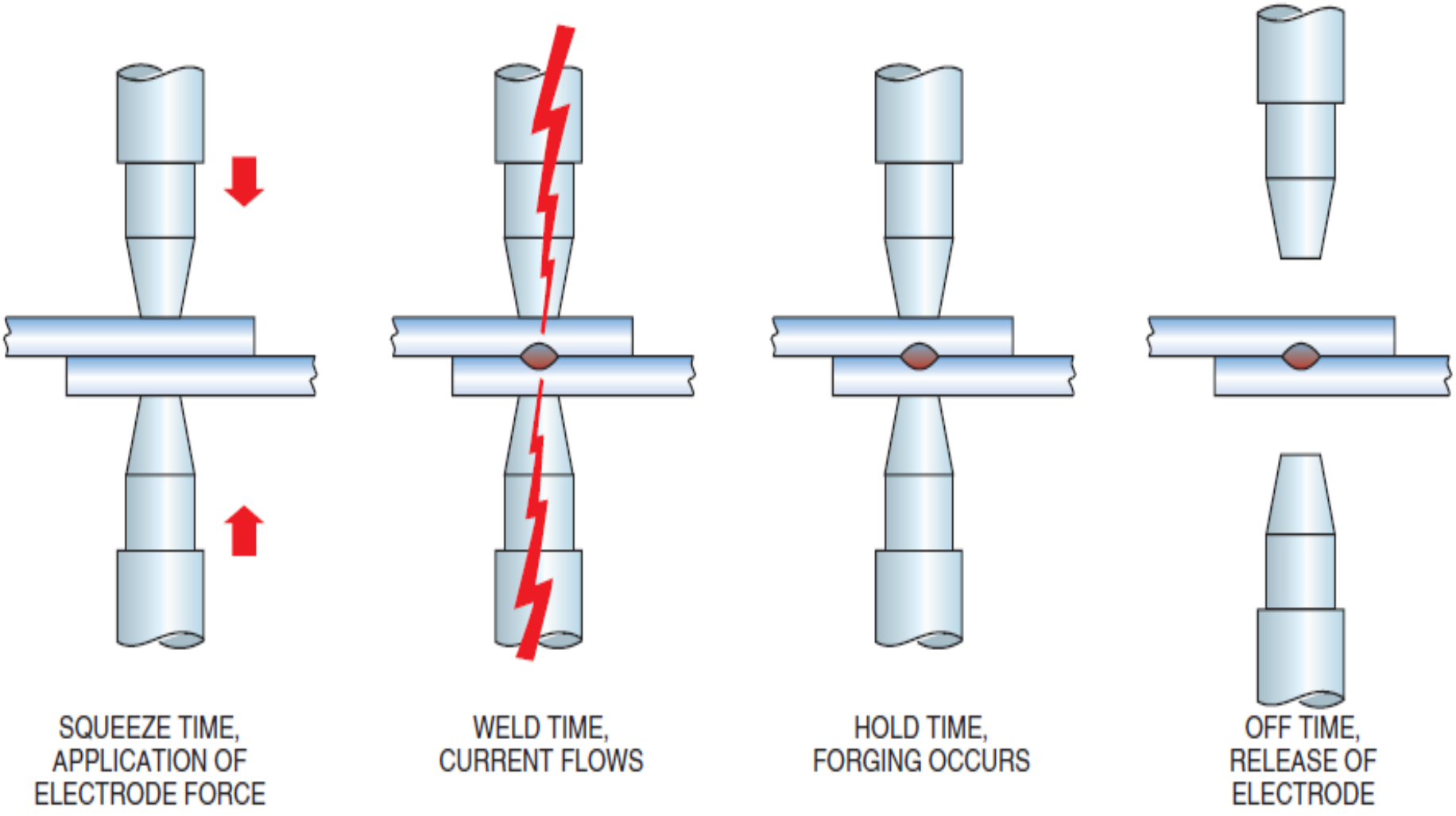
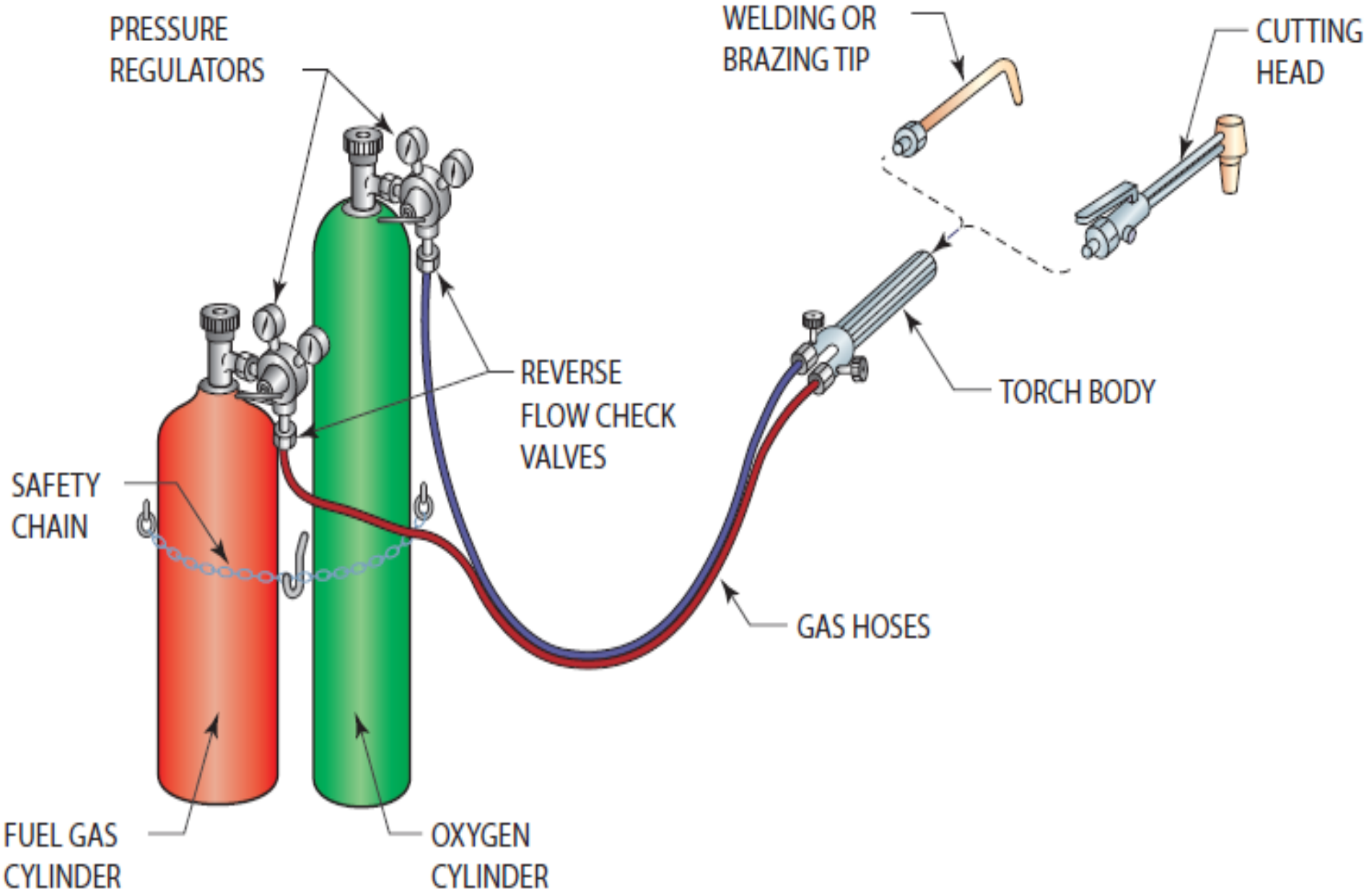


FIGURE 29-2 Basic periods of spot welding. © Cengage Learning 2012

FIGURE 29-7 Seam welder. Foerster Instruments, Inc.

3-ایجادحرارت با احتراق(جوشکاری اکسی-سوخت گازی)
" Oxyfuel gas welding "

- جوشکاری اکسی-استیلن (OAW) " Oxy-acetylene welding "
- جوشکاری اکسی-هیدروژن (OHW) " Oxy-hdrogen "
- جوشکاری اکسی-پروپان (OPW) " Oxy-propan "
- جوشکاری هوا-پروپان (APW) " Air-propan "


PRESSURE REGULATORS
WELDING OR BRAZING TIP
CUTTING HEAD
REVERSE FLOW CHECK VALVES
TORCH BODY
SAFETY CHAIN
GAS HOSES
FUEL GAS CYLINDER
OXYGEN CYLINDER

4- ایجادحرارت باواکنش شیمیائی " Thermo chemical welding "

- دراین روش تولیدحرارت به روش شیمیائی است.حرارت موردنیازازترکیب یک ماده شیمیائی بااکسیژن بدست می آید،نظیرجوشکاری با مواداگزوترمیت(دراتصال خطوط آهن کاربرددارد)؛

5- ایجادحرارت با اصطکاک

- دراین روش ازحرارت حاصل ازنیروی اصطکاک جهت عملیات جوشکاری استفاده می گردد.

6- ایجاد حرارت به کمک انرژی تشعشعی

دراین روش جهت ایجادحرارت درعملیات جوشکاری ازجوشکاری پرتوالکترونی " Electron beam welding " ویا جوشکاری با رزنانس الکترومگنتیت (لیزر) " Laser beam welding " استفاده میگردد.

دراین روشها میتوان براحتی با سرعت حداقل شش برابرجوشکاری معمولی ،بدون نیازبه پخ زدن درضخامتهای بالا،بدون نیازبه اتمسفرخنثی ،بدون تغییردرسختی وبوجودآمدن منطقه تحت تاثیرحرارت " Heat Affected Zone " حتی درمواردیکه قطعات دردسترس نباشند،جوشکاری نمود.

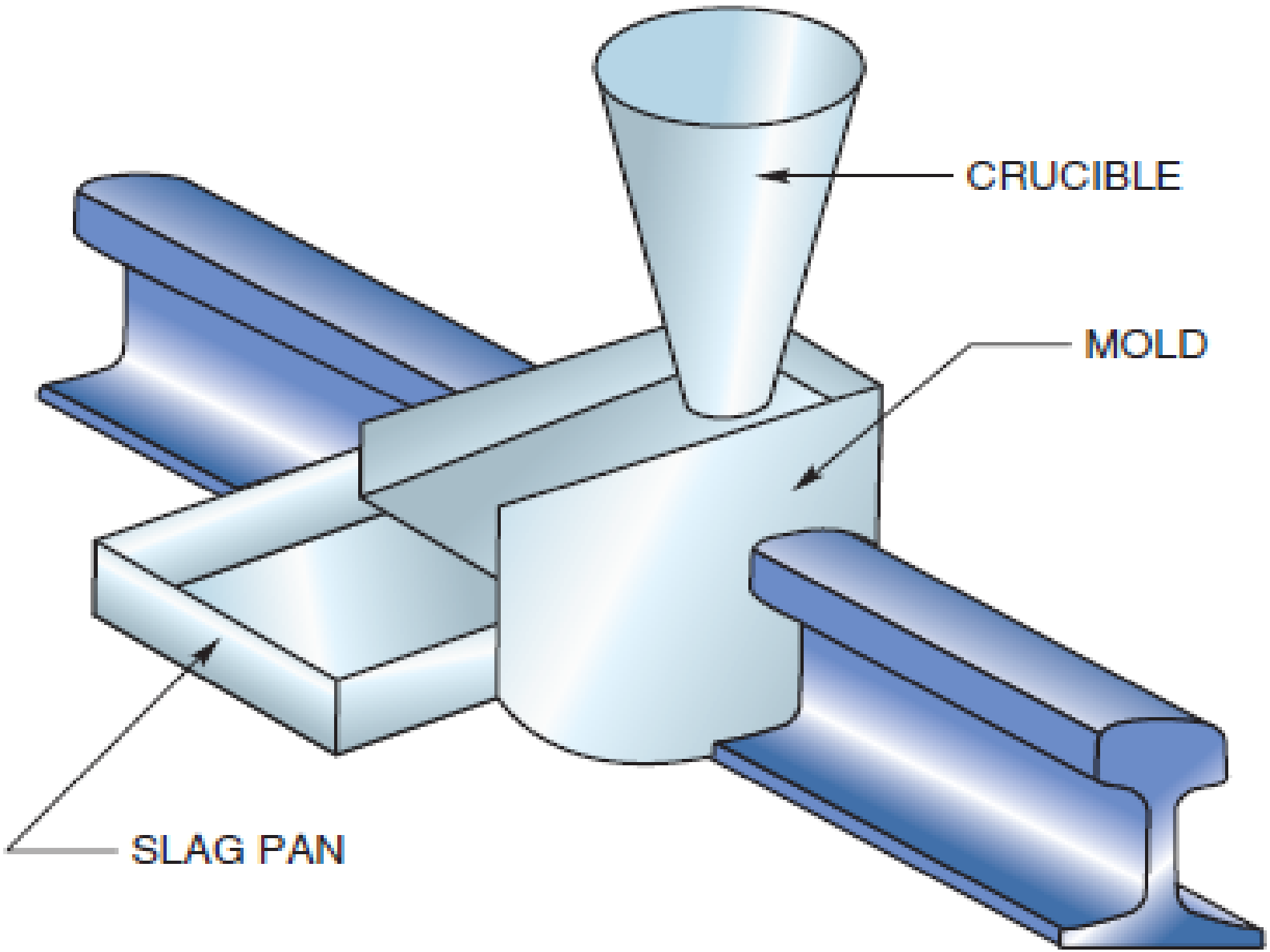


FIGURE 29-41 Thermite welding setup.

© Cengage Learning 2012

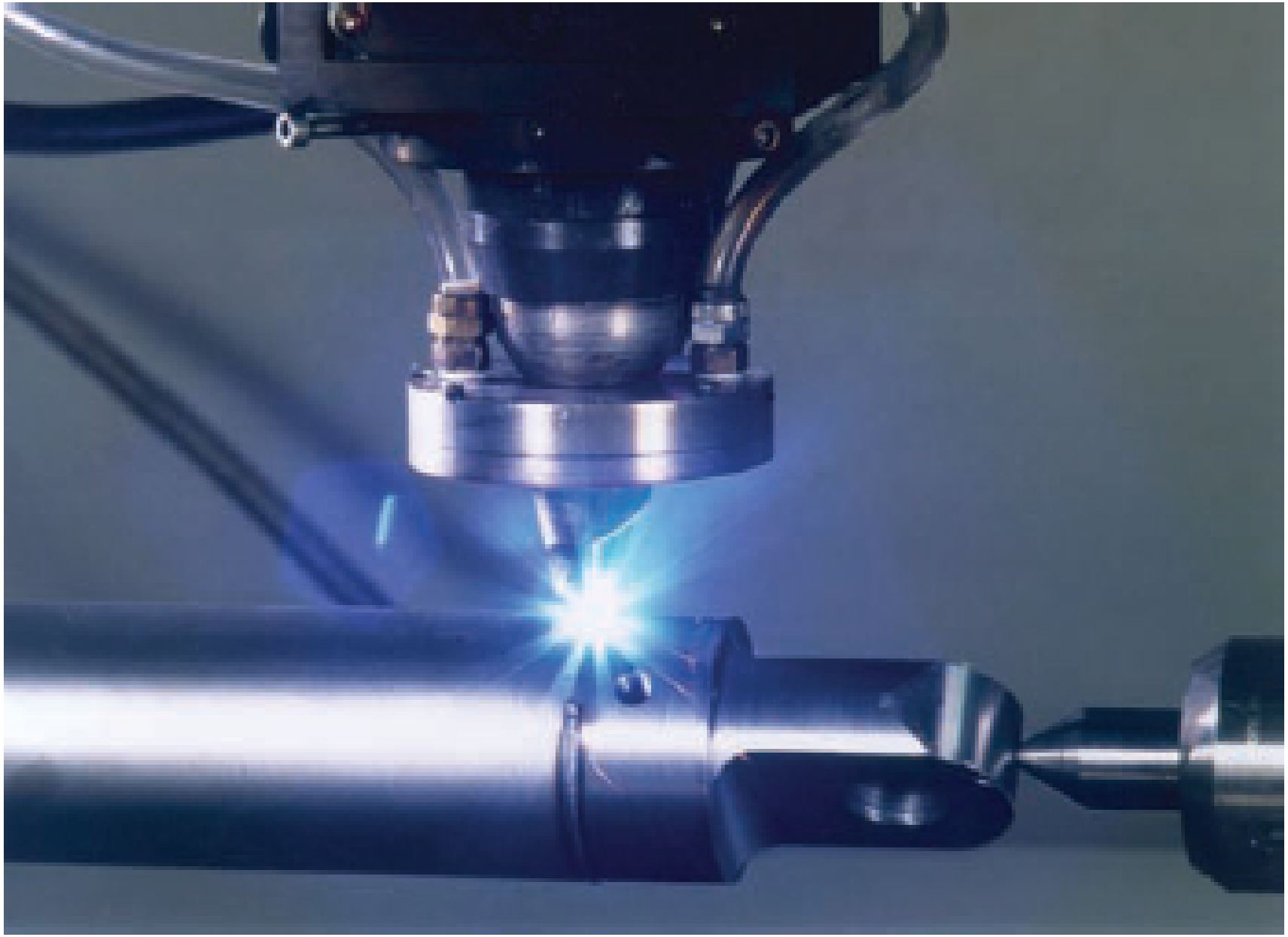


FIGURE 29-28 Gas filter, laser welded. Preco, Inc.

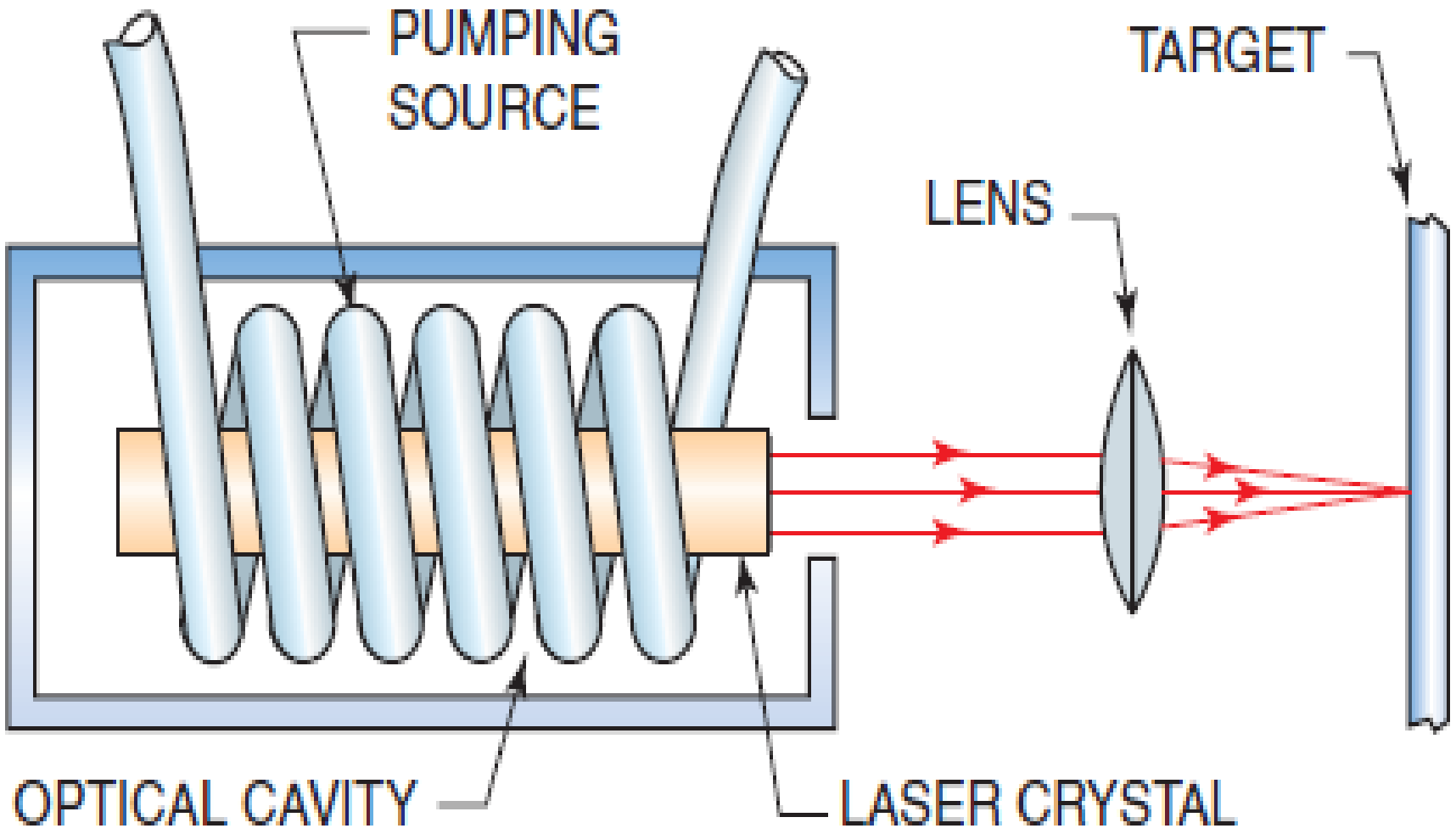
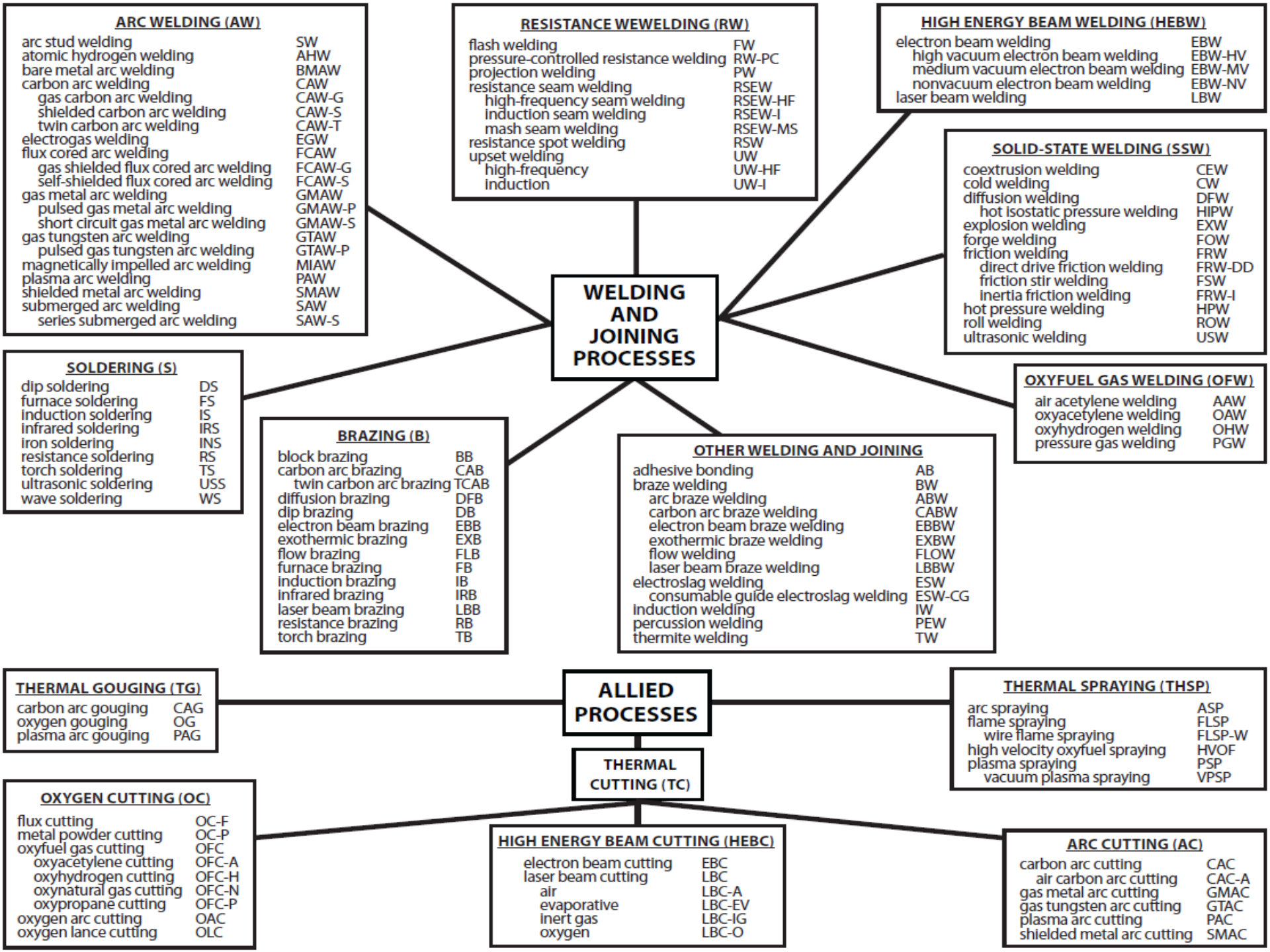


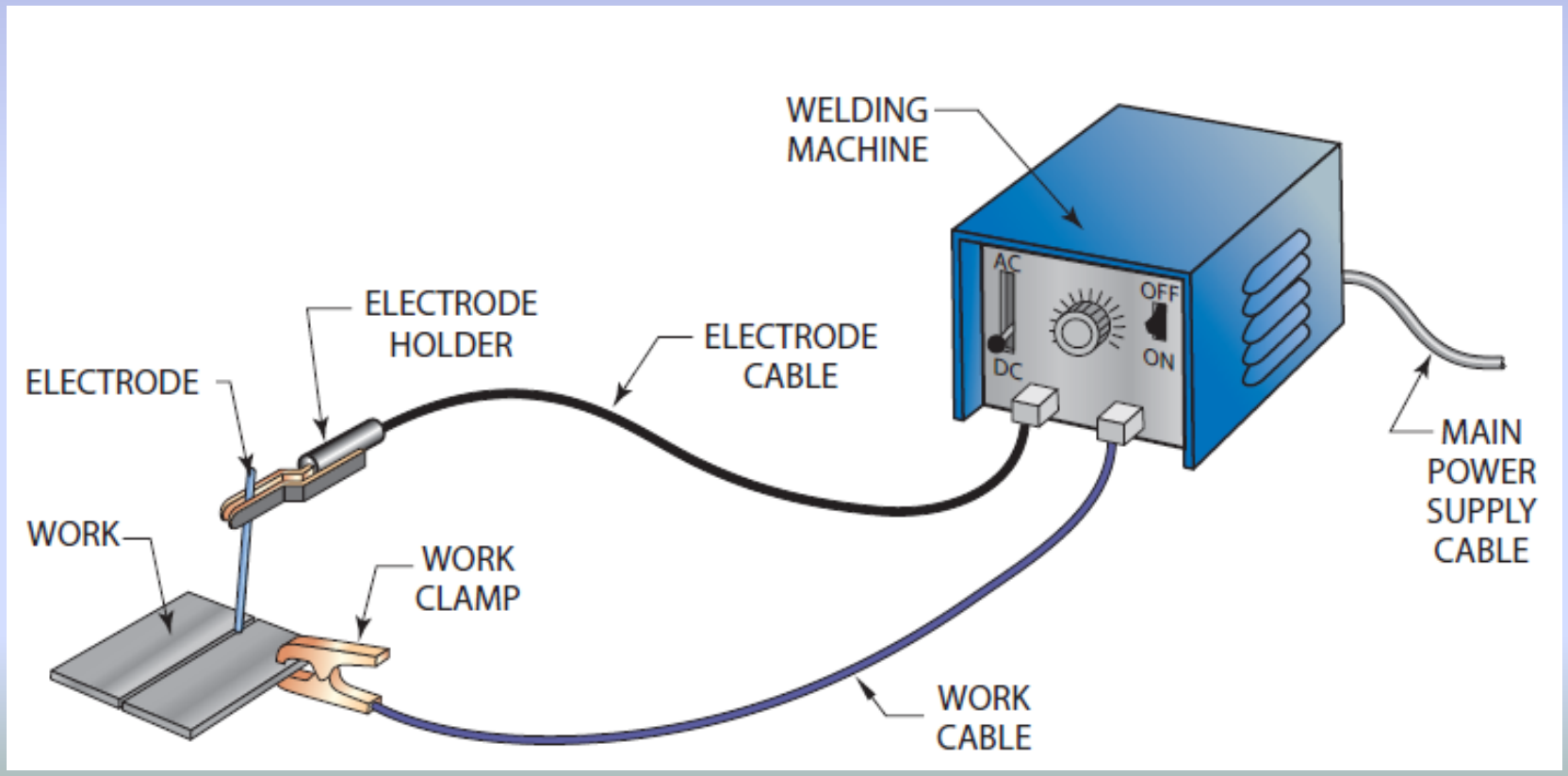
FIGURE 29-29 Schematic diagram of laser welder.

© Cengage Learning 2012

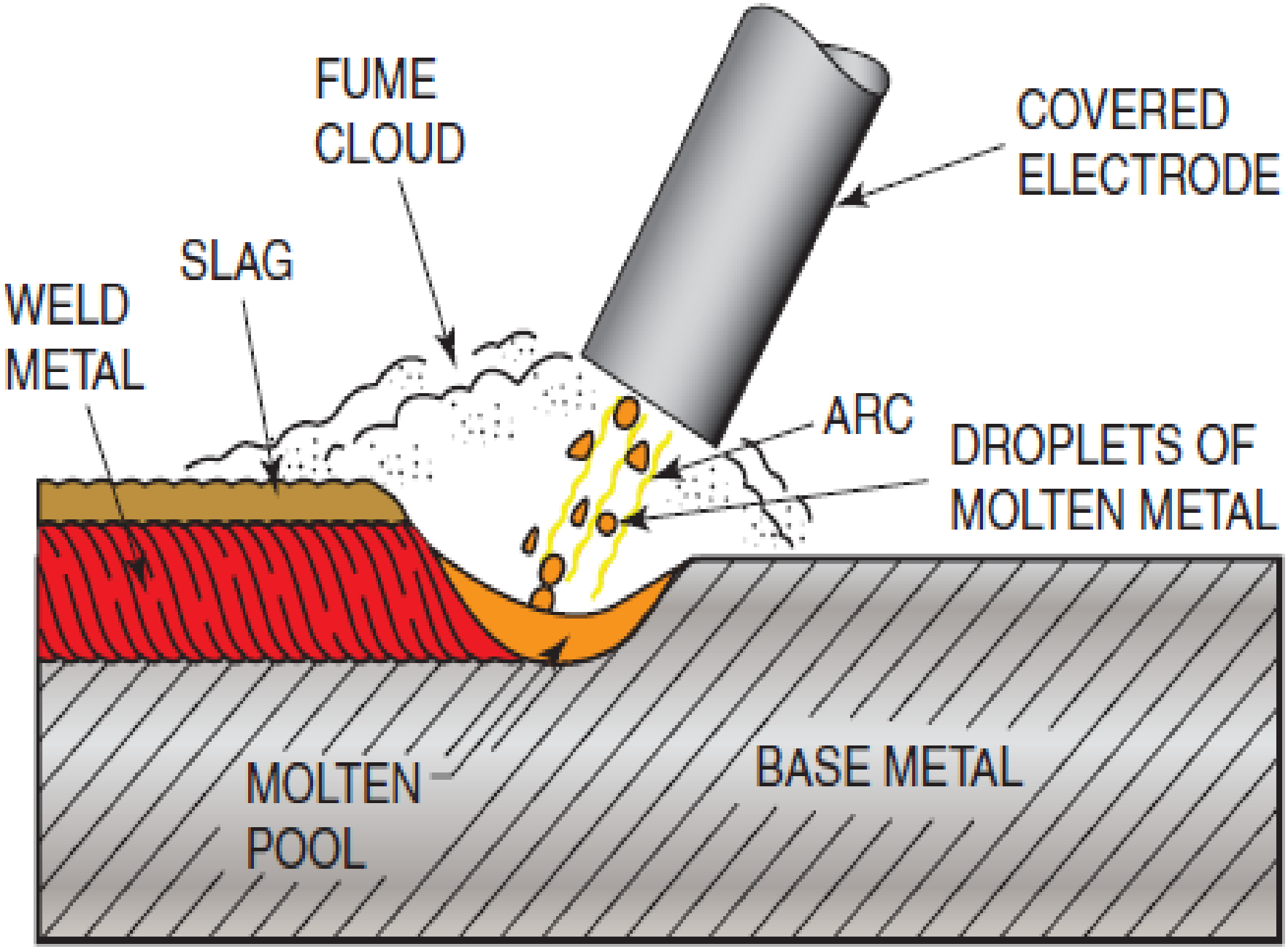

WELDING AND JOINING PROCESSES
ARC WELDING (AW)
arc stud welding SW
atomic hydrogen welding AHW
bare metal arc welding BMAW
carbon arc welding CAW
gas carbon arc welding CAW-G
shielded carbon arc welding CAW-S
twin carbon arc welding CAW-T
electrogas welding EGW
flux cored arc welding FCAW
gas shielded flux cored arc welding FCAW-G
self-shielded flux cored arc welding FCAW-S
gas metal arc welding GMAW
pulsed gas metal arc welding GMAW-P
short circuit gas metal arc welding GMAW-S
gas tungsten arc welding GTAW
pulsed gas tungsten arc welding GTAW-P
magnetically impelled arc welding MIAW
plasma arc welding PAW
shielded metal arc welding SMAW
submerged arc welding SAW
series submerged arc welding SAW-S
RESISTANCE WEWELDING (RW)
flash welding FW
pressure-controlled resistance welding RW-PC
projection welding PW
resistance seam welding RSEW
high-frequency seam welding RSEW-HF
induction seam welding RSEW-I
mash seam welding RSEW-MS
resistance spot welding RSW
upset welding UW
high-frequency UW-HF
induction UW-I
HIGH ENERGY BEAM WELDING (HEBW)
electron beam welding EBW
high vacuum electron beam welding EBW-HV
medium vacuum electron beam welding EBW-MV
nonvacuum electron beam welding EBW-NV
laser beam welding LBW
SOLID-STATE WELDING (SSW)
coextrusion welding CEW
cold welding CW
diffusion welding DFW
hot isostatic pressure welding HIPW
explosion welding EXW
forge welding FOW
friction welding FRW
direct drive friction welding FRW-DD
friction stir welding FSW
inertia friction welding FRW-I
hot pressure welding HPW
roll welding ROW
ultrasonic welding USW
SOLDERING (S)
dip soldering DS
furnace soldering FS
induction soldering IS
infrared soldering IRS
iron soldering INS
resistance soldering RS
torch soldering TS
ultrasonic soldering USS
wave soldering WS
OXYFUEL GAS WELDING (OFW)
air acetylene welding AAW
oxyacetylene welding OAW
oxyhydrogen welding OHW
pressure gas welding PGW
BRAZING (B)
block brazing BB
carbon arc brazing CAB
twin carbon arc brazing TCAB
diffusion brazing DFB
dip brazing DB
electron beam brazing EBB
exothermic brazing EXB
flow brazing FLB
furnace brazing FB
induction brazing IB
infrared brazing IRB
laser beam brazing LBB
resistance brazing RB
torch brazing TB
OTHER WELDING AND JOINING
adhesive bonding AB
braze welding BW
arc braze welding ABW
carbon arc braze welding CABW
electron beam braze welding EBBW
exothermic braze welding EXBW
flow welding FLOW
laser beam braze welding LBBW
electroslag welding ESW
consumable guide electroslag welding ESW-CG
induction welding IW
percussion welding PEW
thermite welding TW
ALLIED PROCESSES
THERMAL GOUGING (TG)
carbon arc gouging CAG
oxygen gouging OG
plasma arc gouging PAG
THERMAL SPRAYING (THSP)
arc spraying ASP
flame spraying FLSP
wire flame spraying FLSP-W
high velocity oxyfuel spraying HVOF
plasma spraying PSP
vacuum plasma spraying VPSP
THERMAL CUTTING (TC)
OXYGEN CUTTING (OC)
flux cutting OC-F
metal powder cutting OC-P
oxyfuel gas cutting OFC
oxyacetylene cutting OFC-A
oxyhydrogen cutting OFC-H
oxynatural gas cutting OFC-N
oxypropane cutting OFC-P
oxygen arc cutting OAC
oxygen lance cutting OLC
HIGH ENERGY BEAM CUTTING (HEBC)
electron beam cutting EBC
laser beam cutting LBC
air LBC-A
evaporative LBC-EV
inert gas LBC-IG
oxygen LBC-O
ARC CUTTING (AC)
carbon arc cutting CAC
air carbon arc cutting CAC-A
gas metal arc cutting GMAC
gas tungsten arc cutting GTAC
plasma arc cutting PAC
shielded metal arc cutting SMAC

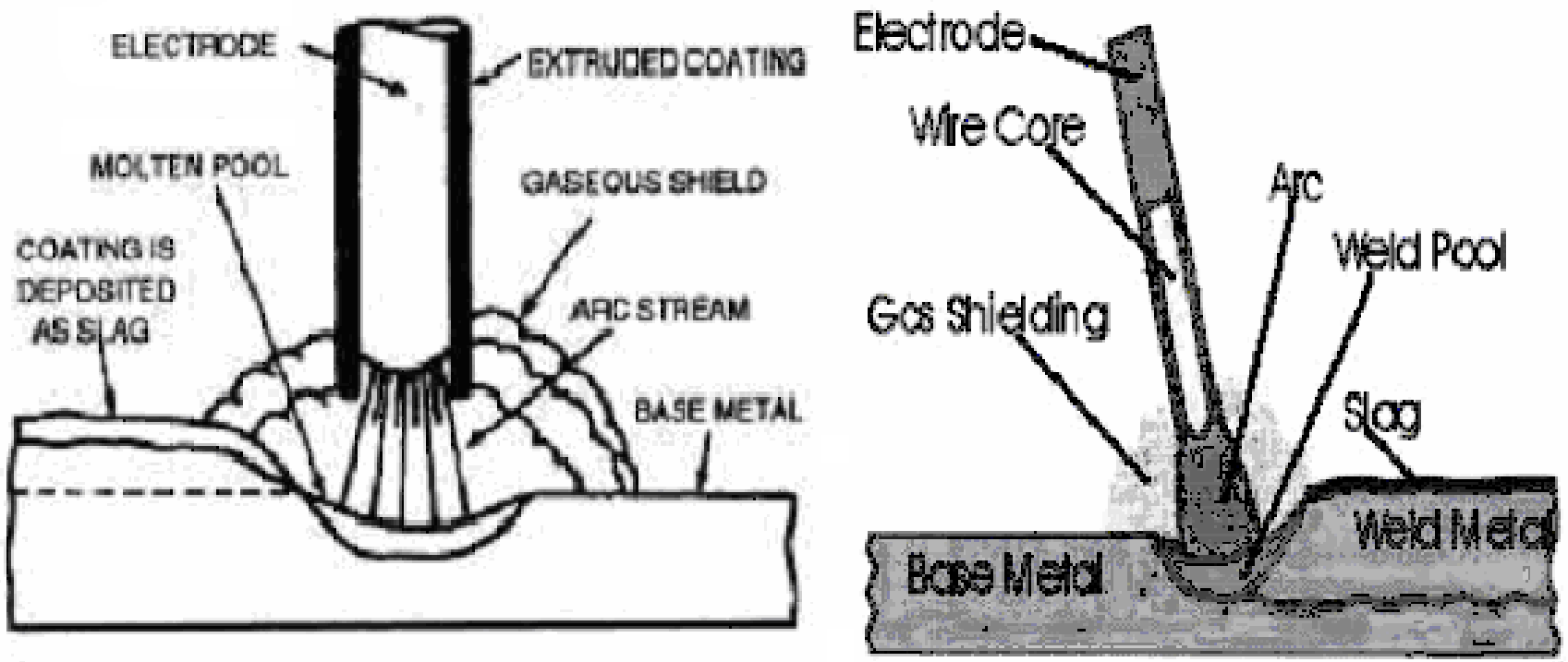
قوس الکتریکی

- اگردوسرمثبت ومنفی یک مولدبرق بهم برخوردکرده ودرفاصله کمی ازیگدیگرقرارگیرند،دراثراختلاف پتانسیل موجودبین آنها جرقه هائی زده می شود.این جرقه ها موجب یونیزه شدن هوای بین دو قطب شده(پلاسما)وباعث عبورجریان برق وتکمیل مدارمی گردند.



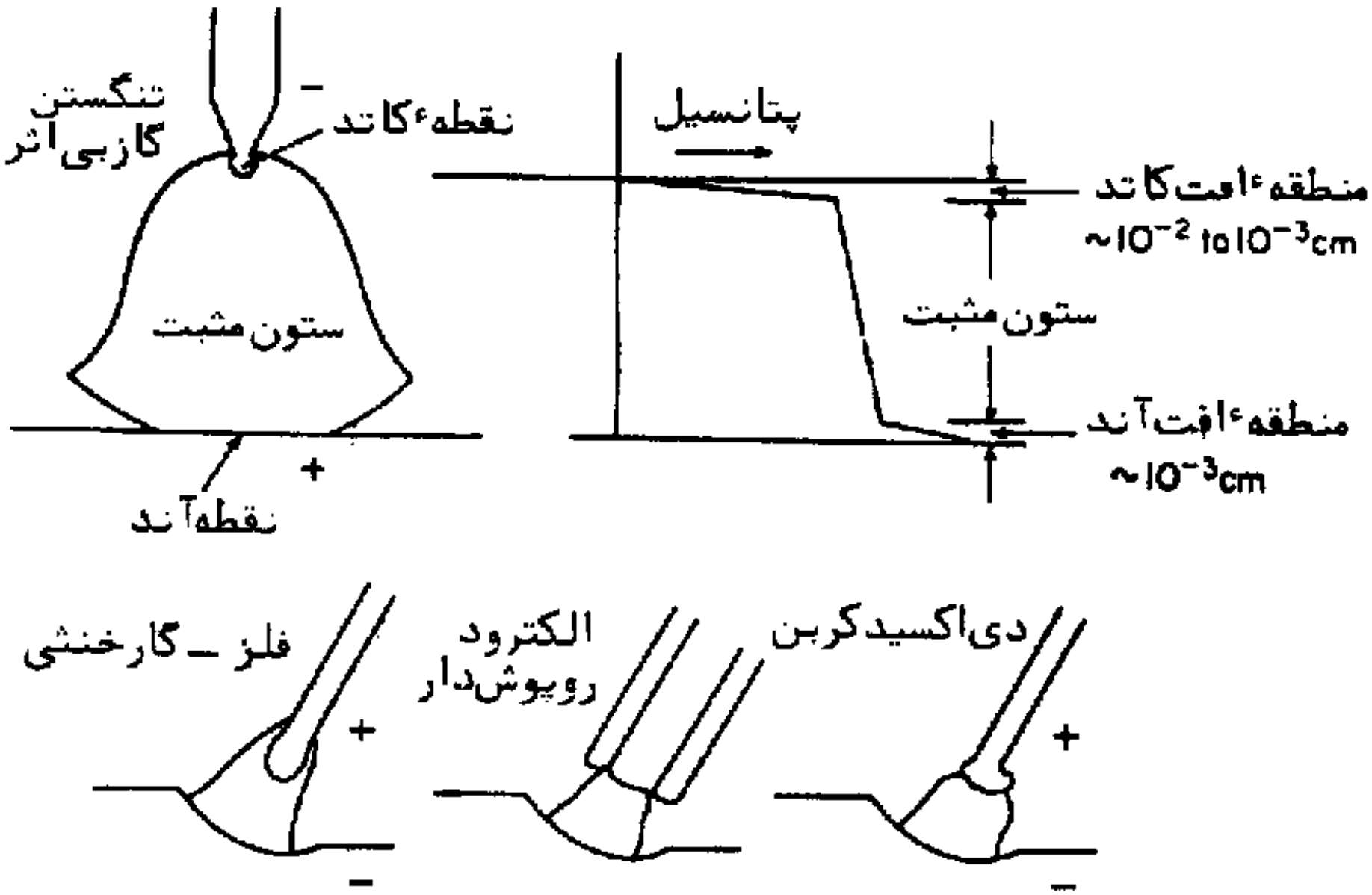
شکل(3-1): مدارجوشکاری قوس الکتریکی


FUME
CLOUD
COVERED
ELECTRODE
SLAG
WELD
METAL
ARC
DROPLETS OF
MOLTEN METAL
MOLTEN
POOL
BASE METAL

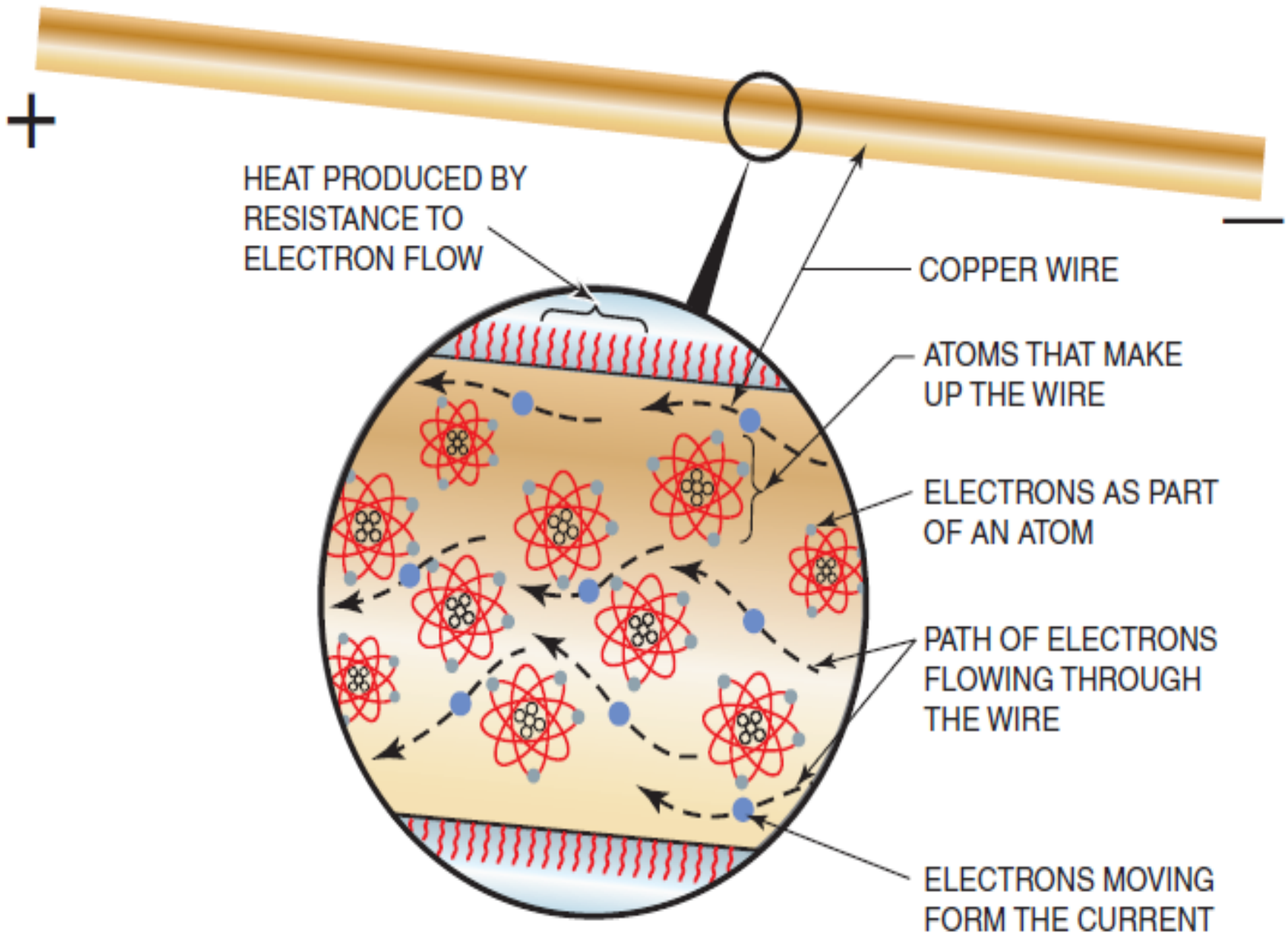


شكل (4-1): اجزاء قوس الكتريكى

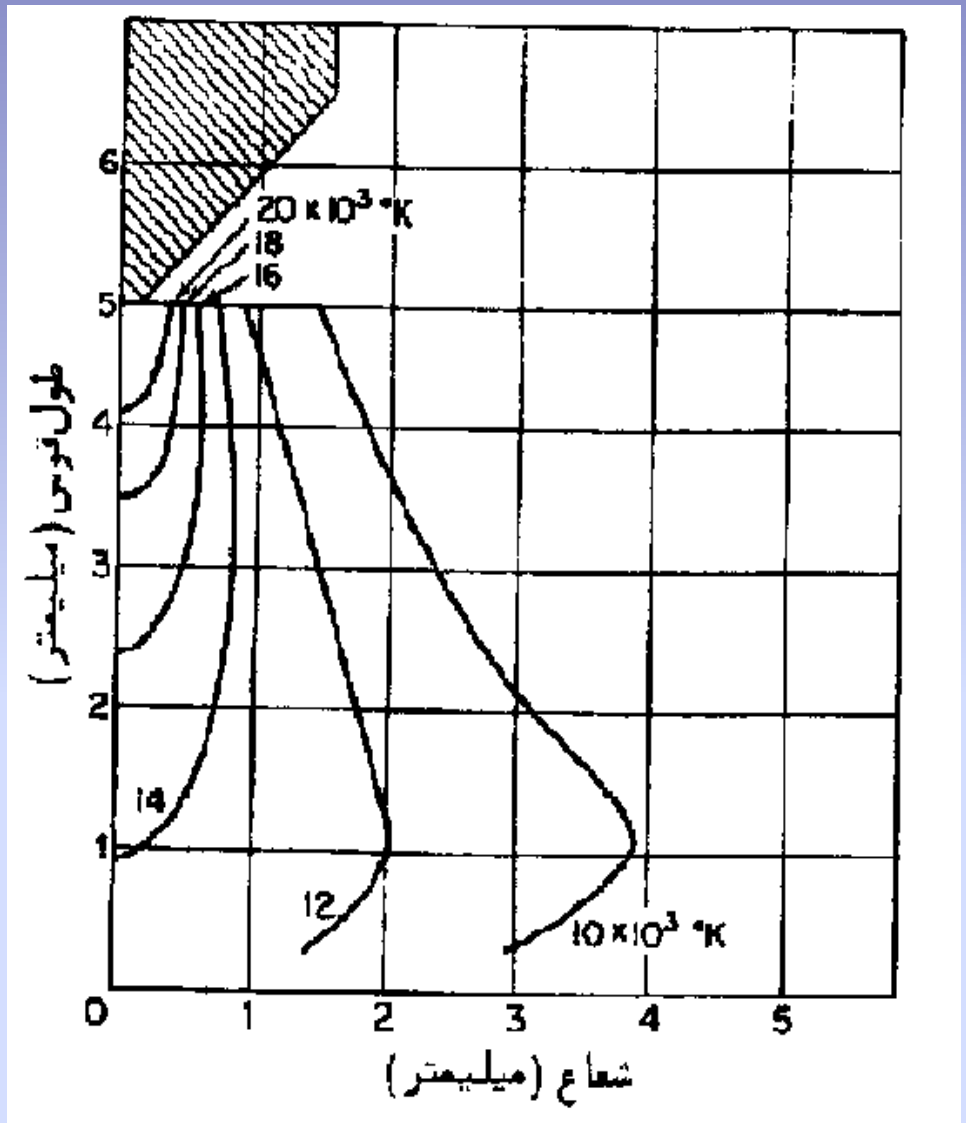
- ناحیه بین الکترودها را می توان به سه قسمت تقسیم کرد.قسمت میانی که یک شیب یکسان ویکنواخت پتانسیل درآن وجود دارد ودو ناحیه نزدیک به الکترودها که بعلت اثر سرد شدن توسط الکترودها یک افت سریع پتانسیل درآن دیده می شود،که به افت پتانسیل «کاتدی»و«آندی» شناخته شده است.میتوان نقاط کاتدوآند را هم بخشی ازقوس فرض نمود،درچنین حالتی قوس شکل زنگی شکل بخودمیگیرد.شکل (5-۱)نمودارافت پتانسیل واین منطقه از قوس را نشان میدهد.



شکل(5-1): شکل زنگی قوس وافت پتانسیل در نزدیکی کاتد وآند


+
—
HEAT PRODUCED BY RESISTANCE TO ELECTRON FLOW
COPPER WIRE
ATOMS THAT MAKE UP THE WIRE
ELECTRONS AS PART OF AN ATOM
PATH OF ELECTRONS FLOWING THROUGH THE WIRE
ELECTRONS MOVING FORM THE CURRENT

خطوط ایزوترم سر الکترود جمع ترهستند وفشردگی وجود داردواین محل که خطوط ایزوترم جمع می شوند را ریشه قوس می نامند.درجه حرارت دراین منطقه از همه جا بیشتر است. هرچه قوس فشرده ترباشددرجه حرارت آن نقطه بیشتر میگردد.بنابراین نزدیک الکترود بالاترین درجه حرارت وجوددارد.ازطرفی دیگرگستردگی قوس بطرف قطعه کار وجود داردکه این گستردگی سبب تشکیل " جت پلاسما " (Jet plasma)میگردد.جت سرعتی حدود 104 cm/sec را دارد.



شکل(6-1): توزیع درجه حرارت در سر الکترود

قوس الکتریکی: جمع بندی

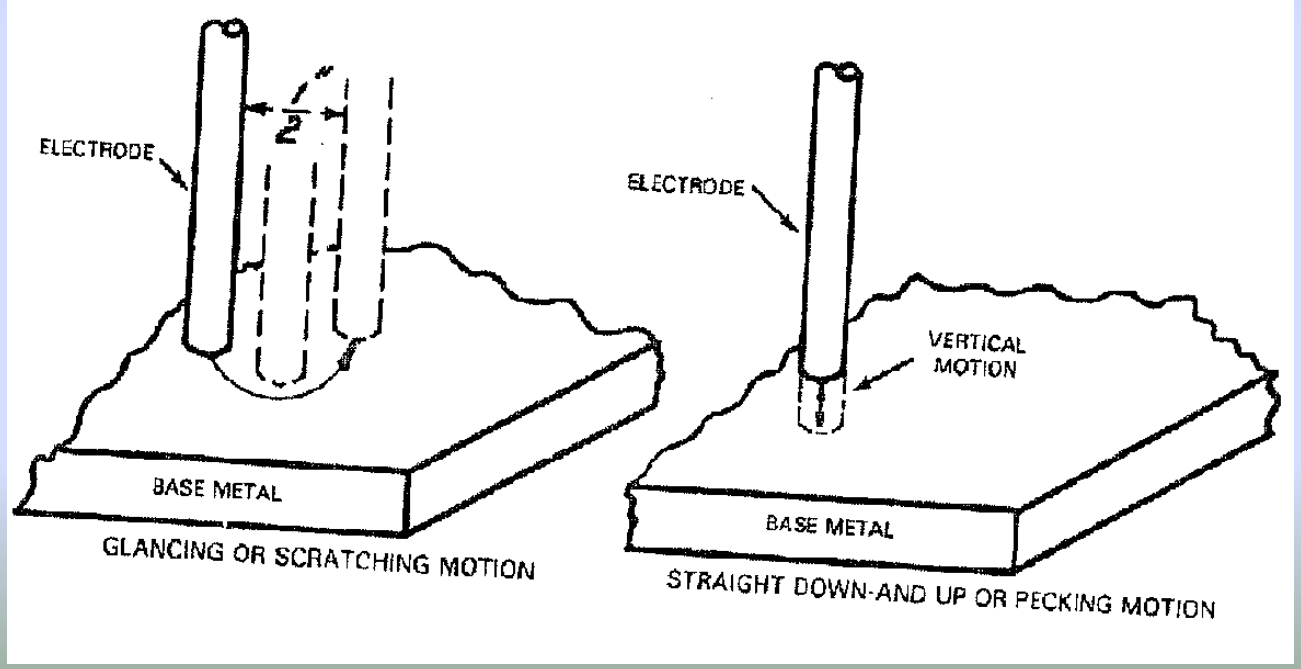
- اثرفشار انقباضی بدون درنظرگرفتن جهت جریان، قطبیت "Polarity" وآلترناتیوبودن آن برروی حوضچه وجود دارد وهمین موضوع سبب جنبش وحرکت قوس میگردد.
- نیروی الکترومغناطیس با مجذور شدت جریان (I2)متناسب است ،نتیجتا" حرکت گازها یا پلاسمای جت با افزایش شدت جریان افزایش می یابد.
- درجریان آلترناتیو افزایش شدت جریان الکتریکی سبب افزایش نیروی قوس الکتریکی میگردد،زیرانیروبه جهت جریان بستگی ندارد.
- درقوسها باجریان یکنواخت باالکترودغیرمصرفی حرارت ایجاد شده درآندعموما" بیشترازحرارت تولیدشده درکاتدمیباشد.
- ولتاژومیزان حرارت منتقل شده ازستون قوس با افزایش طول قوس افزایش میابد.امادرعین حال دانسیته شدت جریان کاهش میابد(باافزایش طول قوس،سطح مقطع افزایش میابد).
- اهمیت عملی نیروی قوس الکتریکی درنحوه جداکردن وانتقال فلزمذاب ازسرالکترودبه سطح کارمی باشد.
- قطره های فلز مذاب ازالکترود بوسیله نیروی الکترومغناطیسی درنوک الکترودجمع وتوسط کشش پلاسماجت جدامی شوند.
- شتاب ثقل فاکتوری است که درمواقعی که نیروکم ویاجریان کم باشد،نقش مهمتری بازی میکند.

انواع قوس الکتریکی درجوشکاری

- ازنظرجوشکاری برحسب ذوب الکترود ویا عدم ذوب آن دونوع قوس الکتریکی وجود دارد.اگرالکترودازجنس کربن ویا تنگستن باشد،هنگام ایجاد قوس الکتریکی ،الکترودذوب نمیشود،درنتیجه قوس یا الکترود را غیر مصرفی " Non-Consumable "مینامند.
- اما اگر الکترودازجنس فلزمبنأ ویا نقطه ذوب پائینتراز فلزمبنأ را داشته باشد،همزمان با برقراری قوس الکتریکی ،الکترودذوب وقطرات مذاب ازآن جداشده وبا سرعت زیاد پلاسماجت به حوضچه جوش منتقل می شود.این الکترودراالکترودمصرفی " Consumable "ویا قوس فلزی "Metal-Arc " می نامند.

روشن کردن قوس الکتریکی (شروع قوس) "
Arc-initiation "

- بمنظور استارت قوس بایستی یک کانال یونیزه شده یا هادی بین الکترود ایجادشود،این کانال به دوطریق عمده زیرمهیا میگردد؛
- *الف – بکاربردن ولتاژخیلی بالا بین الکترودها که باعث دشارژیا خالی شدن بارالکتریکی شود.*
- *ب - بوسیله لمس کردن وعقب بردن الکترود بر روی کار*



شکل(7-1): نحوه برقراری قوس اولیه به روشهای مختلف

نگهداشتن قوس الکتریکی " Arc-maintenance "

- پس از آغازقوس وبرقراری تعادل حرارتی چنانچه درضمن کارقوس بطورموقتی خاموش شود،آنرابمراتب آسانترمی توان روشن کرد؛
- وجود بعضی ازمواددرپوشش الکترود می تواندکمک کننده شروع مجدد قوس باشد.
- درجریانهای متناوب a.c. موج جریان الکتریکی عقب تر ازموج ولتاژتنظیم میشود،طوریکه وقتی جریان صفراست تقریبا" تمام ولتاژمدارترانسفورماتورقابل دسترسی برای شروع یا استارت مجدد قوس می باشد.
- استفاده از تدابیر خاص نظیر فرکانس بالا یا اسی لاتوربا ولتاژبالا،بطوریکه یک ضربان ولتاژرا درلحظه معین درمدارتولیدکند،بسیارمتداول است.

عوامل مؤثردر پایداری قوس الکتریکی "
Arc Stability

- *نقطه کاتدیا آند درالکترود باید درحین روشن بودن قوس حالت ثابتی داشته باشد،یعنی جهیدن ریشه قوس ازیک نقطه به نقطه دیگریا حرکت ازسوئی به سوی دیگرازنوک الکترودصحیح نمی باشد.*
- *اگرالکترود مصرفی است،انتقال قطرات مذاب ازالکترود باید منظم ودریک محور،یعنی بدون پراکندگی به اطراف انجام شود.*
- *حوضچه جوش در یک حالت ثابتی نسبت به الکترود باشد وپلاسمای قوس عمود برسطح کار قرارگیردواین موقعیت درسرتاسرمسیرجوش درهنگام حرکت قوس پایداربماند.تغییرجهت وامتدادپلاسما یا سوسوزدن ریشه قوس درگوشه های حوضچه جوش نباید اتفاق افتد.*
- *اجتناب ازجوشکاری با سرعت سریع ،حرارت کم ویا حوضچه جوش کوچک .*
- *تثبیت شدت جریان ازنظر مقداروشکل موج طوری که قوس زود خاموش* نشود.وبطورکلی قوس بایددارای آنچنان پایداری باشد که دراثرتغییرات کوچک موقعیت محیط وموضع جوش حساسیت کمتری نشان دهد.

انواع منبع انرژي

- ***دستگاه موتور- مولد(موتورژنراتورودینام)***

یک موتورالکتریکی که با یک موتور احتراقی درونسوز راه اندازی شده وقادربه تولیدجریان یکسو،متناوب ویا یکسو/متناوب می باشد.

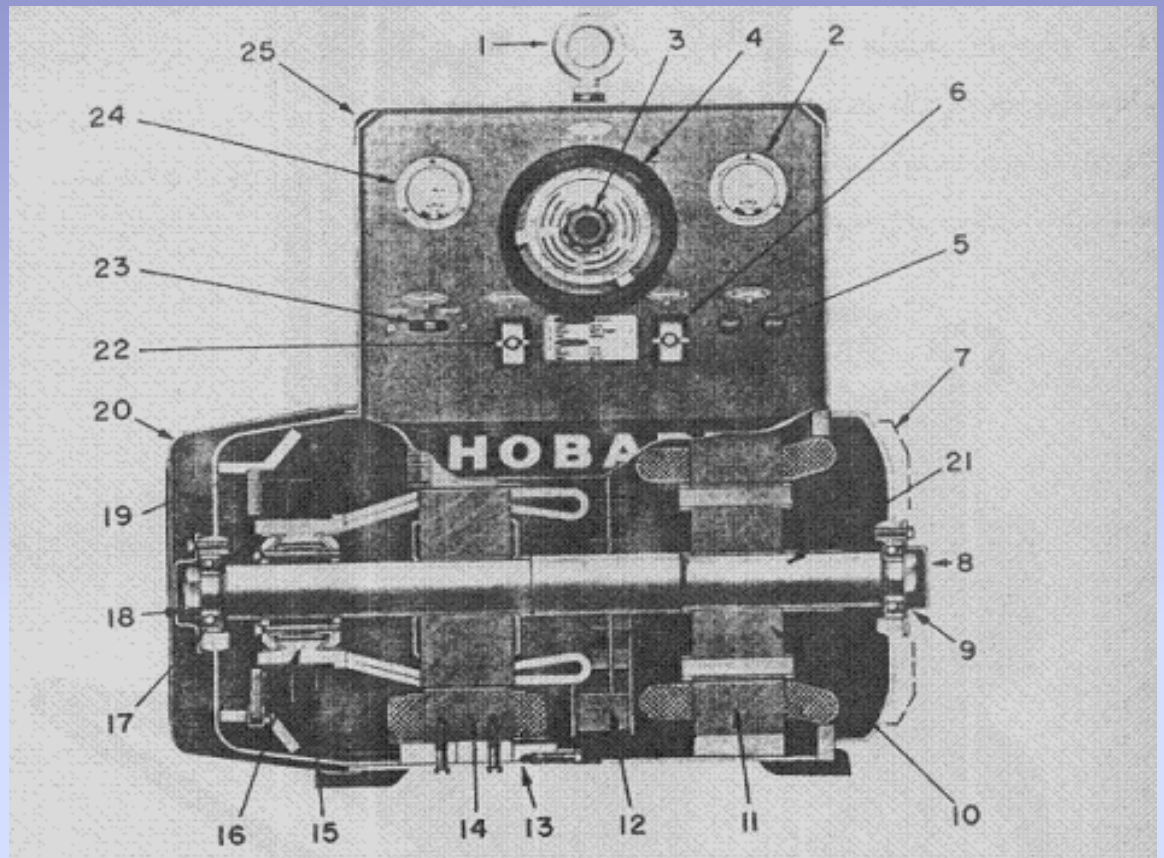
- ***مبدل یکسوکننده (رکتیفایر Rectifier)***

یک مبدل جهت کاهش ولتاژالکتریکی جریان متناوب ورودی به ولتاژلازم برای جوشکاری (با جریان متناوب) استفاده می شود.سپس جریان الکتریکی برای تبدیل ازجریان متناوب به جریان یکسو،داخل یکسوکننده یا رکتیفایرمی گردد.

- ***مبدل جریان متناوب (ترانس)***

دراین حالت ازیک مبدل الکتریکی برای کاهش ولتاژورودی جریان متناوب به ولتاژلازم برای جوشکاری با جریان متناوب استفاده می شود .

دستگاه موتور- مولد(موتورژنراتورودینام)



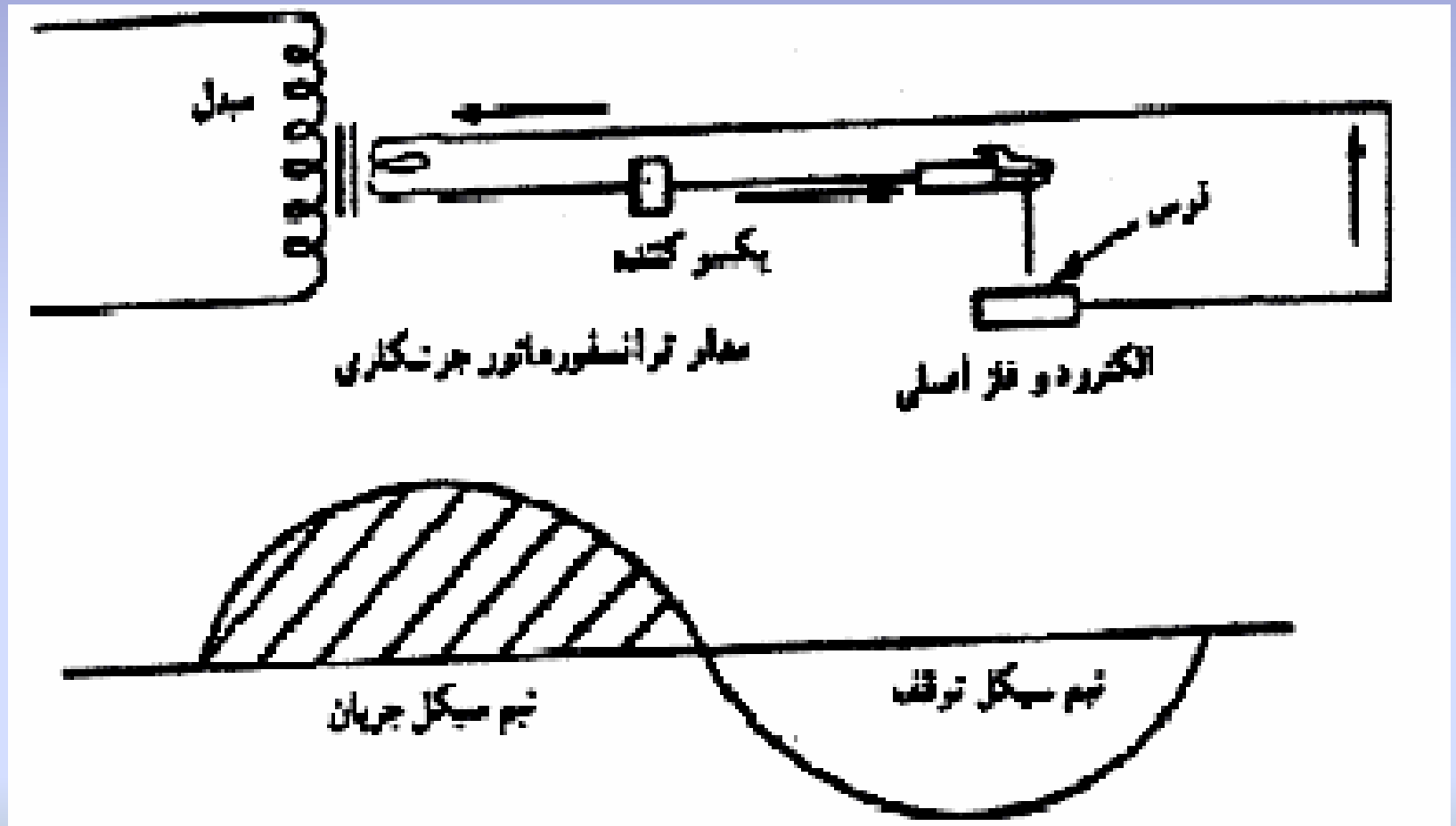
قسمت‌های داخلی طبق شکل به‌شرح زیر است:

۱ . قلاب فلزی بزرگ و محکم
۲ . ولت‌سنج بزرگ
۳ . تنظیم ریز شدت جریان
۴ . تنظیم در شدت جریان
۵ . کلید خاموش - روشن
۶ . اتصال‌دهندهٔ کابل‌های زمین
۷ . حفاظ فلزی
۸ . درپوش یاتاقان
۹ . یاتاقان
۱۰ . محفظهٔ مسی روتور
۱۱ . موتور سه فاز
۱۲ . پروانهٔ فلزی خنک‌کن
۱۳ . قاب فلزی
۱۴ . مولد جریان
۱۵ . جاروک گرافیتی - فلزی
۱۶ . یکسوکننده
۱۷ . یاتاقان توپی
۱۸ . درپوش یاتاقان
۱۹ . قاب فلزی
۲۰ . روکش فلزی متحرک
۲۱ . شفت
۲۲ . کابل‌های اتصال‌دهندهٔ جوشکاری
۲۳ . کلید قطبیت
۲۴ . آمپرسنج بزرگ
۲۵ . روکش

شکل(8-1):
اجزاء یک موتور-مولد برقی (دینام)

شکل(9-1): دیزل- ژنراتور جوشکاری با جریان یکسو

مبدل یکسوکننده (رکتیفایر (Rectifier

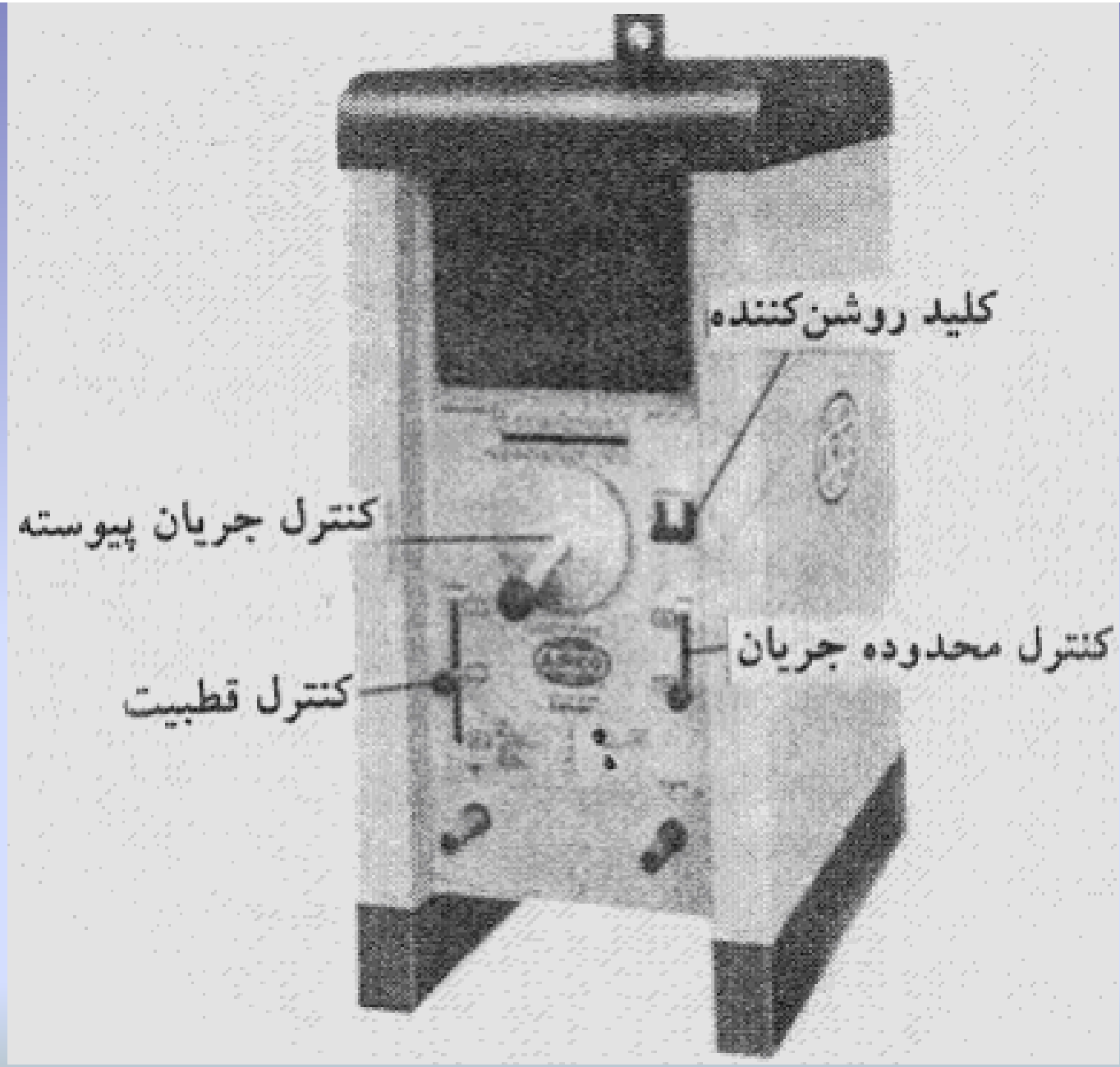


شکل(10-1): یکسو کردن جریان بوسیله رکتیفایر

شکل (11-1): دستگاه جوشکاری یکسو کننده (رکتیفایر)

مبدل جریان متناوب (ترانس)

شکل(12-1): دستگاه ترانسفورماتور



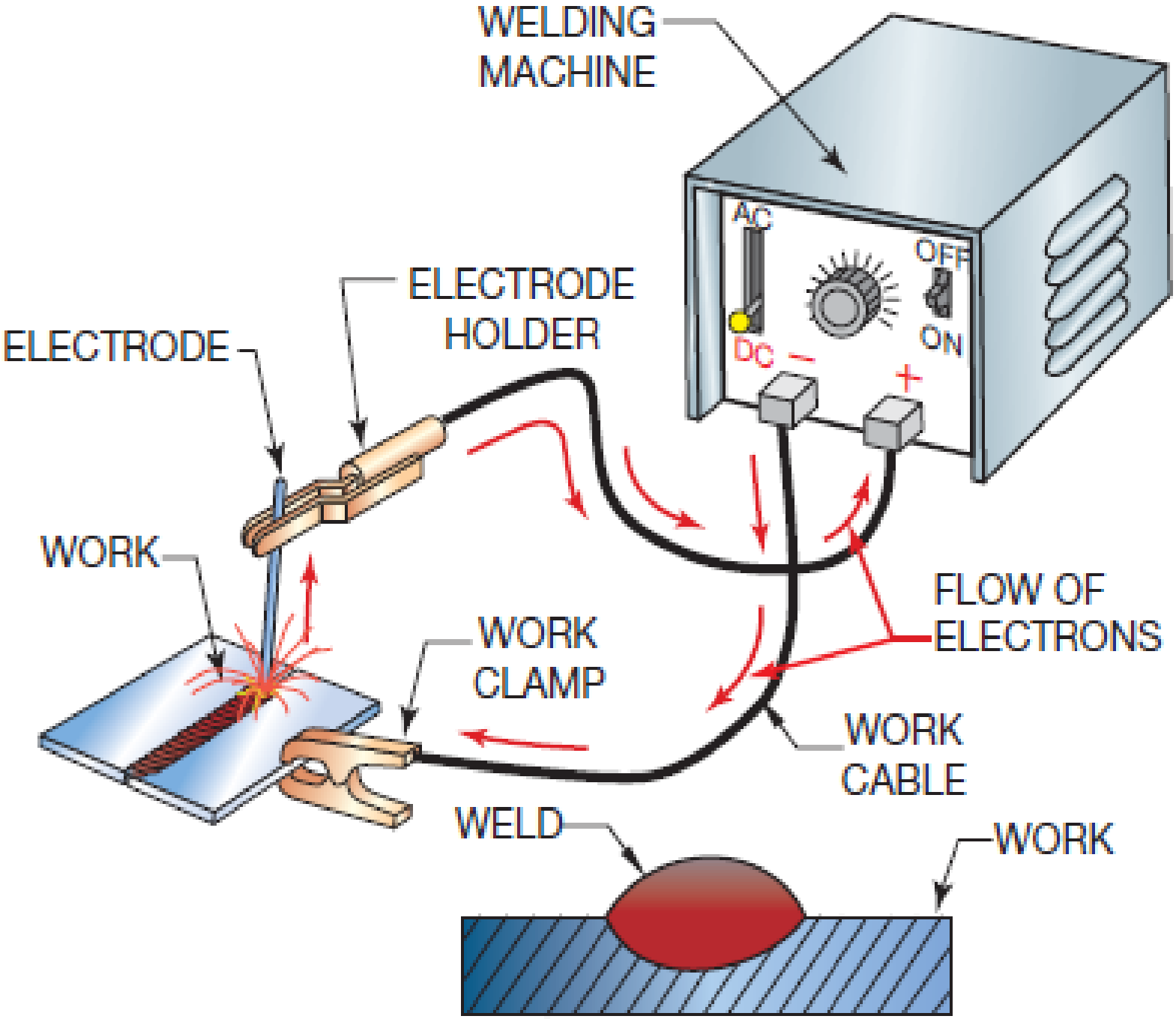
شکل(13-1): اجزاء یک ماشین مبدل-یکسوکننده AC-DC

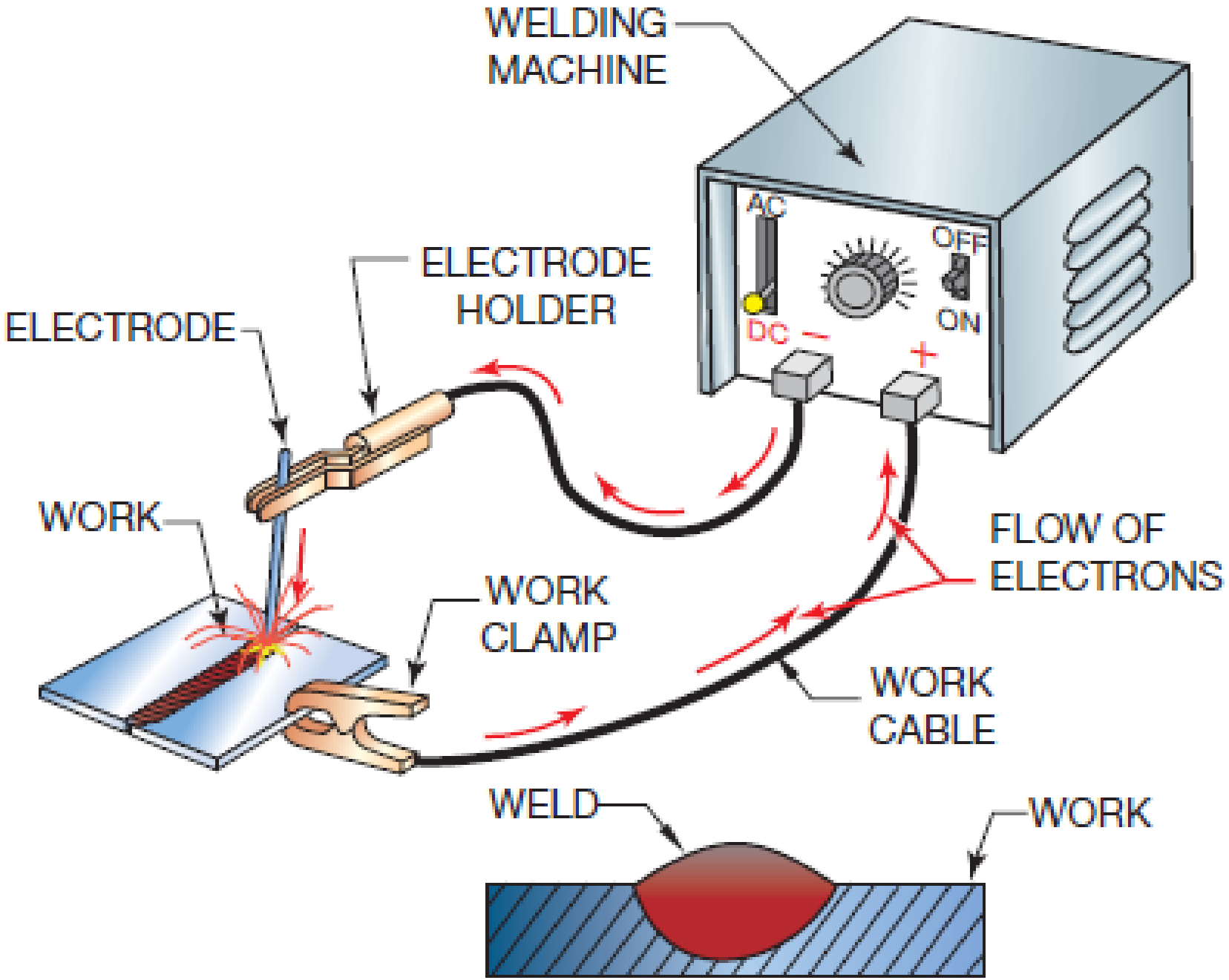
عوامل موثردرانتخاب ماشین جوشکاری

- روش جوشکاری
- تعمیرونگهداری
- معیارهای اقتصادی
- قابلیت حمل ونقل
- محیط کار
- مهارتهای موجود
- ایمنی
- سرویس دهی های سازنده
- برآورد الزامات آئین نامه ها واستانداردها

مزایای دستگاه جوشکاری جریان مستقیم

- خطر کار با جریان مستقیم کمتراست.
- درمحلهای تنگ،باریک ومرطوب جوشکاری با جریان مستقیم بهتراست.
- انتخاب قطب آزاد بوده و می توان الکترود را به مثبت یا منفی وصل کرد وامکان تقسیم حرار ت بصورت مفیدتری وجود دارد.
- انواع الکترود (حتی مفتول ساده والکترودبدون روپوش)رامی توان با جریان مستقیم جوش داد.
- با استفاده از دستگاه مبدل با موتور سه فازویکسوکننده جریان، باربروی هرسه فازیکسان تقسیم می شود.


WELDING MACHINE
AC
OFF
ON
DC
−
+
ELECTRODE HOLDER
ELECTRODE
WORK
WORK CLAMP
FLOW OF ELECTRONS
WORK CABLE
WELD
WORK


WELDING MACHINE
AC
OFF
ON
DC
−
+
ELECTRODE HOLDER
ELECTRODE
WORK
WORK CLAMP
FLOW OF ELECTRONS
WORK CABLE
WELD
WORK

مزایای دستگاه جوشکاری جریان متناوب

- سرمایه اولیه تهیه وسایل ودستگاههای آن کمتراست.
- هزینه نگهداری دستگاههاکمتراست.
- ضریب بهره الکتریکی آن بیشتر است.
- هزینه مصرف برق کمتر است.
- درجوشکاری جریان متناوب چون جهت جریان متناوب عوض می شود،حرارت حاصله ازقوس بطورمساوی بهردوقطعه (قطعه کاروالکترود)میرسد.
- اثردمیدن قوس کمتراست.

- ***انتخاب نوع جریان برای جوشکاری***

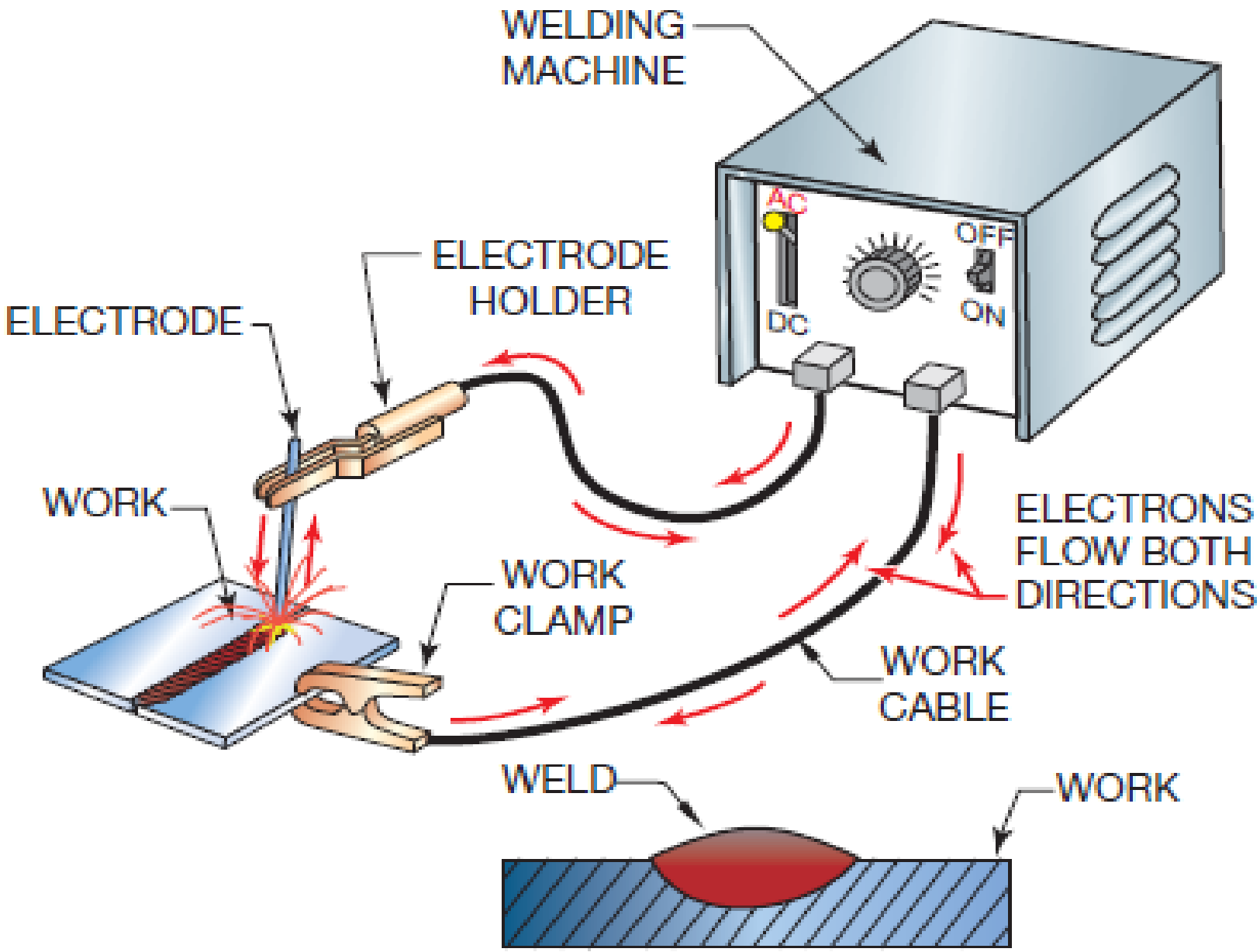
انتخاب جریان به روش جوشکاری،نوع الکترود،اتمسفرقوس ونوع فلزی که جوش داده خواهدشد،بستگی دارد.درصنعت انتقال فلز ازالکترود به حوضچه جوش با جریان d.c. یکنواخت تروبهترانجام میگیرد.علاوه برپایداربودن قوس وانتقال یکنواخت تر قطرات فلز با جریان مستقیم مزایای دیگری نیزدراین روش وجود داردکه عبارتنداز؛

مزایای جریان مستقیم

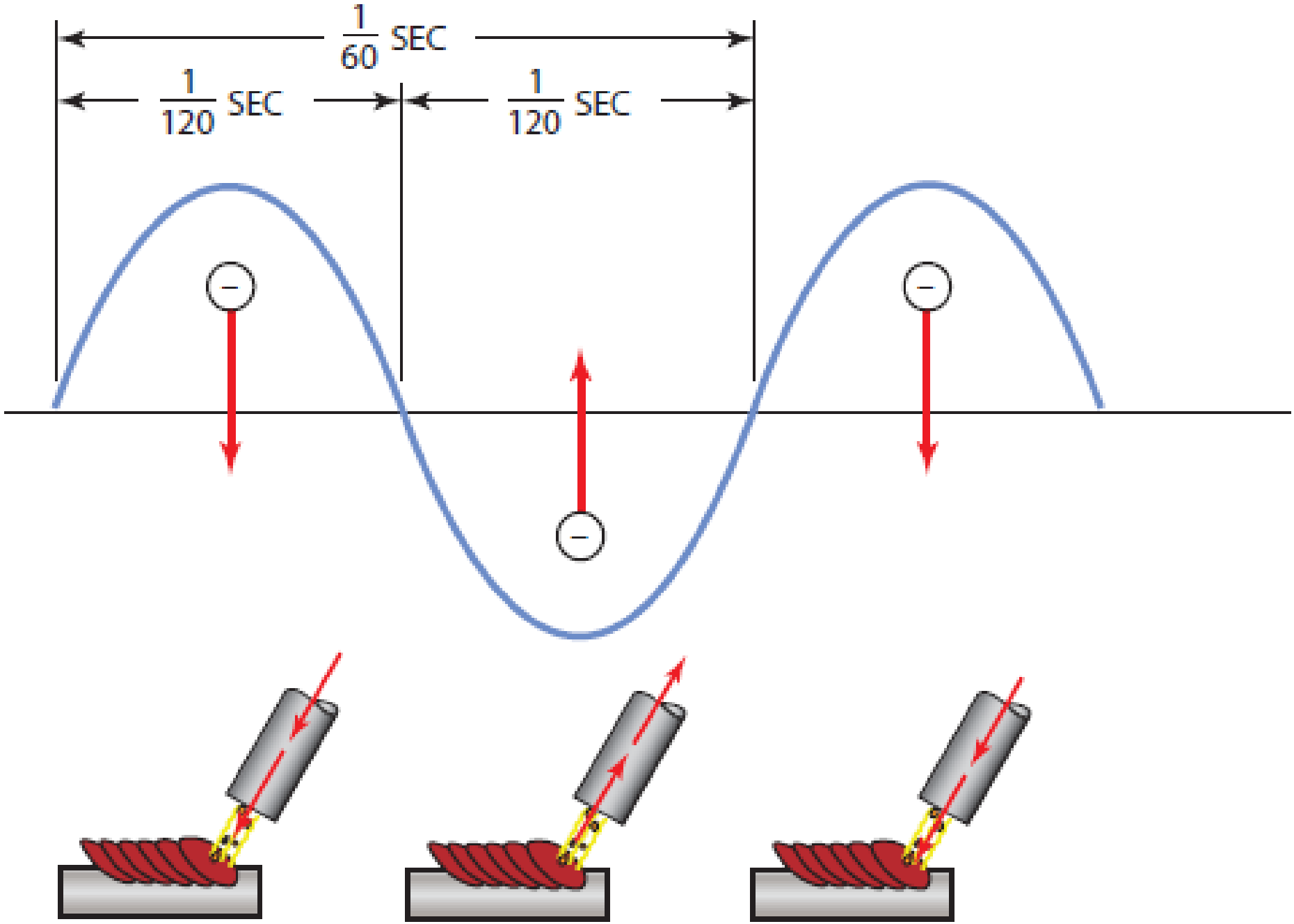
- *درجریان مستقیم می توان ازشدت جریانهای کم استفاده کرد.*
- *امکان استفاده هرنوع الکترود درروش جوشکاری دستی با جریان مستقیم.*
- *شروع قوس راحت تر است .*
- *نگهداری قوس با طول کوتاه راحت تر است.*
- *دروضعیتهای غیرتخت مثل وضعیت افقی،عمودی وبالاسری عملیات جوشکاری آسانتراست.*
- *برای جوشکاری ورقهای نازک مناسبتراست.*
- *امکان ایجاد پاک کردن قوس " Arc-cleaning " (پخش نمودن ذرات اکسیدی غیر مذاب ازروی سطح کاربه اطراف راپاک کردن قوس گویند)درجریان مستقیم بهترفراهم میگردد.*

جریان متناوب

- *جریان a.c. (شکل 14-1) درجائی ترجیح داده میشودکه شروع مجدد قوس مسئله چندان مهمی نباشد.می توان به کمک افزایش ترکیبات پایدارکننده قوس درمواد روپوش الکترود این موضوع راجبران نمود.چنین موادی خاصیت یونیزاسیون بالائی دارند.ازجریان a.c. بیشتردرروش الکترودتنگستن TIG استفاده می شود.*

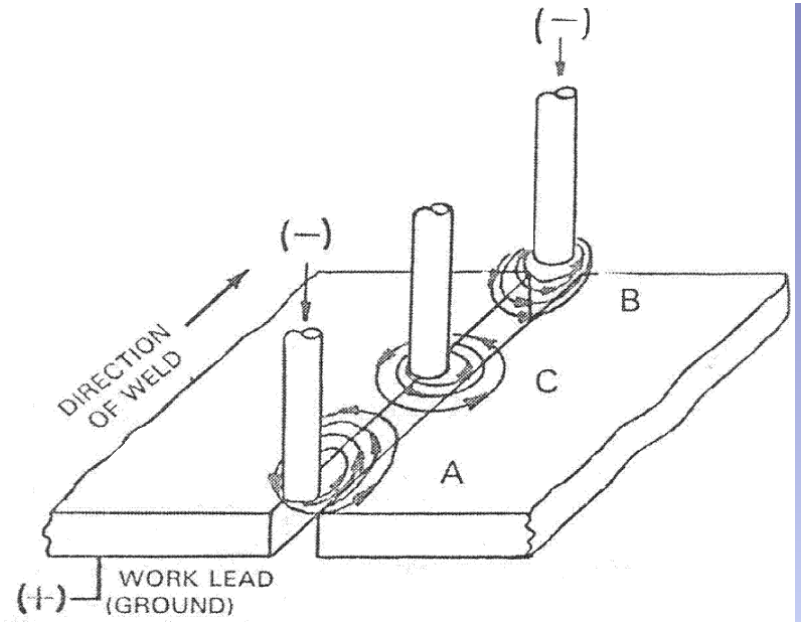


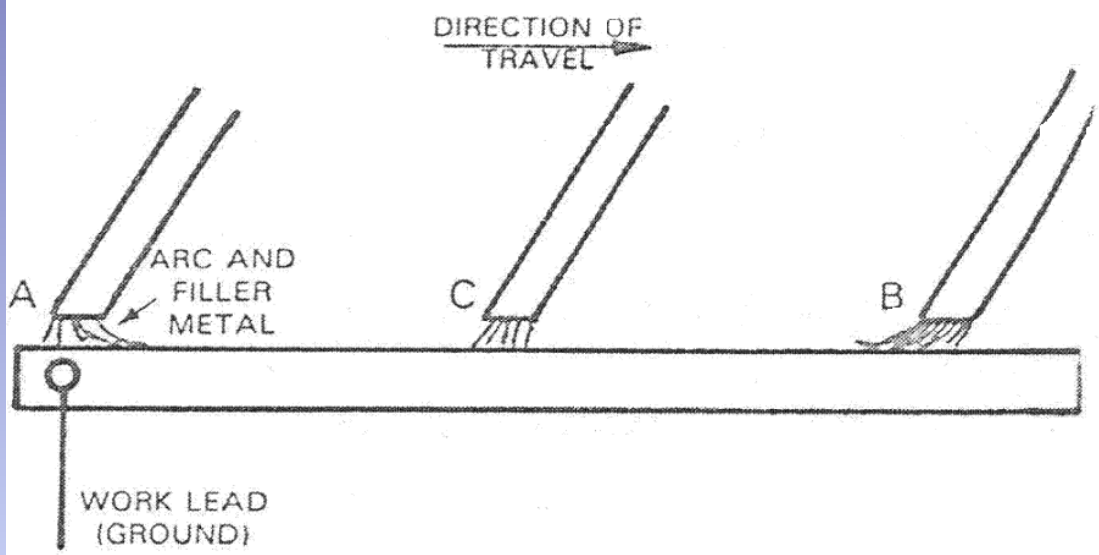
شکل(14-1): جوشکاری با جریان AC

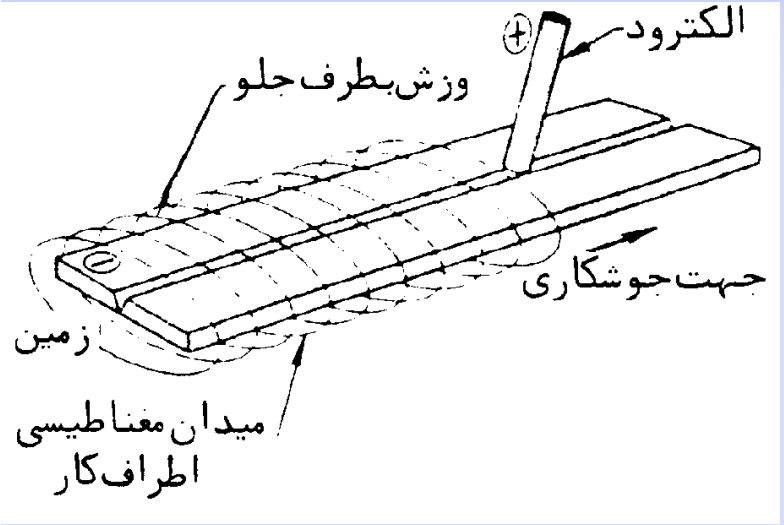

1/60 SEC
1/120 SEC
1/120 SEC

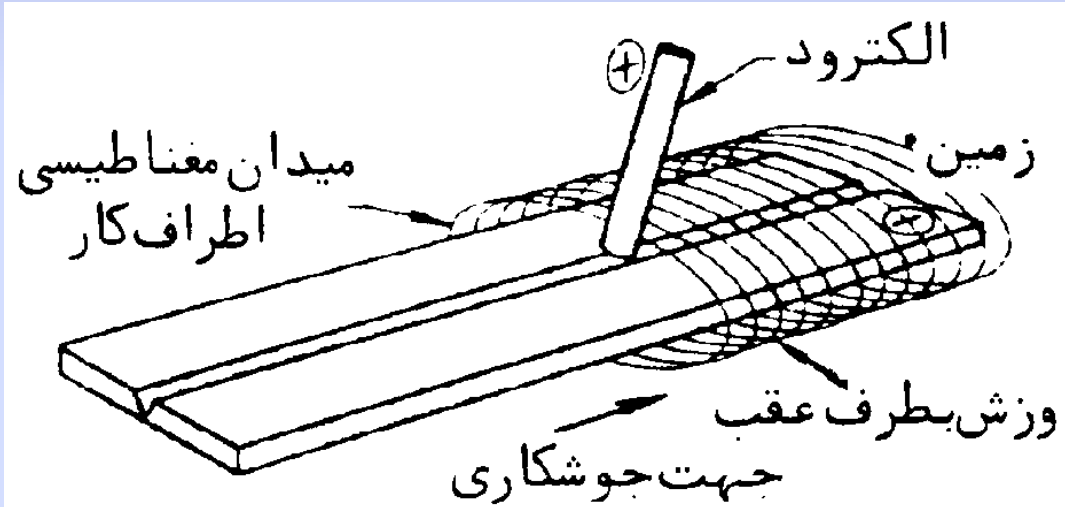
- ***وزش قوس " Arc- Blow "***

عبورجریان الکتریکی درالکترود، قطعه کاروکابل زمینی یک حوزه مغناطیسی بوجود می آورد،که بصورت دایره های متوالی عمودبرعبور جریان می باشند.عدم تقارن ونا متعادل بودن حوزه اطراف قطعه کاریا الکترودسبب انحراف قوس به طرفی که تمرکزحوزه بیشتراست میگردد،این انحراف ازحالت حقیقی به وزش قوس مرسوم است ،که بیشتردرجریان یکنواخت اتفاق می افتد.درجریان متناوب بعلت تغییرجهت جریان درهرنیم سیکل این عمل کمتراتفاق افتاده ویاناچیزاست.





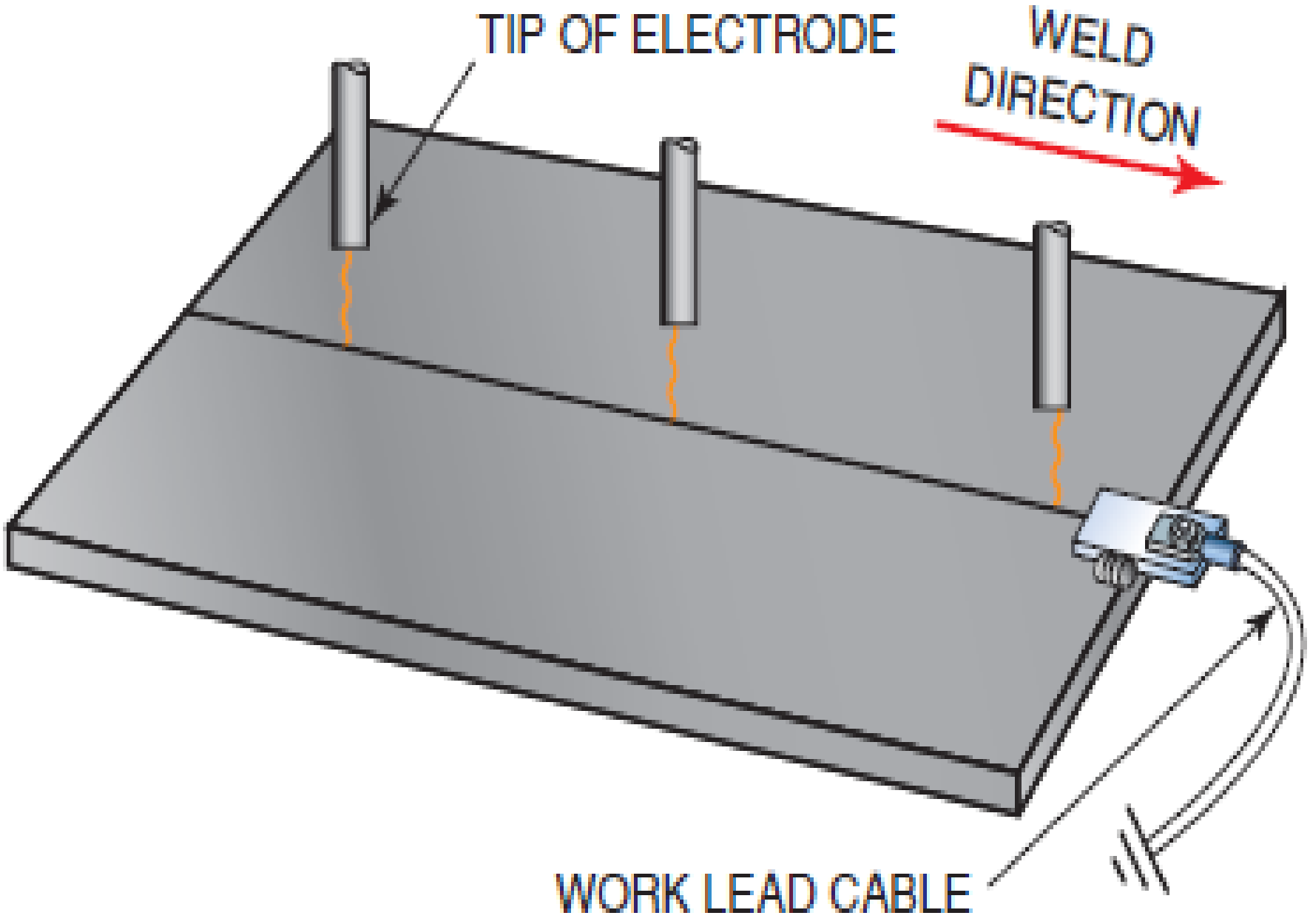




شکل (15-1): وزش قوس در ابتدا وانتهای کاردر اثر حوزه مغناطیسی

راههای جلوگیری ازوزش قوس

- تغییرنوع جریان ازحالت d.c. به حالت a.c.
- کاهش شدت جریان وطول قوس تا حد مجاز
- تغییر محل اتصال کابل زمین بطوریکه تا حد ممکن ازمحل جوشکاری دور باشد
- اتصال کابل زمین با انشعاب به چند نقطه ازقطعه
- تغییر محل اتصال کابل زمین برحسب پیشرفت کار
- درصورت امکان پیچیدن کابل زمین به قطعه کار تا ایجاد میدان مغناطیسی دیگری کرده وبتواند میدان مغناطیسی قبلی را خنثی کند.
- جلوگیری از بلند کردن قطعات فولادی ویا آلیاژی پایه نیکل با جرثقیلهای مغناطیسی


TIP OF ELECTRODE
WELD DIRECTION
WORK LEAD CABLE

اتصال قطبها درجریان مستقیم

1 - اتصال با قطب مستقیم DCSP

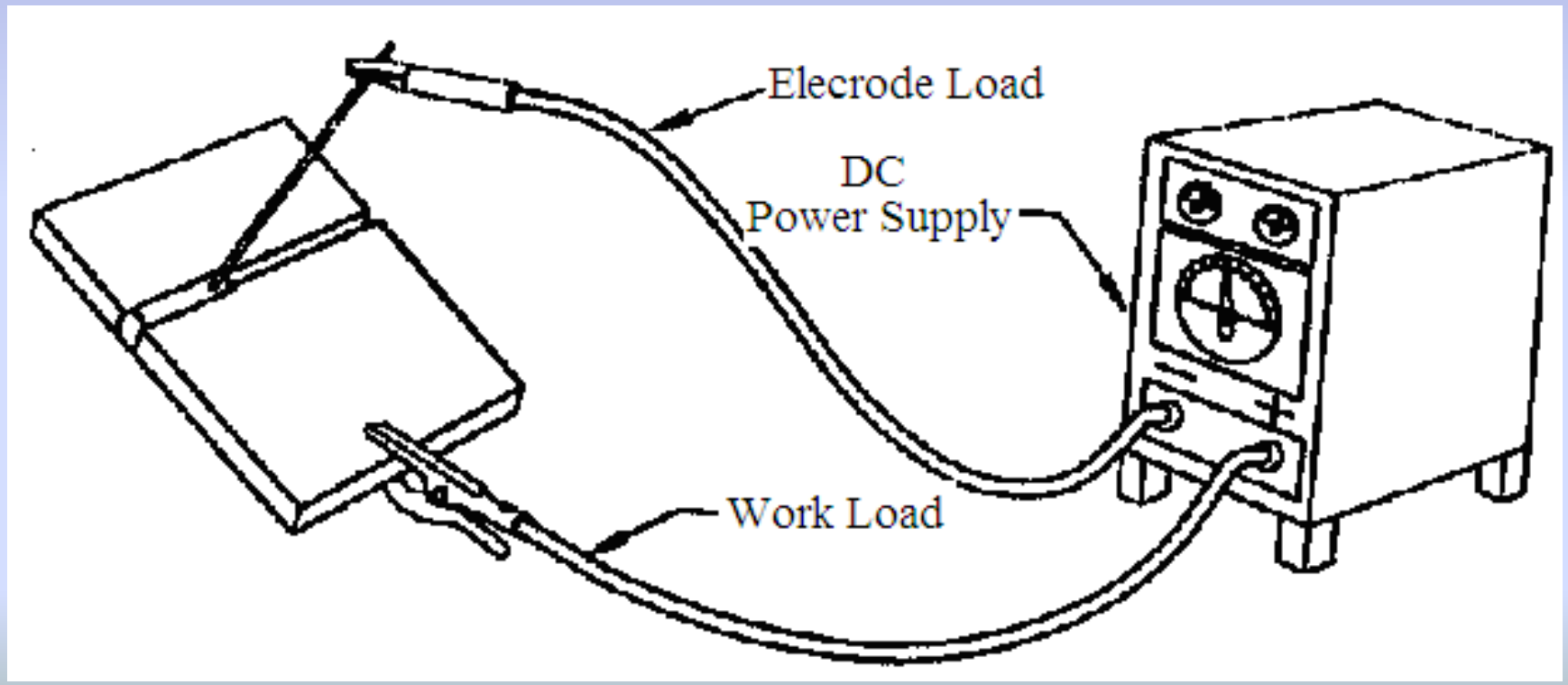
Direct Current Straight Polarity

2 - اتصال با قطب معکوس DCRP

Direct Current Reverse Polarity

انتخاب جریان مستقیم با قطب معکوس یا مستقیم به عوامل مختلفی ازقبیل جنس فلز جوش شونده،نوع جوش و همچنین جنس الکترود بستگی دارد.

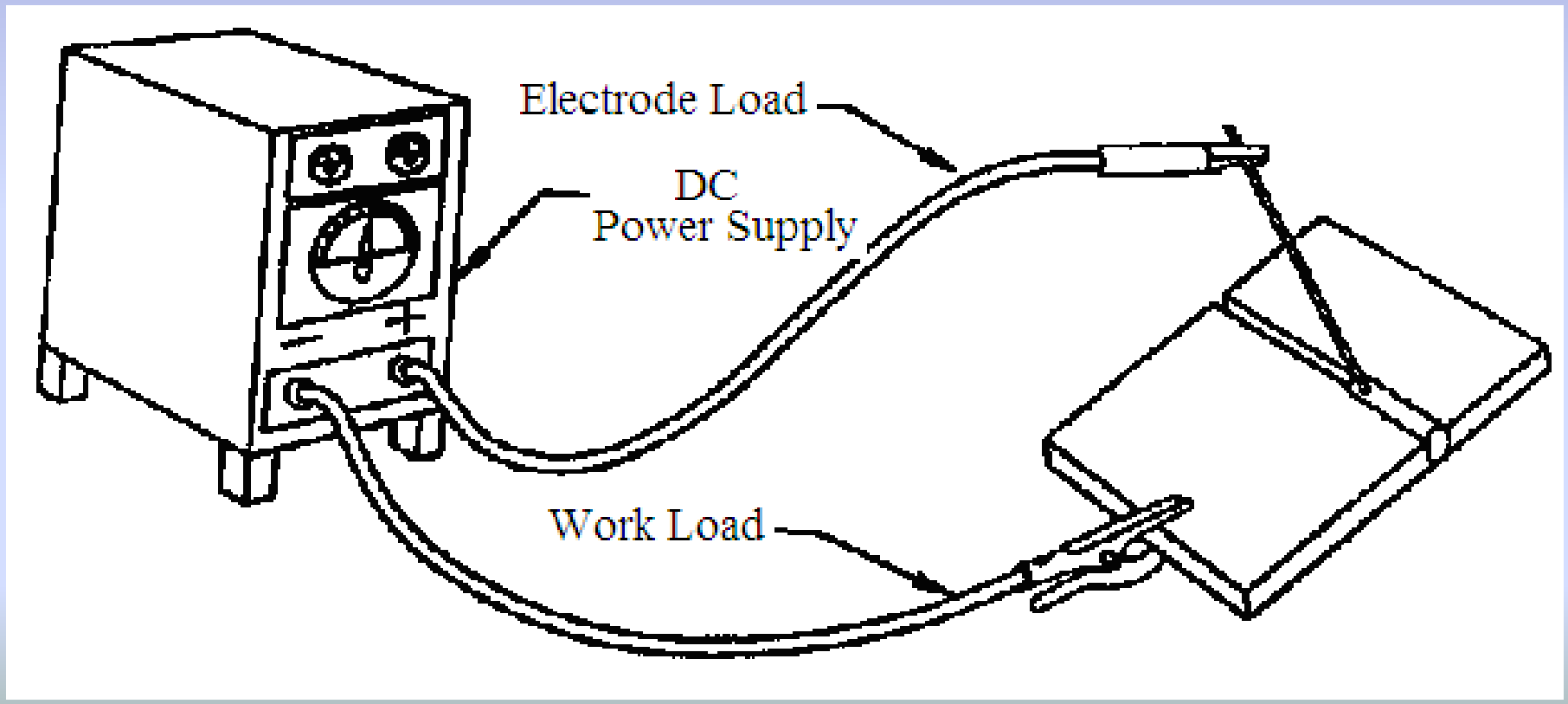
- ***اتصال با قطب مستقیم :*** *در اتصال با قطب مستقیم مطابق شکل(16-1)، قطب مثبت(آند)ماشین جوش به قطعه مادر وقطب منفی (کاتد)به الکترود متصل میشود.(DCEN)*
Direct Current Electrode Negative



شکل(16-1) : اتصال با قطب مستقیم DCSP

- **اتصال با قطب معکوس** : دراتصال با قطب معکوس مطابق شکل(17-1) قطب منفی (کاتد)ماشین به قطعه مبناءوقطب مثبت(آند)به الکترودمتصل می شود.(DCEP)

Direct Current Electrode Positive



شکل(17-1): اتصال با قطب معکوس DCRP

مزایای اتصال با قطب معکوس

- درجوشکاری با الکترود ذغالی بکاربردن قطب معکوس راحت تر وقوس ایجاد شده آرام وپایدارتراست .
- بطورکلی ازقطب معکوس درمواردی استفاده می شودکه حرارت زیادی روی قطعه کارلازم نباشد. مثلا" درجوشکاری ورقهای نازک فلزاتی که نقطه ذوبشان پائین است و همچنین آلیاژهای فولادضدزنگ وفولادپرکربن ونیزدرجوشکاری با بعضی ازانواع الکترودها عمل جوشکاری با قطب معکوس صورت میگیرد.
- درجوشکاری با قطب معکوس عمل پاک کردن قوس بهترصورت میگیرد.
- معمولا" درصنعت بیشتر جوشکاری با اتصال قطب معکوس توصیه می شود.

اصول جوشکاری قوسی

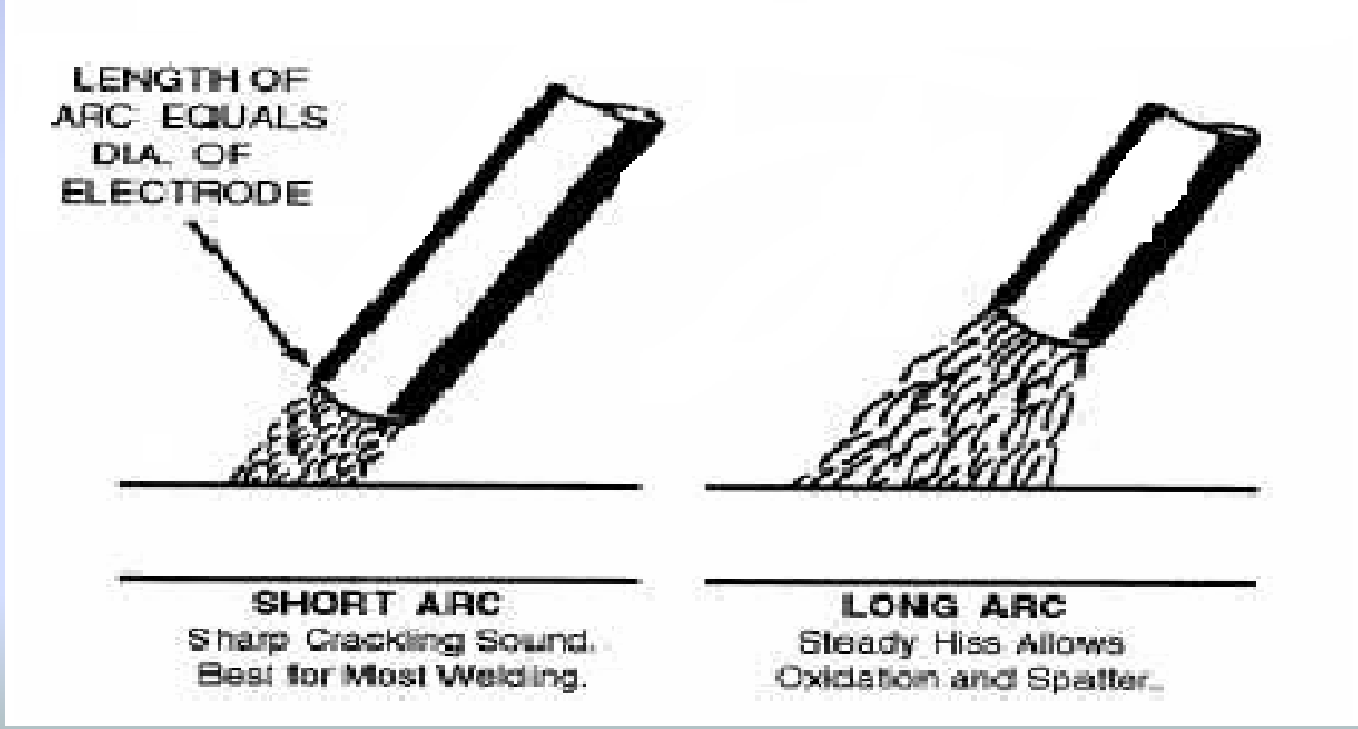
- درجوشکاری قوسی چهارعامل بسیارمهم درکیفیت جوش موثرمیباشد.جهت دستیابی به جوش مطلوب، هریک ازآنها با نوع کارووسایل مورد استفاده بایستی هم آهنگ شود. این چهارعامل عبارتند از؛
- ***شدت جریان***
- ***طول قوس (ولتاژ قوس)***
- ***سرعت پیشروی***
- ***زاویه الکترود***

- ***شدت جریان :*** هرچه قطرالکترود بیشترباشد جریان مصرفی بیشتراست .دریک قاعده کلی درجوشکاری با الکترود روپوشداراستاندارد،عددآمپربا عدد قطربرحسب هزارم اینچ تقریبا" برابراست . *بطورمثال الکترود بقطر 2.25 میلیمتریا 8/1 اینچ که برابر 0.125 اینچ است با 125 آمپرخوب کارمیکند.منظورازقطرلکترود،قطرسیم مغزه آن است نه قطرروپوش الکترود.گاهی ازرابطه A=40*d نیزدرانتخاب شدت جریان استفاده میگردد،که درآن d قطرفلزالکترود برحسب میلیمترمی باشد.*

وضعیت جوشکاری	حداکثرشدت جریان
وضعیت تخت	250 آمپر
وضعیت افقی	200 آمپر
وضعیت قائم	160 آمپر
وضعیت بالاسری	150 آمپر

جدول(3-1): مقدارحداکثرجریان با توجه به وضعیت جوشکاری

- ***طول قوس :*** طول قوس فاصله بین سرالکترود تا سطح قطعه مورد جوشکاری درلحظه برقراری قوس می باشد. طول قوس با ولتاژدو سرقوس رابطه مستقیم دارد،یعنی برای اینکه طول قوس سه برابرشود،نیازبه ولتاژسه برابرخواهد داشت.عموما" به ازای هر1/16 اینچ طول قوس 10 ولت بین دوسرقوس لازم است (یا به ازای هریک میلیمترطول قوس تقریبا" 6.3 ولت). *یک قاعده کلی بیان میکند که طول قوس بایستی قدری کمترازقطرسیم مورد استفاده باشد.مثلا" با الکترود به قطر 4 میلیمتر طول قوس بین 3 تا 4 میلیمترو ولتاژ 20 تا 24 ولت مناسب است.*



شکل(18-1): تاثیر افزایش یا کاهش طول قوس

قطرالکترود برحسب میلیمتر	ضخامت ورق برحسب میلیمتر	شدت جریان برحسب آمپر	ولتاژتقریبی برحسب ولت
3.25-2.25	4-2	100-60	17-15
4-3.25	6-4	150-100	20-17
5-4	10-6	200-150	22-20
6-5	بزرگتر از 10	400-200	22

جدول (4-1): تناسب تقریبی شدت جریان با قطرالکترود وضخامت ورق در وضعیت تخت

قطر الکترود برحسب اینچ	قطرالکترود برحسب میلیمتر	شدت جریان عبوری برحسب آمپر	ولتاژمورد نیازقوس الکتریکی برحسب ولت
5/64	2	60-25	21-17
3/32	2.5	90-45	21-17
1/8	3.25	120-80	22-18
5/32	4	180-105	22-18
3/16	5	230-150	24-20
7/32	5.5	300-210	25-21
¼	6	350-250	26-22
5/16	8	430-320	27-22

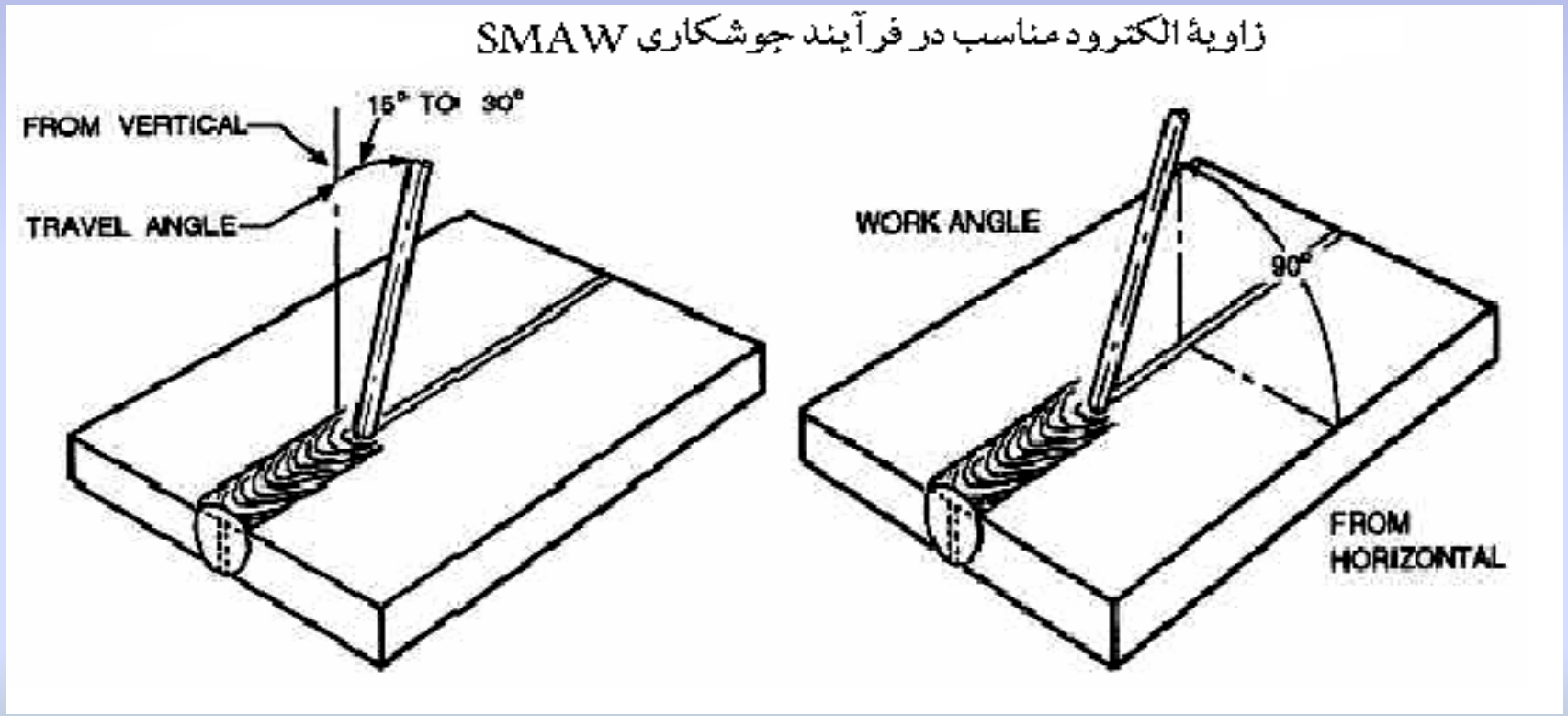
جدول(5-1): قطرالکترود،شدت جریان وولتاژمناسب برای الکترود E6013

- ***سرعت پیشروی :***

سرعت پیشروی قوس با ضخامت فلزمورد جوشکاری،مقدارجریان واندازه شکل گرده تغییرخواهدکرد.*برای بدست آوردن سرعت پیشروی مناسب بهتراست ،جوشهای تک پاسه ساده(غیرموجی) جوش داده شودوبا طول قوس ثابت سرعتی درنظرگرفته شود که حوضچه مذاب تشکیل شده دوبرابر قطر الکترود باشد.*

زاویه الکترود

درجوشکاری ورق حالت تخت، الکترود بایستی عمود برورق باشدودرحالتهای دیگربهتراست الکترود زاویه مورد جوشکاری را نصف نماید.معمولا"
انحراف تا 15° اشکال خاصی بوجود نیاورده وتأثیرزیان آوری روی ظاهروکیفیت جوش نخواهدداشت.(شکل 20-1)



شکل(20-1): زاویه مناسب الکترود

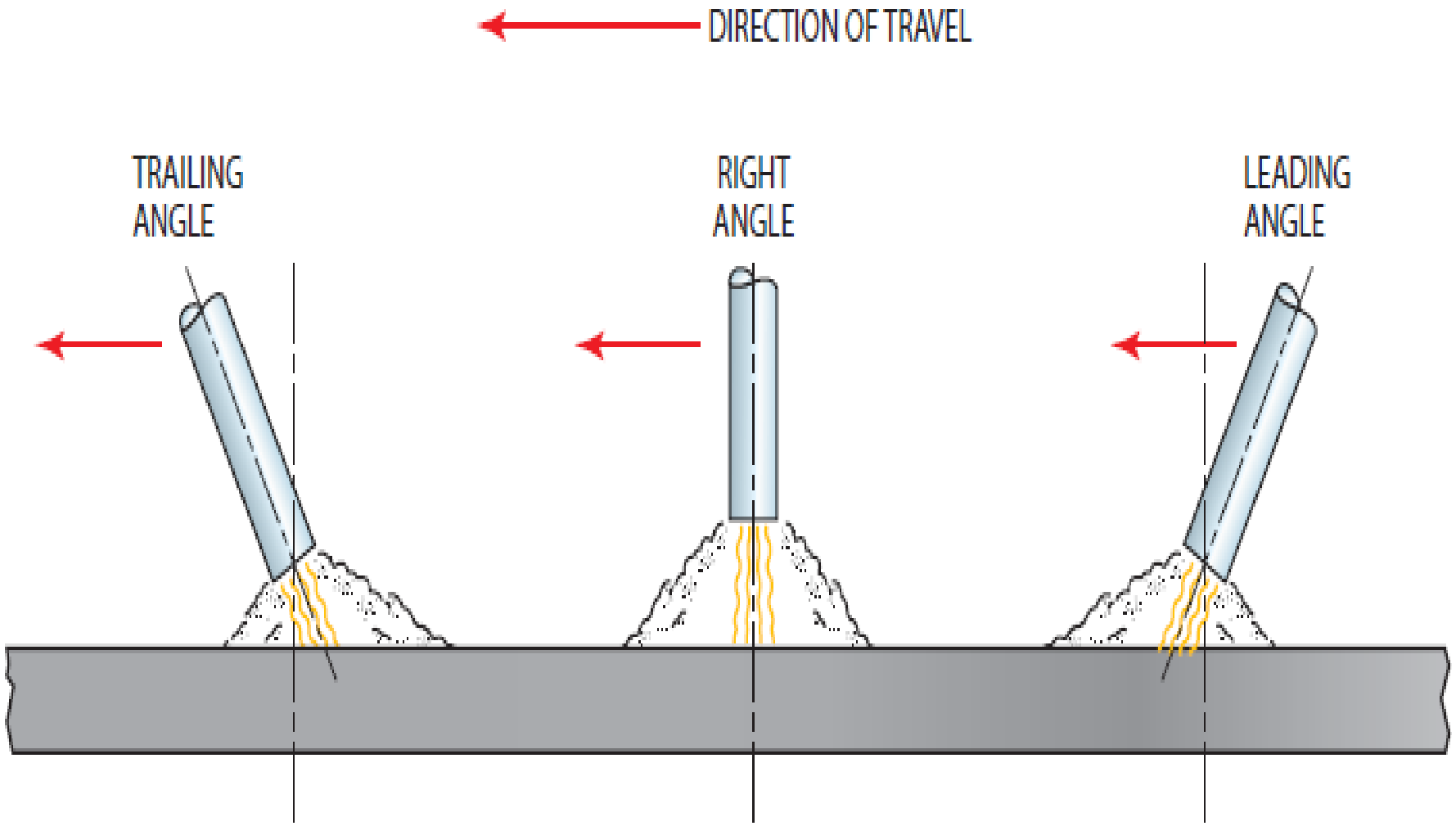


FIGURE 4-14 Direction of travel and electrode angle. © Cengage Learning 2012

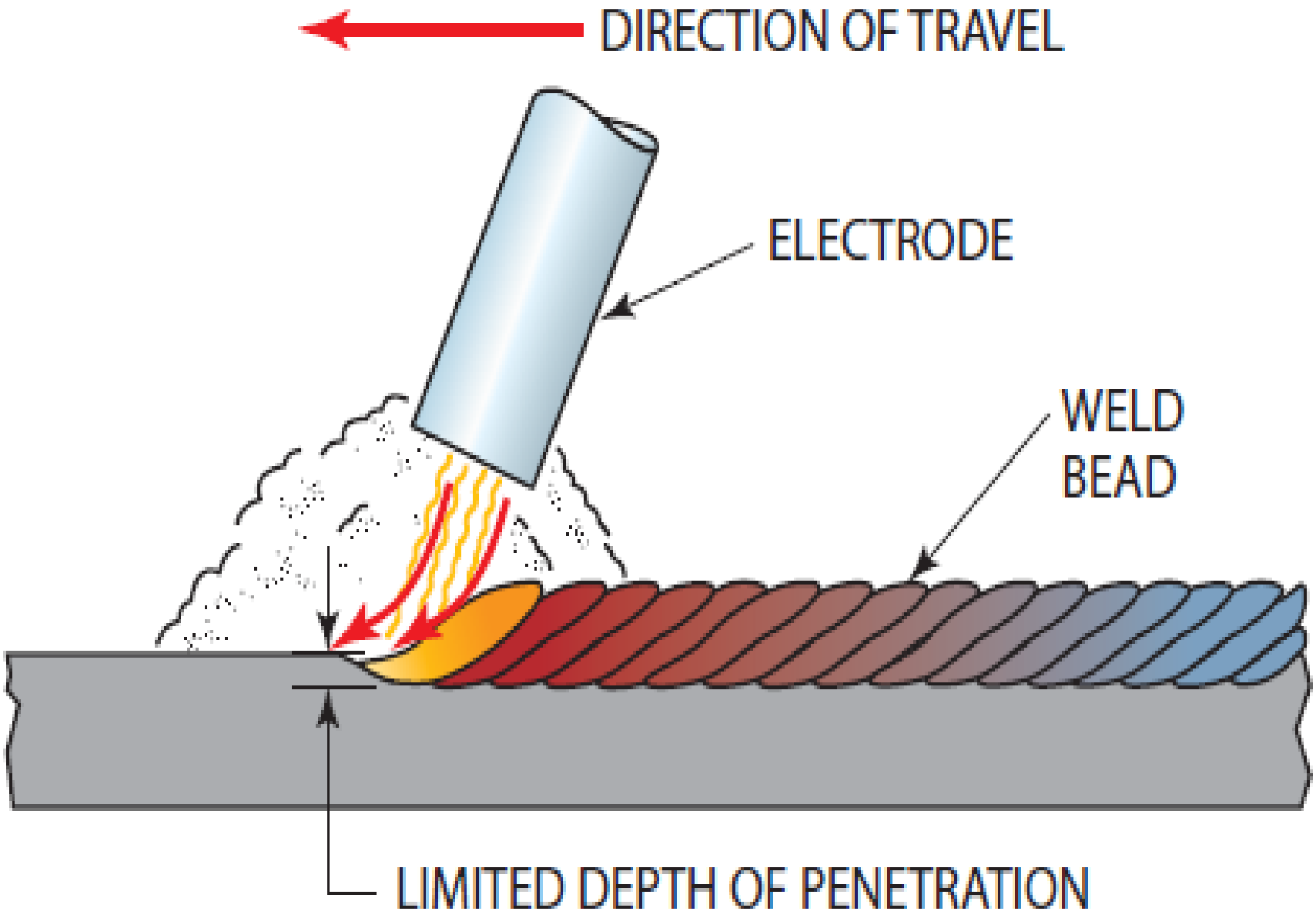


FIGURE 4-15 Leading, lag, or pushing electrode angle.

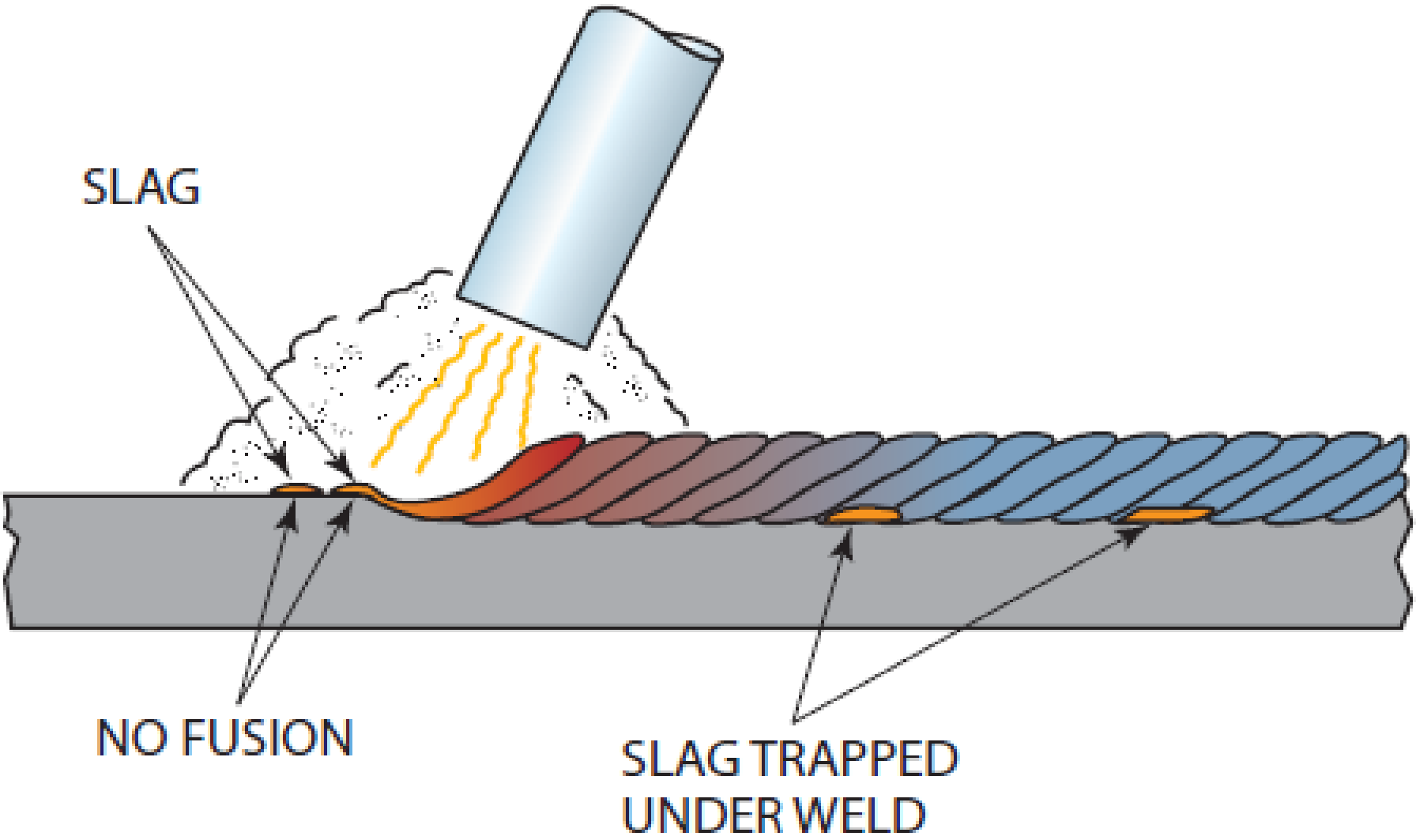


FIGURE 4-16 Some electrodes, such as E7018, may not remove the deposits ahead of the molten weld pool, resulting in discontinuities within the weld.

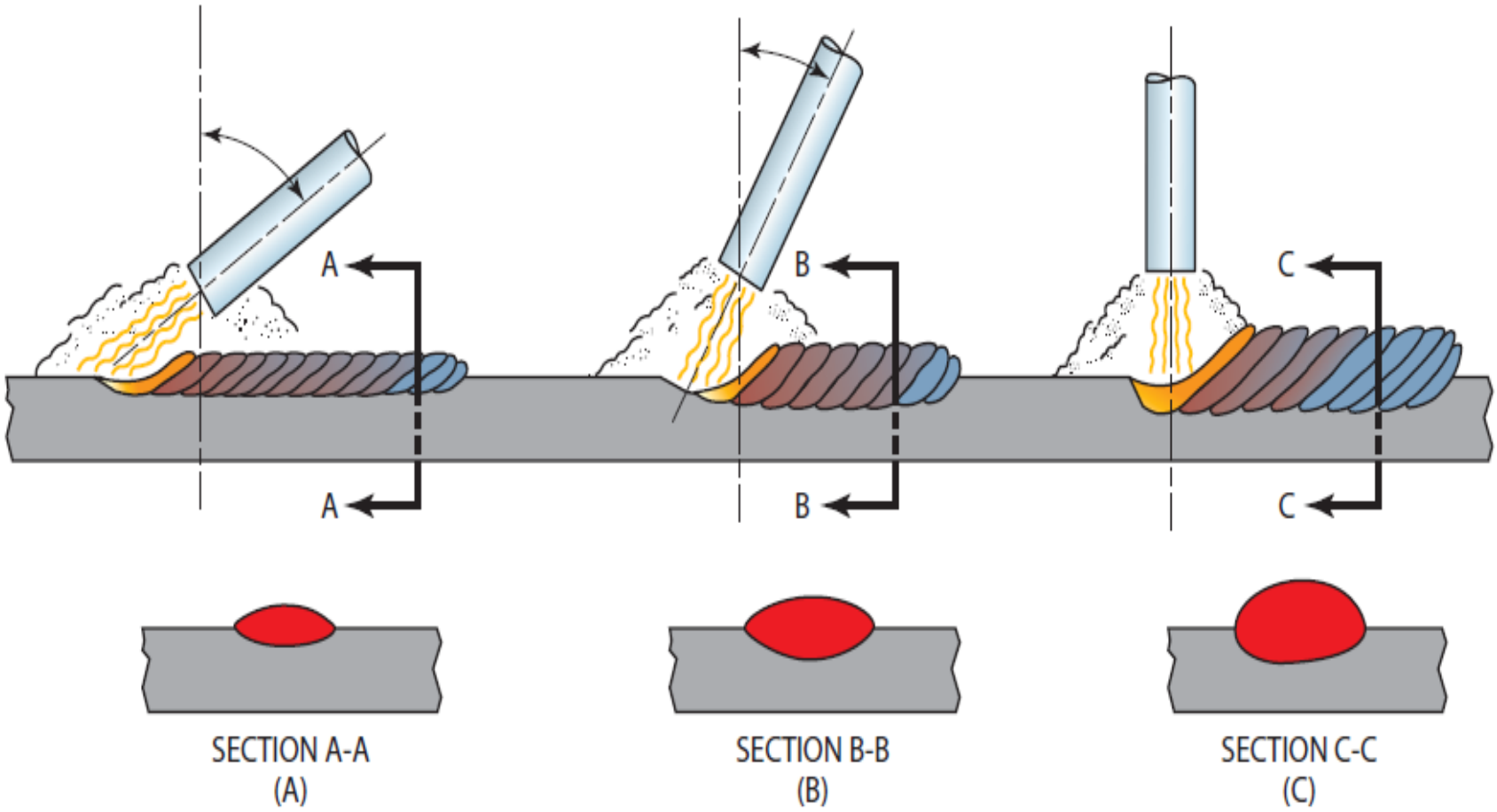


FIGURE 4-18 Effect of a leading angle on weld bead buildup, width, and penetration. As the angle increases toward the vertical position (C), penetration increases. © Cengage Learning 2012

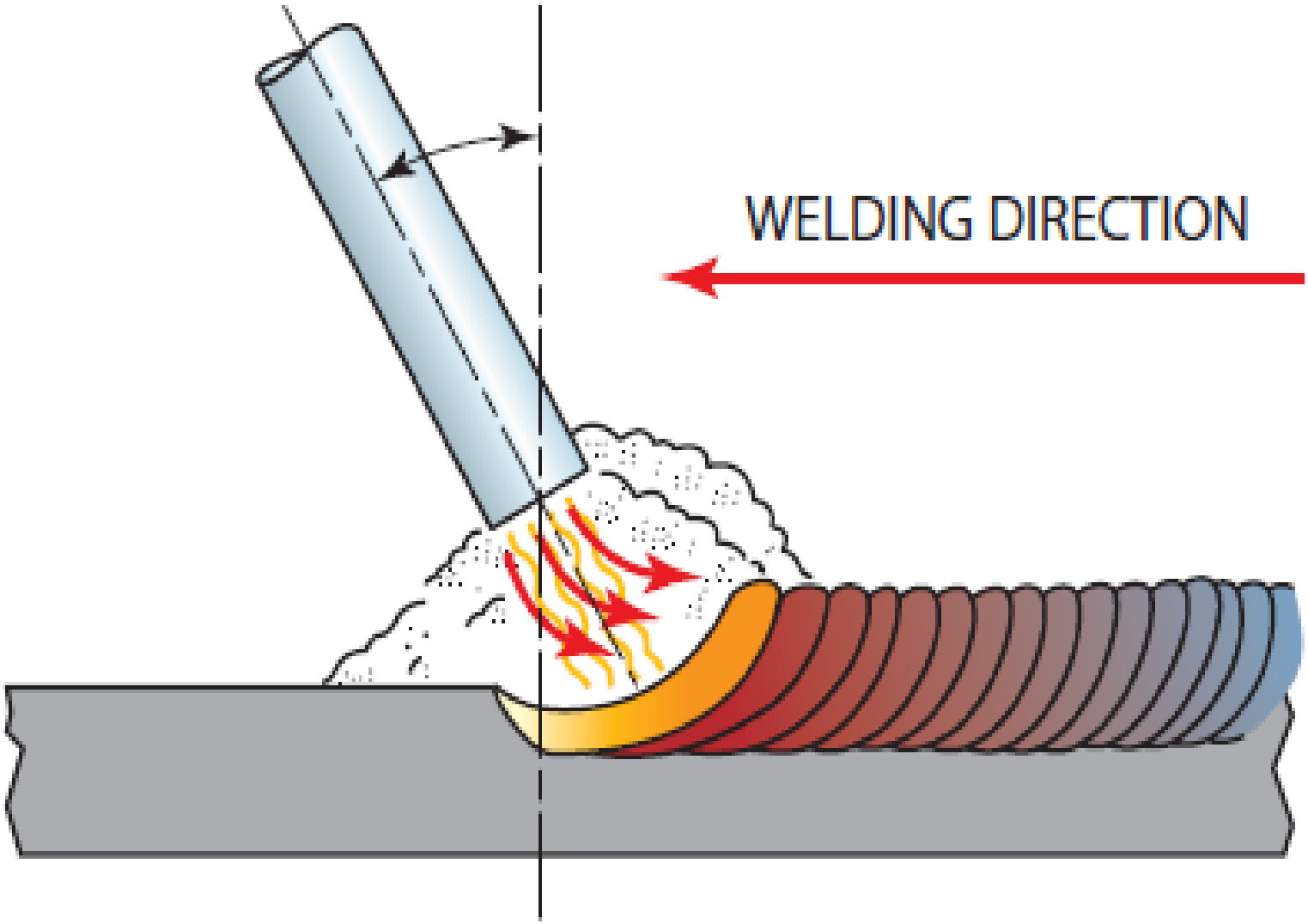


FIGURE 4-19 Trailing electrode angle. © Cengage Learning 2012

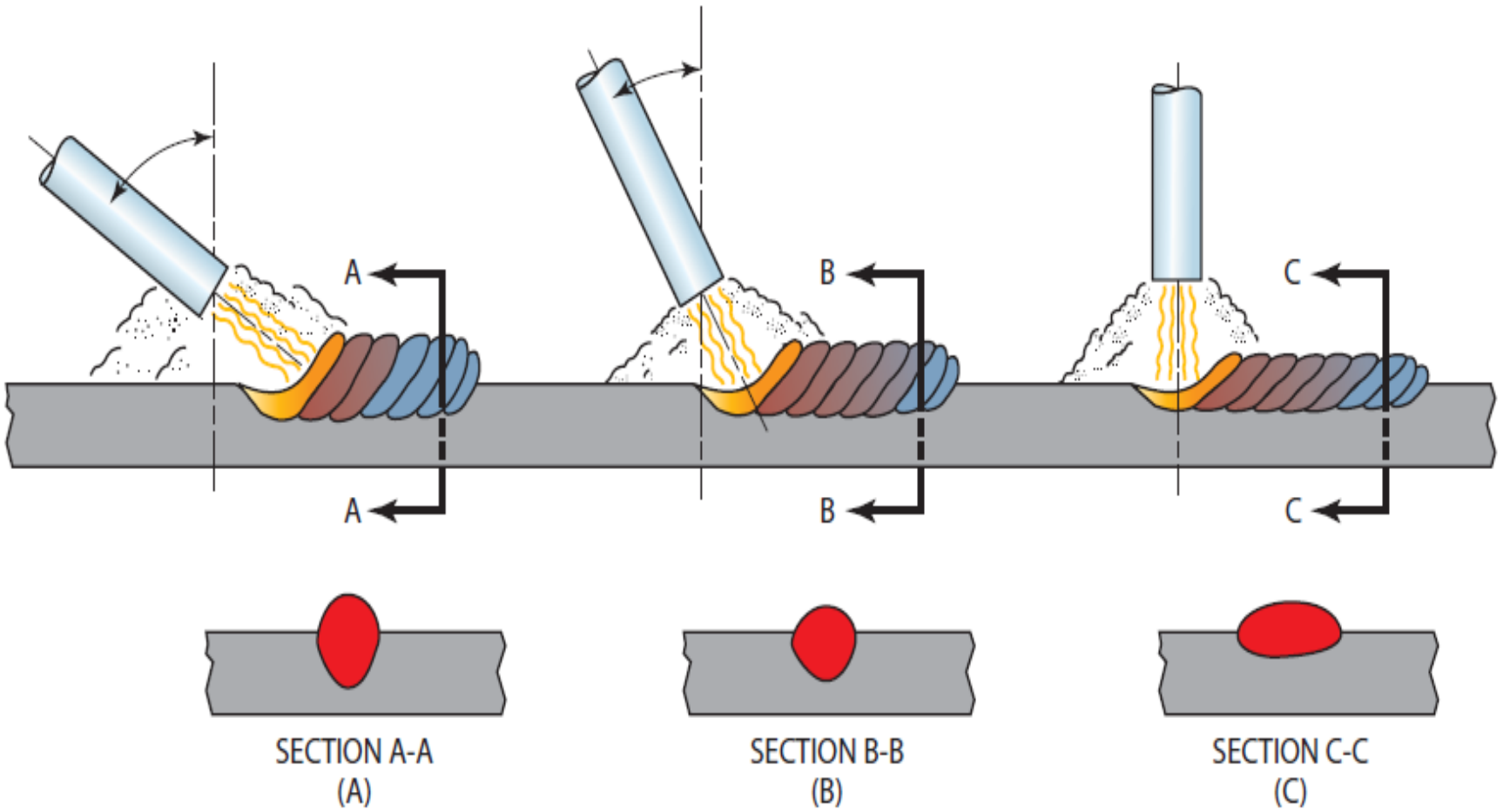
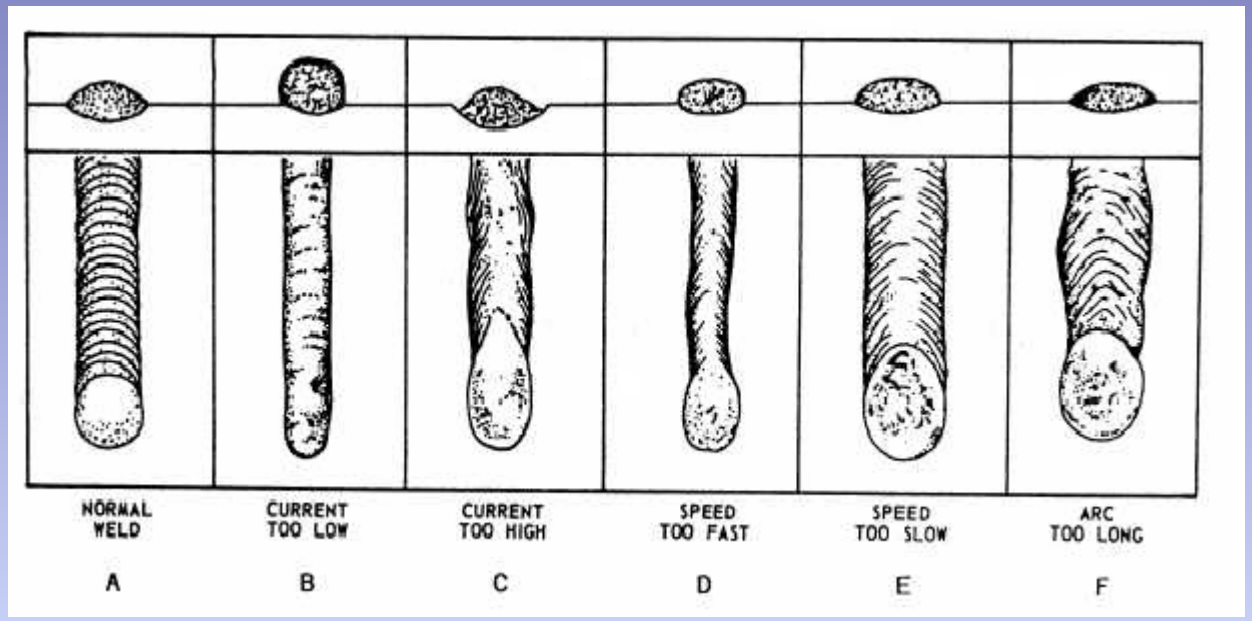
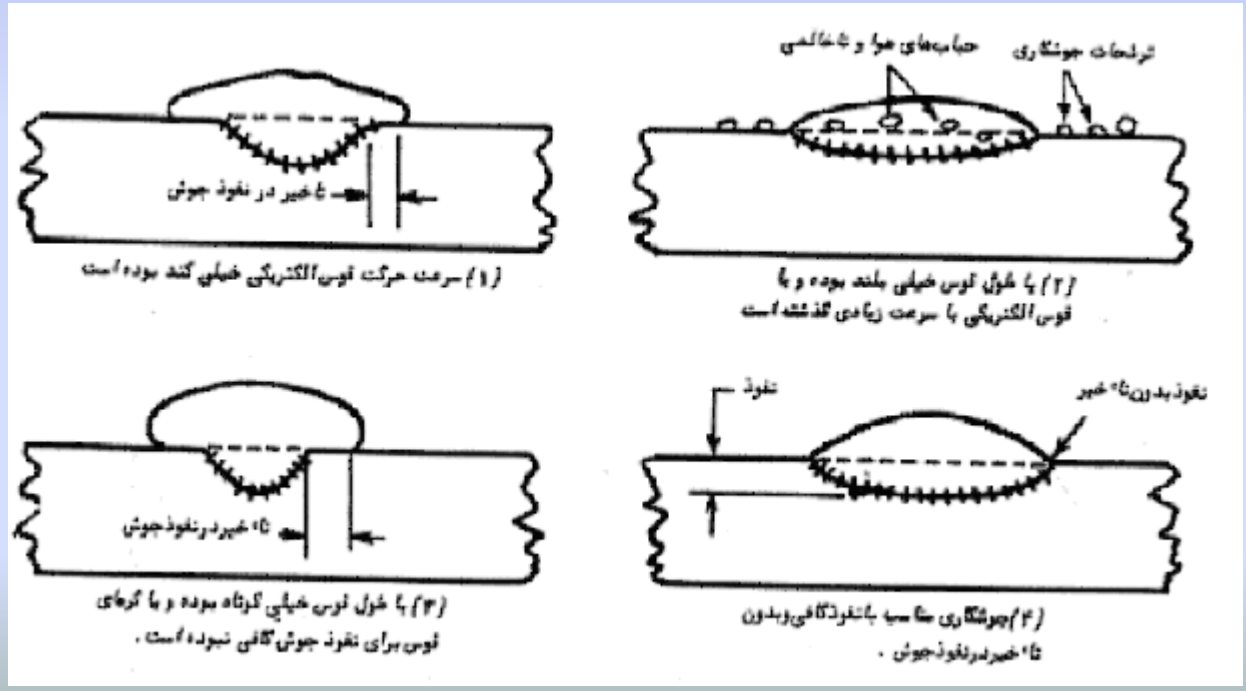


FIGURE 4-20 Effect of a trailing angle on weld bead buildup, width, and penetration. Section A-A shows more weld buildup due to a greater angle of the electrode. © Cengage Learning 2012





شکل(21-1): کیفیت جوش برحسب تغییرات شدت جریان،ولتاژوسرعت حرکت