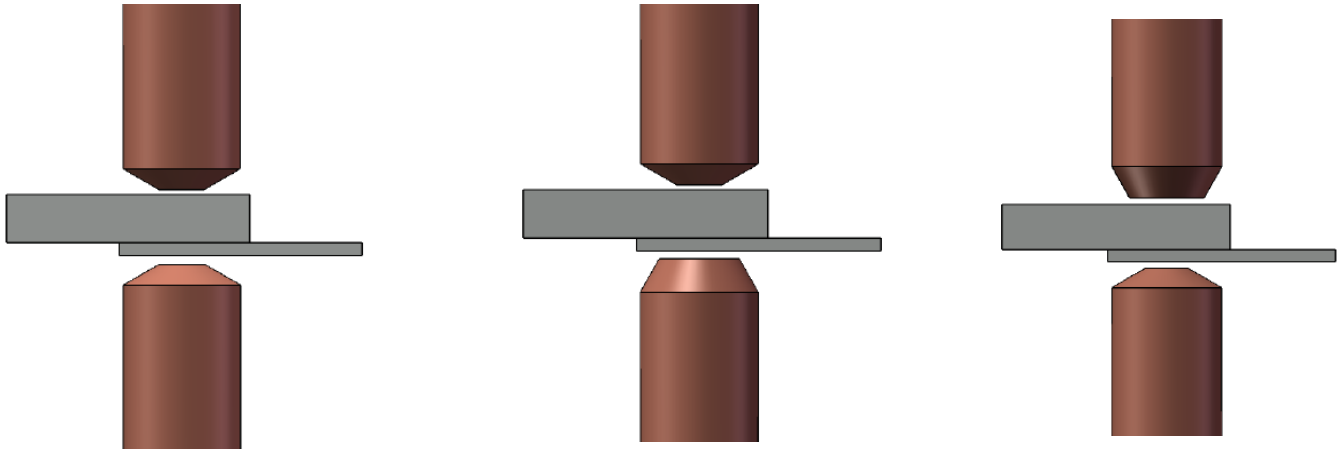
SPOT Welding

Level 2 for Technicians

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Pre- Test

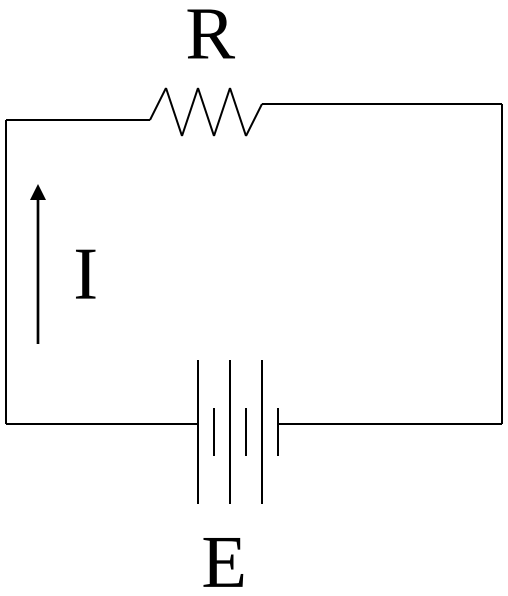


ภาพใดเป็นวิธี Set up ระบบการเชื่อมที่ถูกต้อง

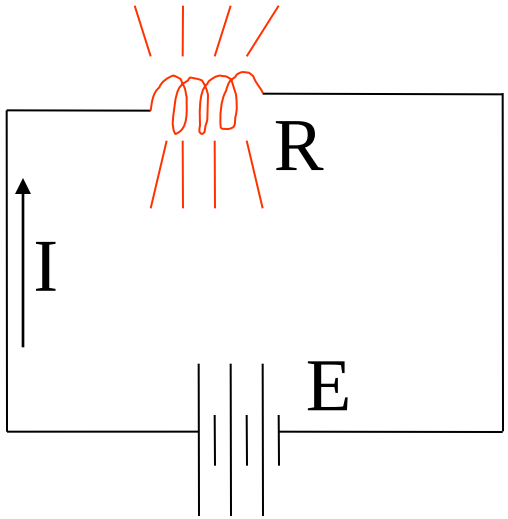
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

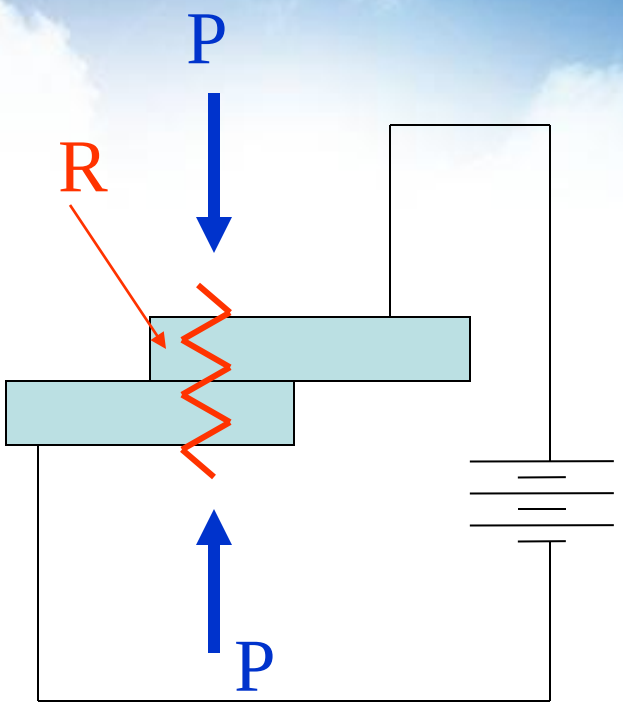
Resistance Welding คืออะไร

หลักการเชื่อมโลหะโดยใช้ความต้านทานไฟฟ้า

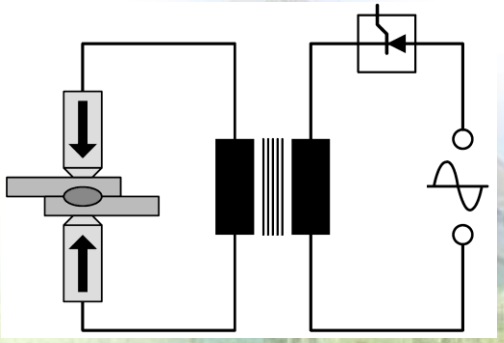


$E = IR$

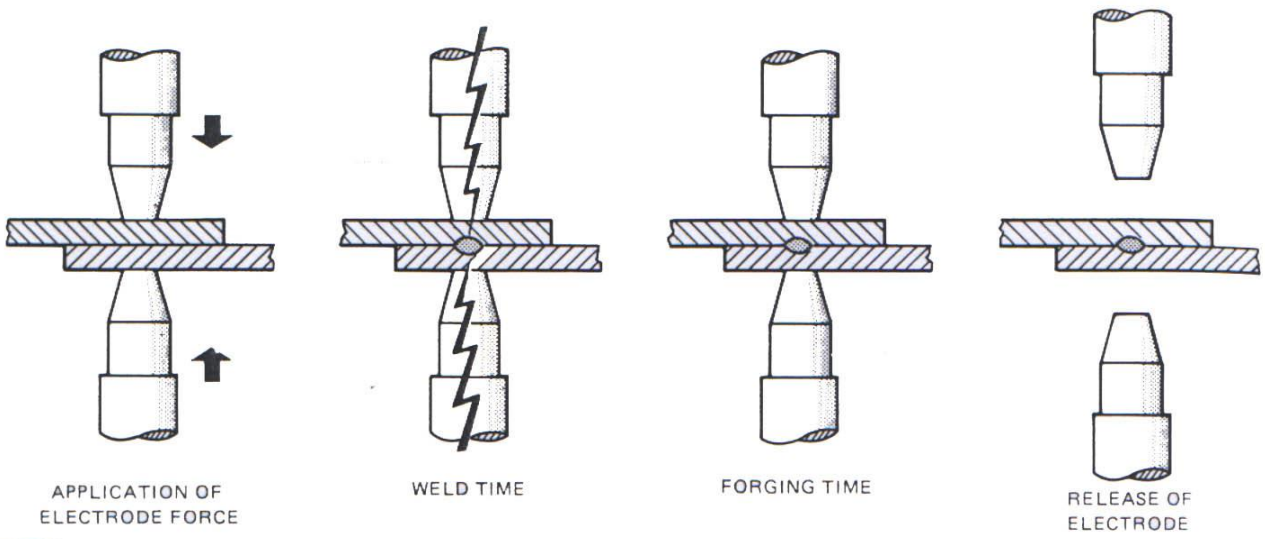


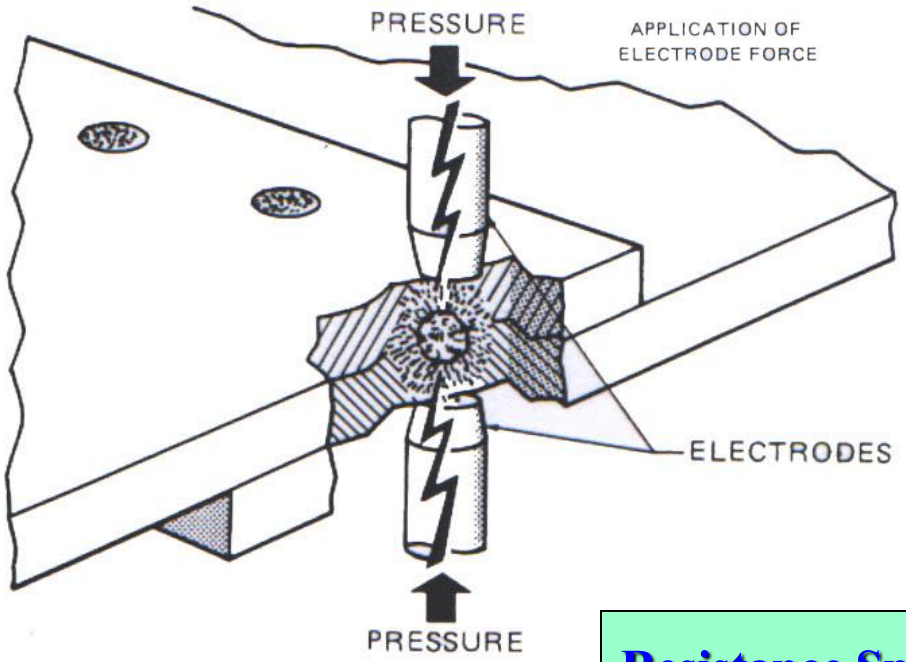


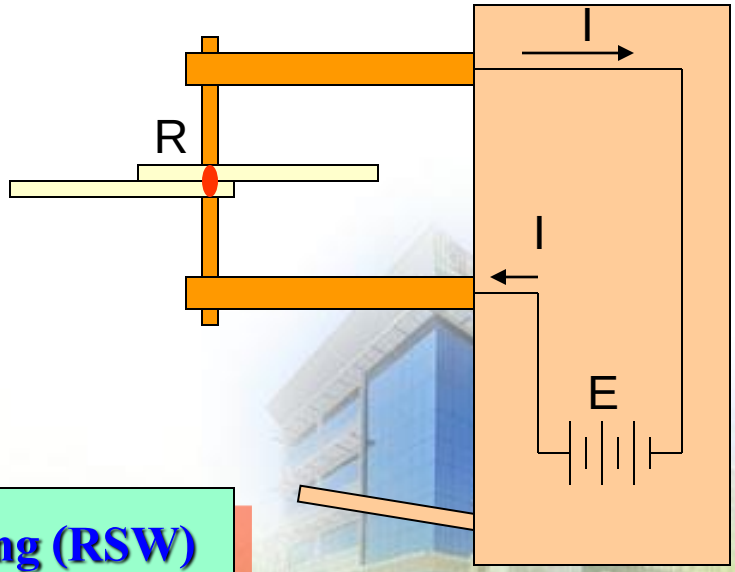
I ; up to kA



© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD



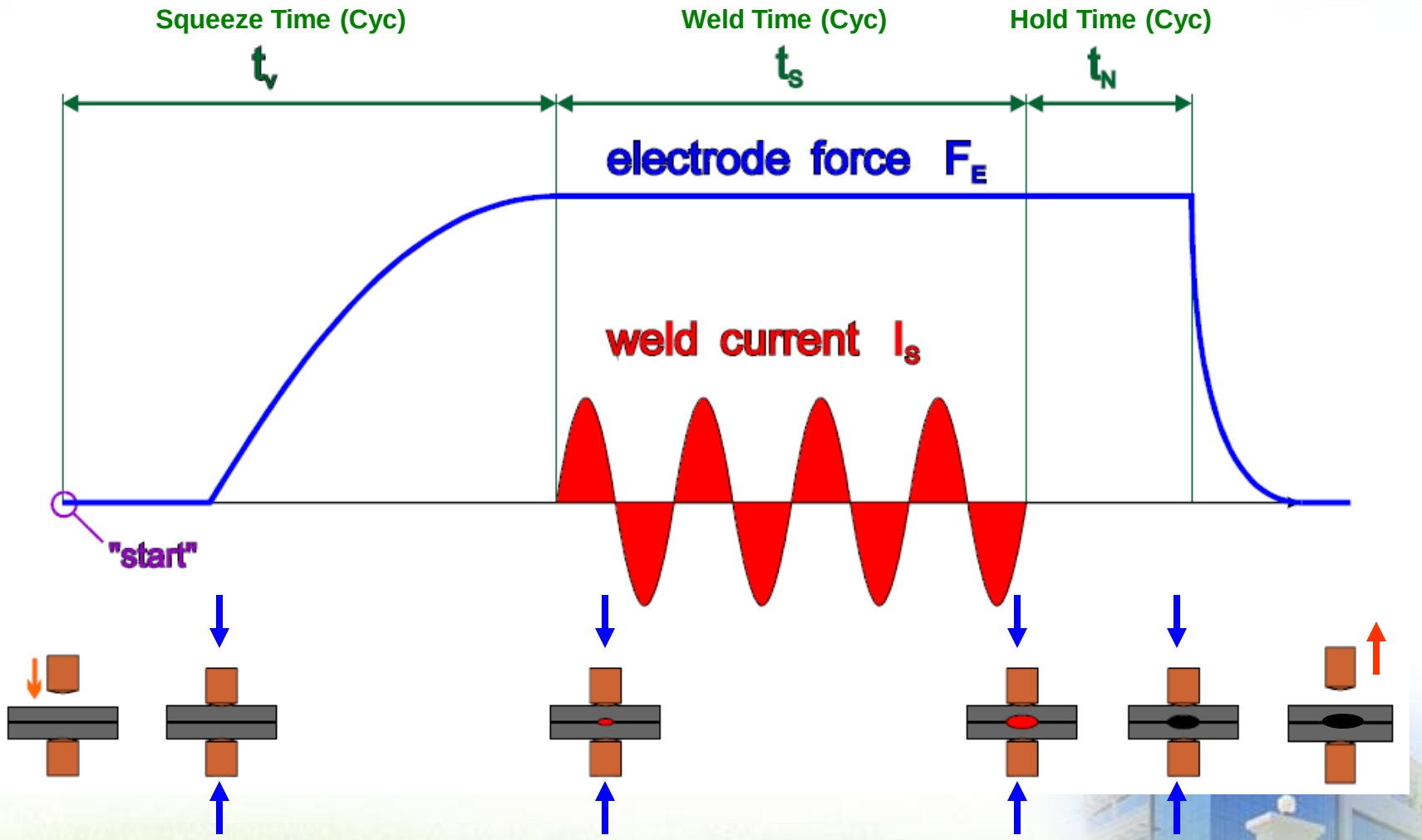




Resistance Spot Welding (RSW)

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

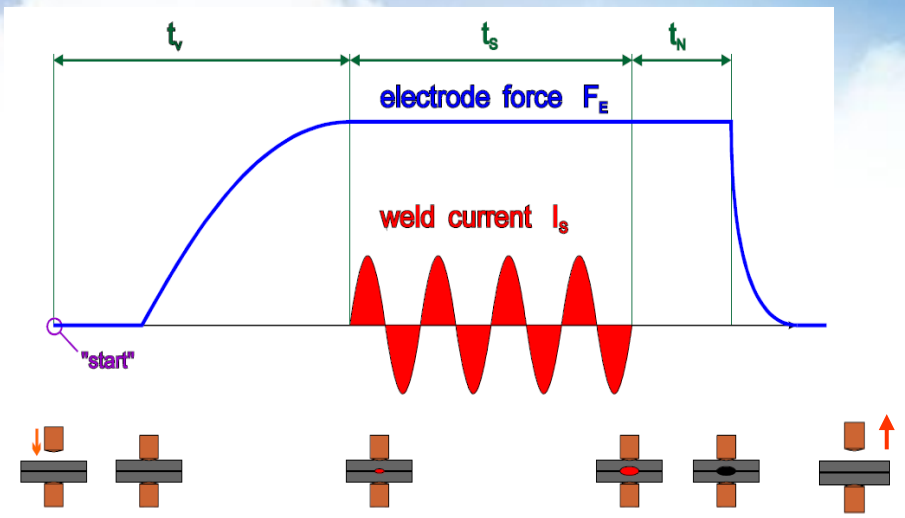
หลักการทำงานของเครื่องเชื่อมแบบ RSW



© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Process Variables

- **Squeeze Time (Cyc)**
- **Weld Time (Cyc)**
- **Hold Time (Cyc)**
- **Weld Current (kA)**
- **Electrode Force (N or daN)**
- **Shape of the Electrode**
- **Workpiece Material**



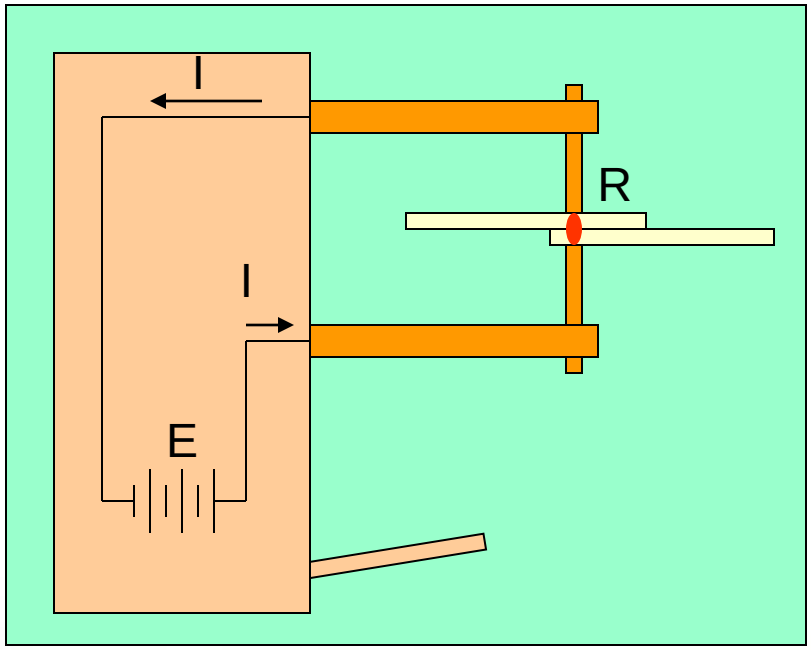
Mega (M)	$= 10^6$	=	1,000,000
Kilo (k)	$= 10^3$	=	1,000
Hekto (h)	$= 10^2$	=	100
Deka (da)	$= 10^1$	=	10
Deci (d)	$= 10^{-1}$	=	0.1
Centi (c)	$= 10^{-2}$	=	0.01
Milli (m)	$= 10^{-3}$	=	0.001
Micro (μ)	$= 10^{-6}$	=	0.000001
Nano (n)	$= 10^{-9}$	=	0.000000001
Pico (p)	$= 10^{-12}$	=	0.000000000001

1 Kgf = 9.8 N

The kilogram-force has never been a part of the International System of Units (SI), which was introduced in 1960. The SI unit of force is the newton.

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

การเชื่อมแบบ RSW ปฏิบัติได้โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าปริมาณสูง เข้าสู่ชิ้นงานที่วางซ้อนกัน กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านผิวสัมผัสของชิ้นงานทำให้เกิดความร้อนสูงจากความต้านทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของชิ้นงาน ทำให้เกิดการหลอมละลายเฉพาะจุด ขณะเดียวกันจะมีการใช้แรงกดเพื่อให้ผิวสัมผัสที่หลอมละลายนั้นหลอมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน



ดังนั้น ปริมาณความร้อน (H) ที่ทำให้ชิ้นงานหลอมละลายโดยใช้หลักการของความต้านทานไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับ.....

ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ .... (I)

ความต้านทานในระบบ....(R)

เวลาที่จ่ายกระแสไฟฟ้า.....(t)

$$H = I^2Rt$$

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Main parameter of Resistance Welding

$$H = I^2Rt$$

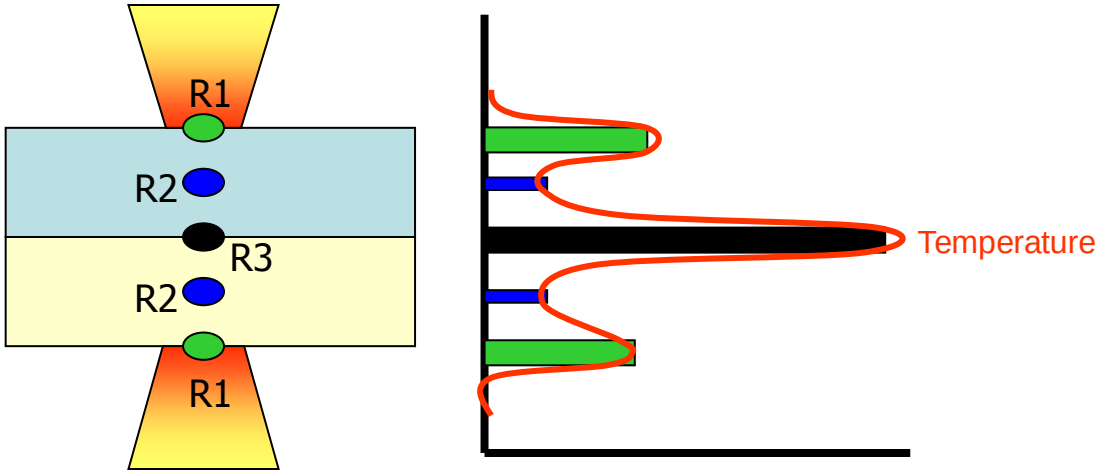
I …ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าสู่ชิ้นงาน โดยคิดเป็นความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า (Current Density) ต่อพื้นที่หน้าตัด หากใช้กระแสสูงจะมีปริมาณความร้อนเกิดขึ้นสูง ทำให้เวลาในการเชื่อมลดลง และสามารถยืดอายุการใช้งานของอิเล็คโทรดให้นานขึ้น การปรับกระแสเชื่อมจะต้องคำนึงถึงปริมาณการเชื่อม (เวลา) และกำลังของเครื่องเชื่อมที่ใช้เป็นสำคัญ

R …ความต้านทาน จากความรู้เดิม ความต้านทานไฟฟ้า หมายถึง การต้านทานต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า จุดที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูง จะมีความร้อนเกิดขึ้นสูง ในทางกลับกันจุดที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ จะมีความร้อนเกิดขึ้นน้อย **ดังนั้น พึงระลึกไว้เสมอว่า**

“ The heat is where the resistance is, and the resistance is where the heat will be.”

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Resistance in the welding circuit



Thus, **R1 and R2 < R3**

R1 = ความต้านทานที่เกิดขึ้นระหว่างอิเล็คโทรดและชิ้นงาน

R2 = ความต้านทานที่เกิดขึ้นในชิ้นงาน

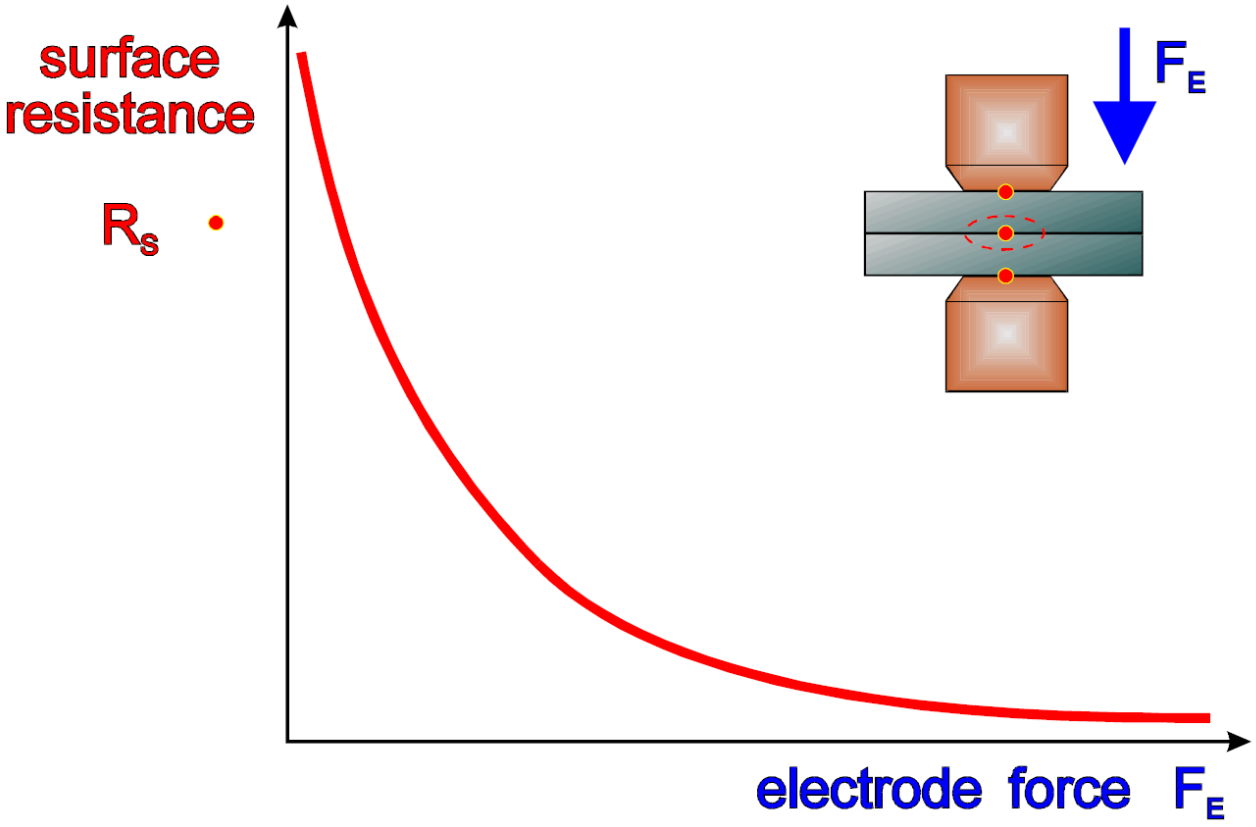
R3 = ความต้านทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของชิ้นงานทั้งสองชิ้น

R1 = สามารถทำให้มีค่าน้อยลงได้ โดยการรักษาผิวสัมผัสของอิเล็คโทรดให้เรียบ สะอาด รวมถึงความสะอาดของผิวชิ้นงานที่นำมาเชื่อม นอกจากนั้นลักษณะและขนาดของอิเล็คโทรดรวมถึงแรงกดก็มีผลต่อค่าความต้านทานที่เกิดขึ้นเช่นกัน

R2 = ขึ้นอยู่กับชนิดและความหนาของโลหะที่นำมาเชื่อม ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Relationship between Electrode force and Resistance



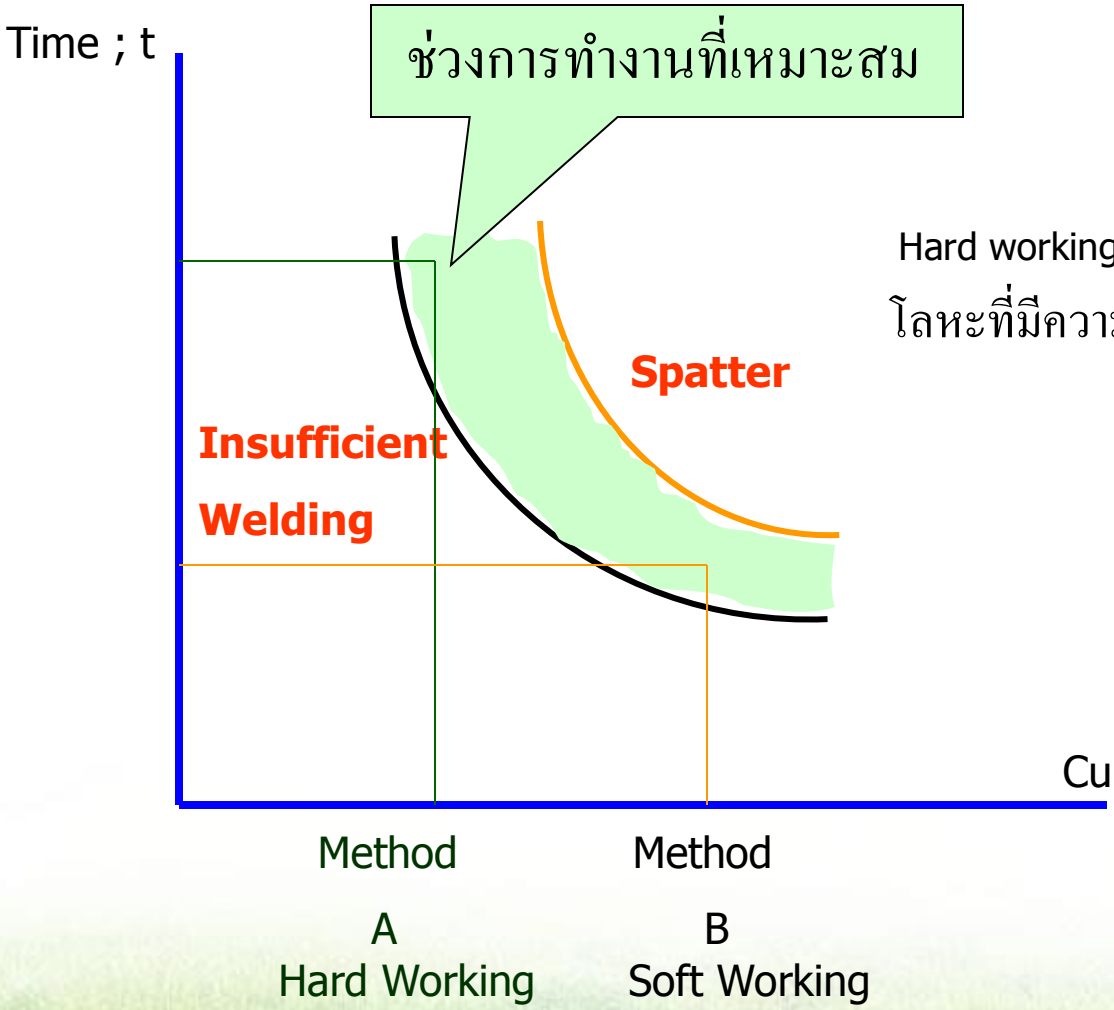
Electrode force Gauge

$$H = I^2Rt$$

See note

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

The TIME factor



Hard working Method ใช้สำหรับการเชื่อมโลหะที่มีความนำความร้อนสูง

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

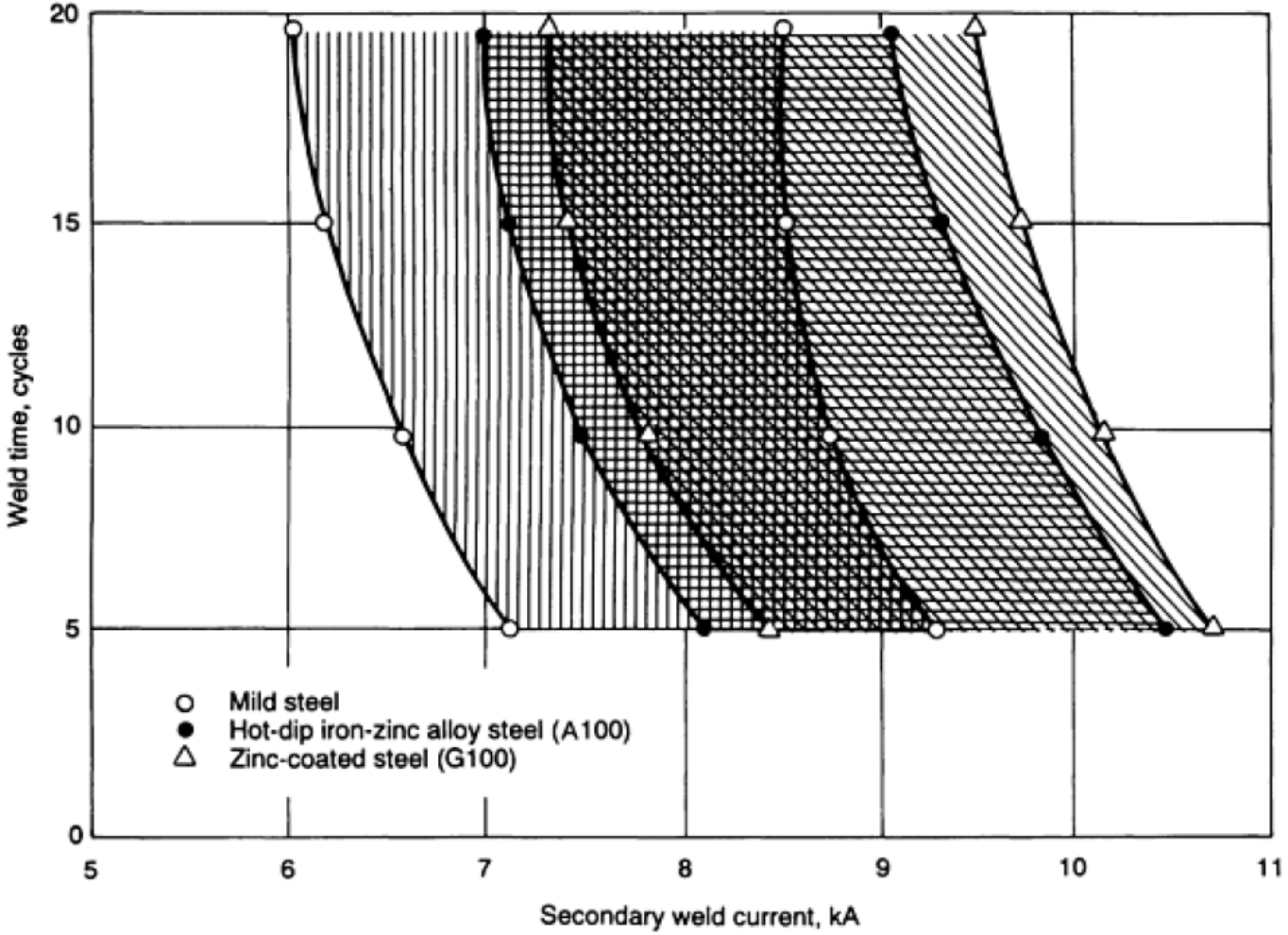
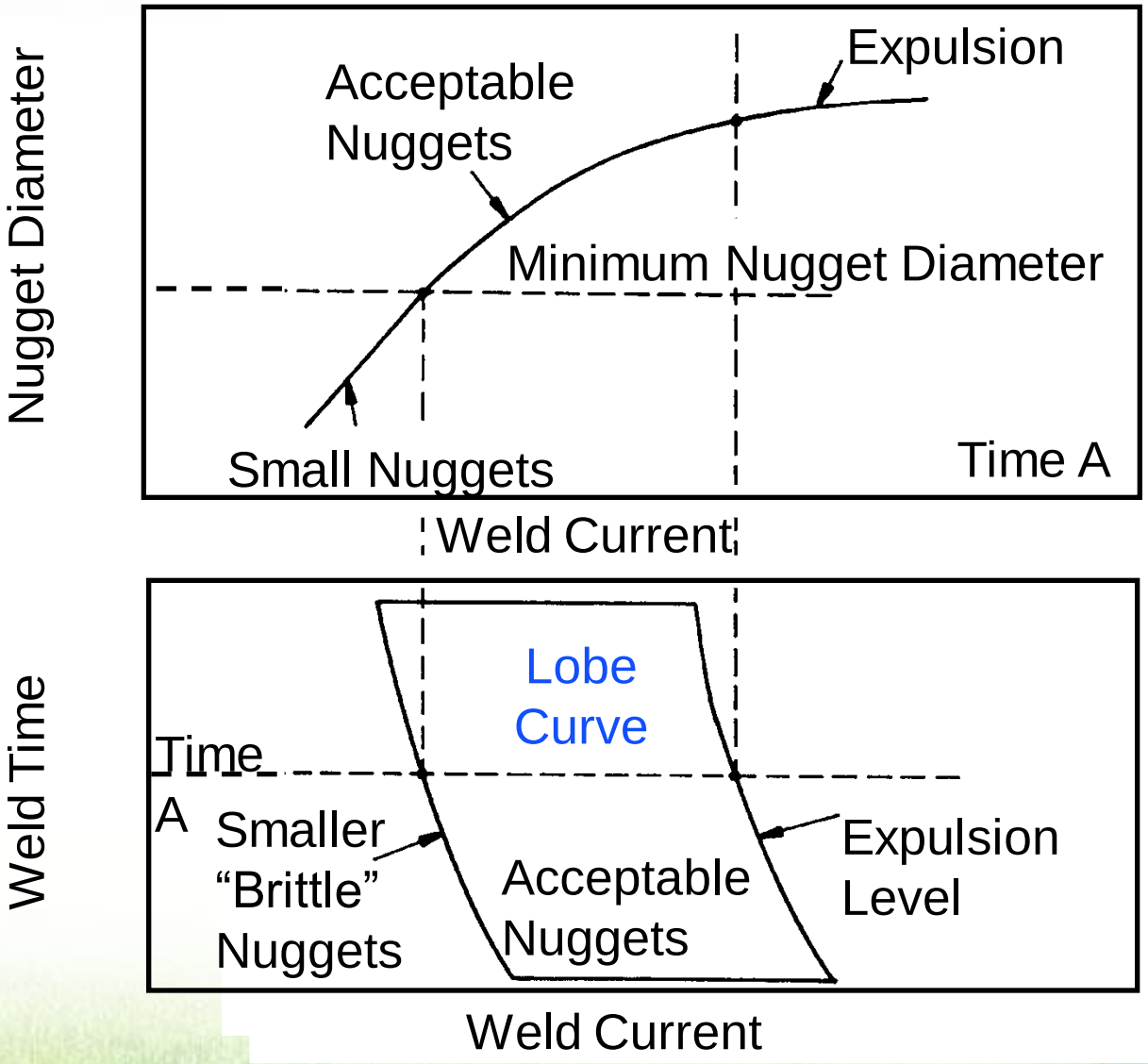


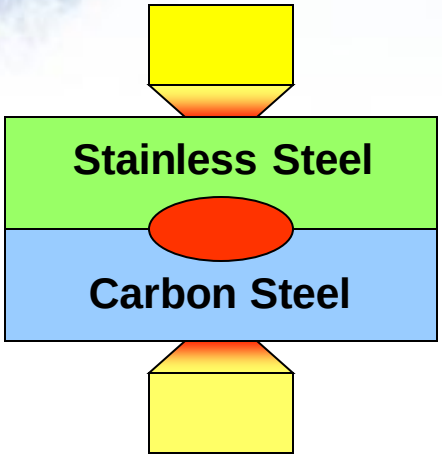
FIG. 2 PLOT OF WELD TIME VERSUS SECONDARY WELD CURRENT TO OBTAIN WELDABILITY LOBES FOR SELECTED 0.8 MM (0.03 IN.) THICK STEELS. ELECTRODE PARAMETERS: FORCE, 1.8 KN (0.20 TONF); TIP DIAMETER, 5.0 MM (0.20 IN.)

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD



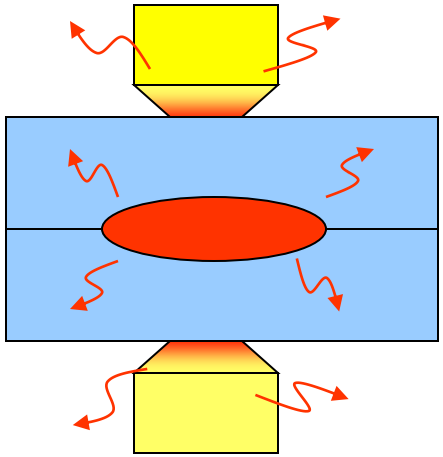
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Heat Balance

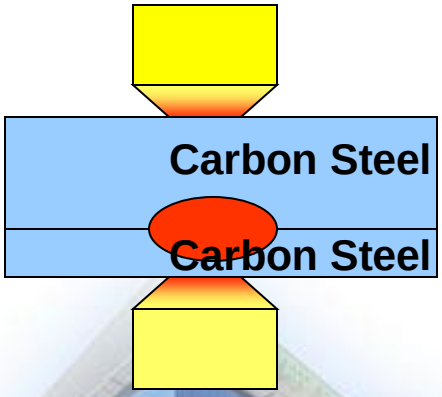


Same Thickness

Difference Material



Same Material
Difference Thickness

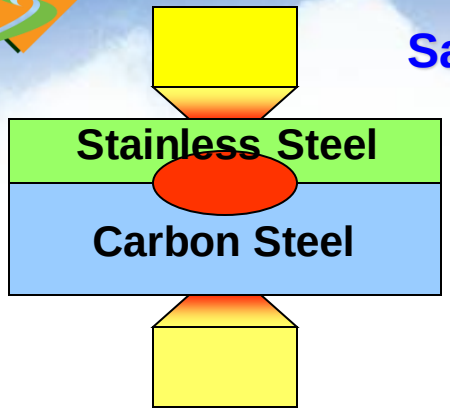


Automatic Heat Balance

- **Same Thickness**
- **Same Material**
- **Same Electrode Size, Type and Shape**

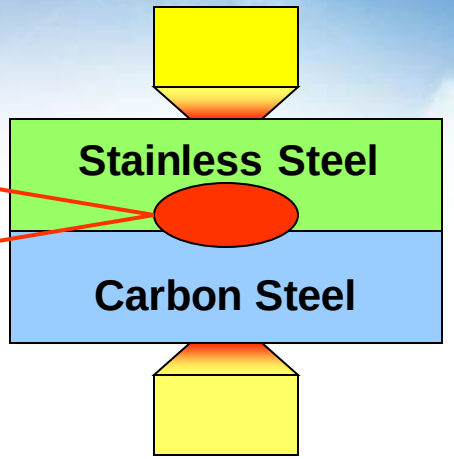
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Same Thickness Difference Material



Electrical Resistivity

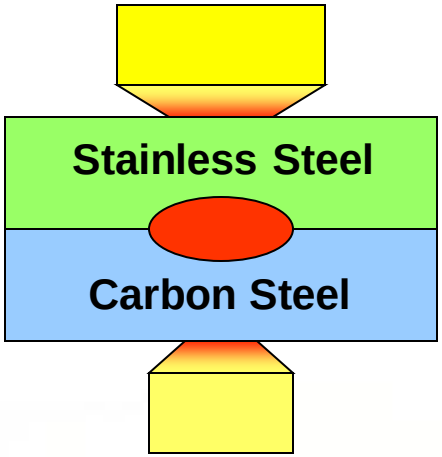
Stainless Steel > Carbon Steel

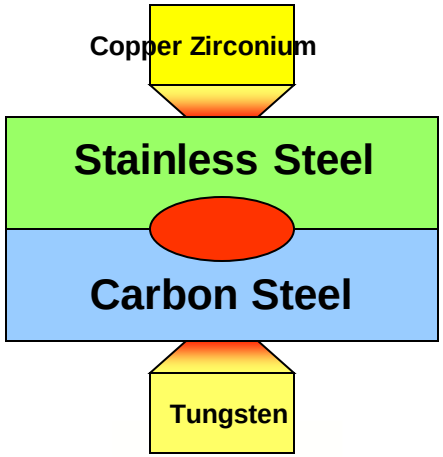


Method 1 → Reduce material resistance (reduce heat) by decrease the thickness of the High Resistance Material

Check Material Physical Properties

www.matweb.com





Electrical Resistivity

Copper Zirconium = 0.00000186 Ω.cm.

Tungsten = 0.00000565 Ω.cm.

Stainless (300) = 0.00006950 Ω.cm.

Carbon Steel = 0.00001590 Ω.cm.

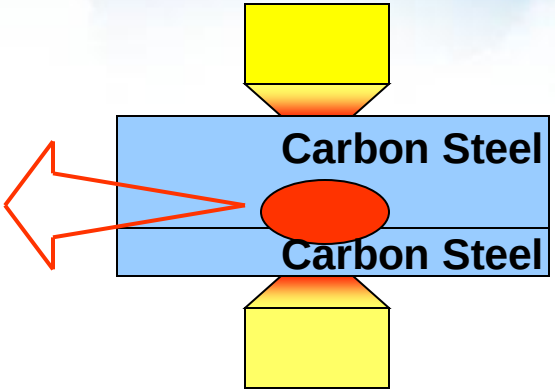
Method 2 → Reduce Heat in the High Resistance Material by decrease current density.

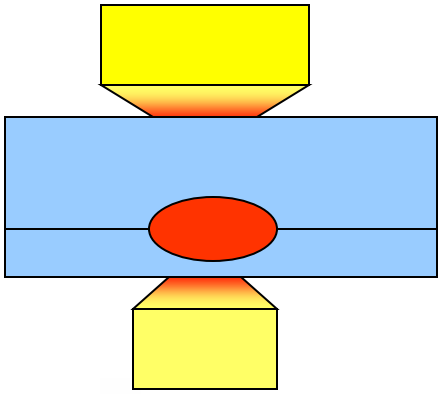
Method 3 → Increase more heat on Low Resistance Material by using High Resistance Electrode

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

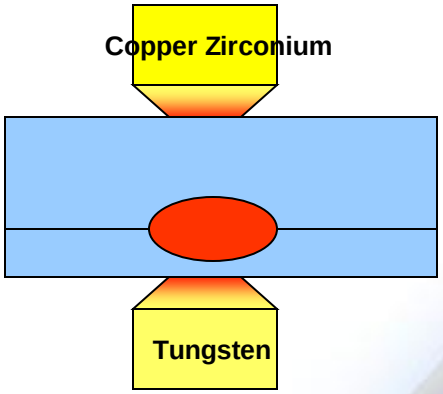
Same Material Difference Thickness

Electrical Resistivity
Thick Section > Thin Section





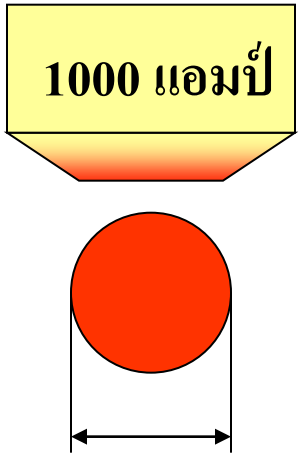
Method 1 → Reduce Heat in the Thick Section by decrease current density.



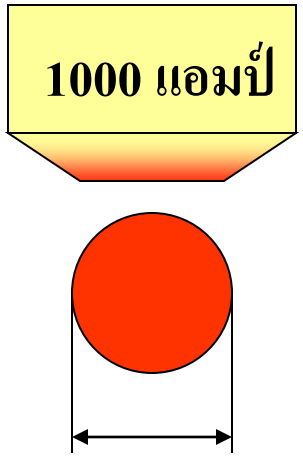
Method 2 → Increase more heat on Thin Section by using High Resistance Electrode

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

ความหนาแน่นของกระแสเชื่อมที่เปลี่ยนไป จากขนาดหน้าสัมผัสของอิเล็คโทรด



∅ 6 มม.



∅ 7 มม.

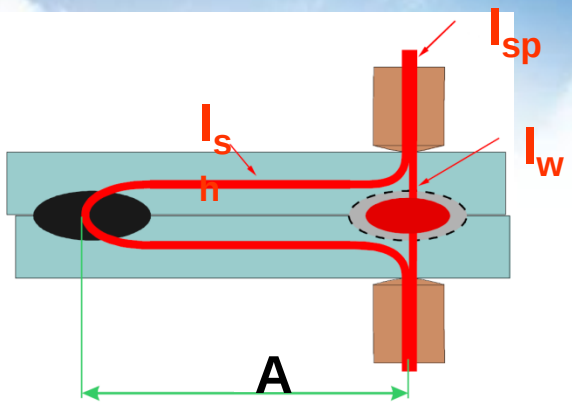
Current Density	=	Current / Area
Area = $(\pi D^2)/4$	=	(3.1416*36) / 4
	=	28.2744 mm^2
Thus, Current Density	=	1000 / 28.2744
	=	35.3677 A/mm^2

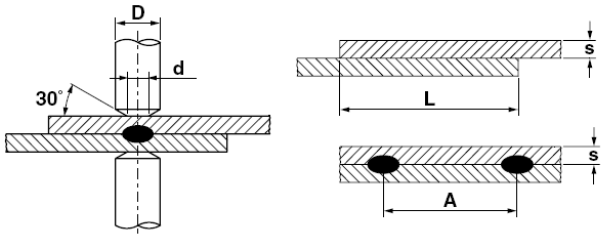
Current Density	=	Current / Area
Area = $(\pi D^2)/4$	=	(3.1416*49) / 4
	=	38.4846 mm^2
Thus, Current Density	=	1000 / 38.4846
	=	25.9845 A/mm^2

Current Density will be reduced = [(35.3677-25.9845) / 35.3677] x 100 = 26.5 %

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

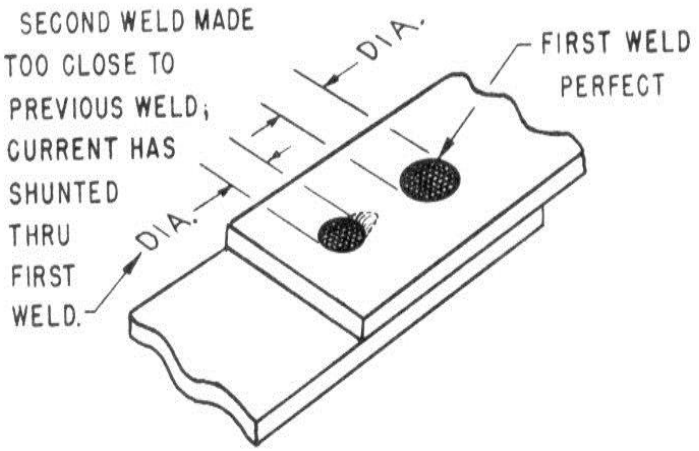
Shunting Effect





$$I_w = I_{sp} - I_{sh}$$

Thickness s [mm]	d	D ≥	A min.	L min.	Welding time (periods)	Electrode force (daN)	Welding current (A)	Nugget diameter (mm)
0,25	4	10	6,5	10	3	91	4000	3,3
0,5	5	10	10	11	5	136	6100	4,3
0,75	6	13	13	12	6	181	8000	5,3
1	6,5	13	19	13	9	227	9200	5,8
1,25	6,5	13	22	14	10	295	10300	6,3
1,5	6,5	13	27	16	12	362	11600	6,9
2	8	16	35	17	18	496	13300	7,9
2,5	8	16	41	19	21	590	14700	8,6
3	10	16	50,8	22	25	815	17500	10,2



Center of weld to edge distance = 2-2.5 x weld diameter, minimum.

Min. Weld to weld spacing = 10 x Stock thickness

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

By recall Ohm's Law: Voltage equals Current times Resistance, or written differently, Current equals Voltage divided by Resistance. Factors like pitting or mushrooming of the electrodes, dirty workpieces, changes in force, etc. all have an effect on the surface area (the area of contact) between the electrode and the workpiece. Since changes in the surface area affect the contact resistance (resistance of the surface area), it is reasonable to say that the resistance at the workpiece is not constant, but rather a factor that can change depending on a number of other conditions. If Resistance is not constant, then according to Ohm's Law, Current is not constant either. This means that the I-squared version Joule's Law will not reveal the amount of heat generated at the workpiece unless the resistance at the tips is known.

$$E = IR$$

$$I = E/R$$

$$H = I^2Rt$$

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Maximizing the surface contact, current density is increased.

A silly experiment :

- **Stick a piece of Scotch tape to a clean piece of paper – Like well-maintained, clean electrode**
- **Sprinkle some salt on the piece of paper, then stick a piece of Scotch tape to the paper with the salt on it.**
- **Stick a piece of Scotch tape to some carpeting, then try to stick same tape to the paper.**

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

อิเล็คโทรด - หน้าที่และความสำคัญ

- **นำกระแสเชื่อมสู่ชิ้นงาน**
  - อิเล็คโทรดต้องมีการนำไฟฟ้าที่ดี และต้องให้กระแสไฟฟ้าอยู่ในบริเวณจุดที่ต้องการเชื่อมเท่านั้น ดังนั้นอิเล็คโทรดต้องมีสภาพพื้นผิวสัมผัสที่ดีด้วย

- **ส่งถ่ายแรงกดเข้าสู่ชิ้นงาน เพื่อให้ได้แนวเชื่อมที่สมบูรณ์**
  - อิเล็คโทรดต้องสามารถทนต่อความเค้นที่อุณหภูมิสูง ทนต่อการเสียรูปร่าง เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลในจุดที่ต้องการเชื่อม

- **กระจายความร้อนจากบริเวณจุดเชื่อม**
  - อิเล็คโทรดต้องมีการนำไฟฟ้าที่ดีกว่าชิ้นงานเชื่อม (มีความต้านทานต่ำกว่า) เพื่อป้องกันความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของอิเล็คโทรดกับชิ้นงาน การเลือกใช้วัสดุสำหรับอิเล็คโทรดเป็นเรื่องสำคัญมาก โดยเฉพาะการเชื่อมโลหะต่างชนิดกัน

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

มาตรฐานของวัสดุที่ใช้ทำอิเล็คโทรด – ตามมาตรฐาน RWMA

Group A - Copper Base Alloys

- **RWMA Class 1**
  - Zirconium Copper
  - Cadmium Copper
  - Chromium Copper
- **RWMA Class 2**
  - Chromium-Zirconium Copper
  - Chromium Copper
- **RWMA Class 3**
  - Cobalt-Beryllium Copper
  - Nickel-Beryllium Copper
  - Beryllium-Free Copper
- **RWMA Class 4**
  - Beryllium Copper
- **RWMA Class 5**
  - Aluminum Copper

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

มาตรฐานของวัสดุที่ใช้ทำอิเล็คโทรด – ตามมาตรฐาน RWMA

Group B - Refractory Metals and Refractory Metal Composites

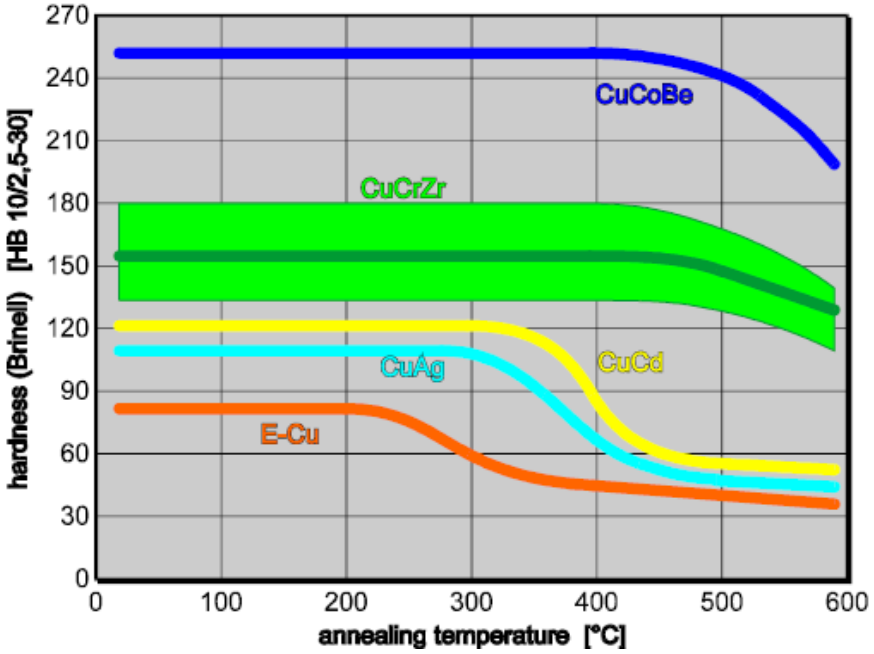
- **RWMA Class 10**
  - **Copper Tungsten**
- **RWMA Class 11**
  - **Copper Tungsten**
- **RWMA Class 12**
  - **Copper Tungsten**
- **RWMA Class 13**
  - **Tungsten**
- **RWMA Class 14**
  - **Molybdenum**

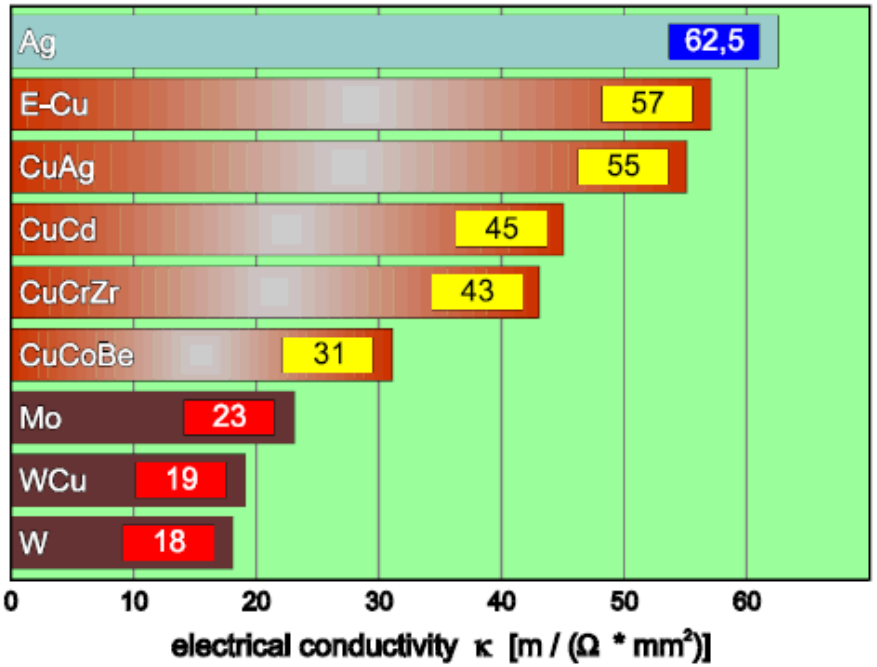
Group C - Specialty Material

- **RWMA Class 20**
  - **Dispersion-Strengthened Copper**

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

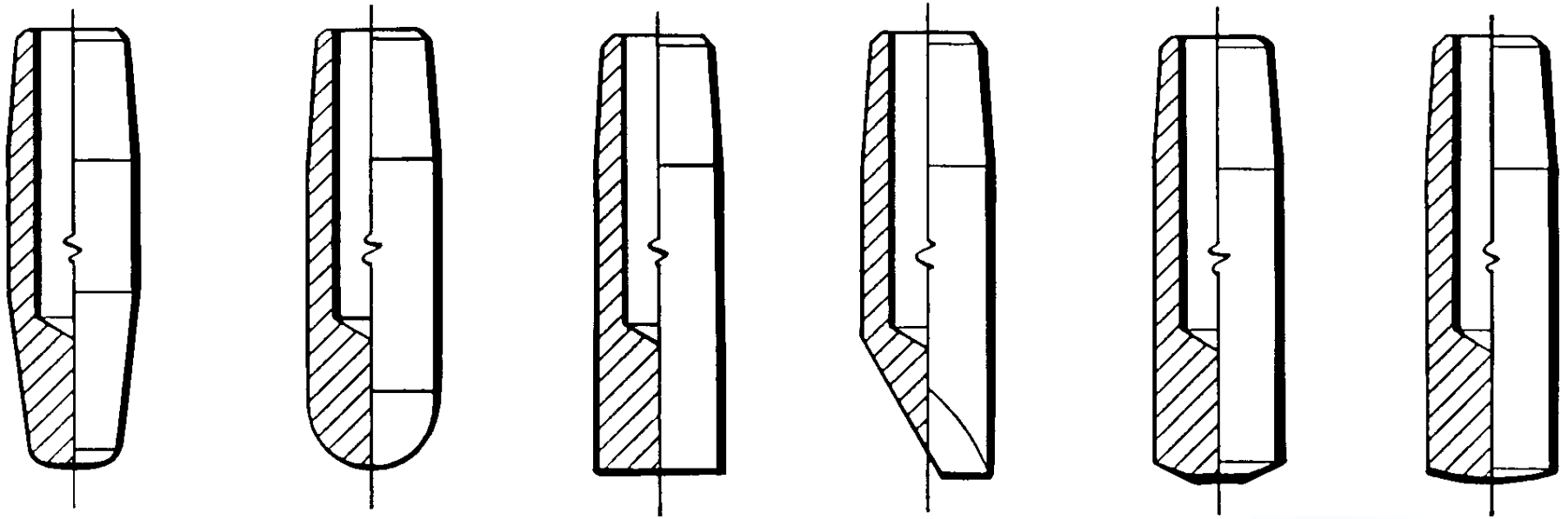
Typical Physical Properties of Electrode





© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

ลักษณะมาตรฐานของอิเล็คโทรด



Type “A” Pointed

Type “B” Dome

Type “C” Flat

Type “D” Offset

Type “E” Truncated

Type “F” Radius

[Reference: Resistance Welding Manual, p.18-15, RWMA]

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

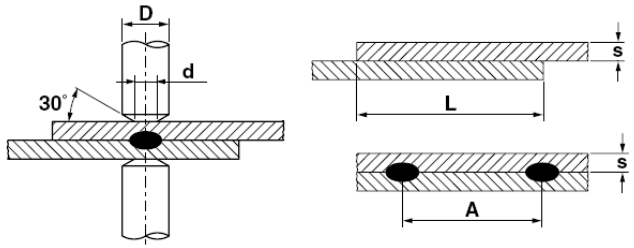
Standard Electrode

1. **Pointed**- tapered from the full-diameter electrode shank to required size and with a flat surface, holds its shape well, but is difficult to dress in the machine unless a dressing tool of the exact taper is provided.
2. **Flat**- employs the full shank or stock size at the welding surface.
3. **Dome**- the dome tip is used for less precise work where easy dressing is of advantage. The dome shape provides a greater approach to the flat surface of the work.
4. **Offset**- is used to make a spot weld closer to a vertical wall than is possible with a straight tip. The offset of the tip should as slight as possible, as the electrode force or the compression load at the center line of the electrode axis will tend to cause bending of the tip. Since the tendency of the electrode is to skid or deflect as the offset distance form the center of the electrode axis increases, offset tips should not be used except when required.
5. **Radius**- is used for the welding of aluminum and for many other precise applications because of the superior results to be obtained. The spherical surface is easier to clean without removing from the machine, will withstand higher pressures with less deformation and is more readily aligned in the holders.

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

ขนาดหน้าสัมผัสของอิเล็คโทรด - การเลือกใช้

ขนาดของหน้าสัมผัสอิเล็คโทรดจะควบคุมขนาดของจุดเชื่อม ในทางปฏิบัติ ขนาดของจุดเชื่อมควรจะเล็กกว่าขนาดของหน้าสัมผัสของอิเล็คโทรดเล็กน้อย แต่ถ้าเล็กเกินไปขนาดจุดเชื่อมก็จะเล็กและไม่แข็งแรง แต่ถ้าใหญ่เกินไปจะส่งผลทำให้ชิ้นงานร้อนเกินไปและมีโอกาสเกิดโพรงแก๊สและจุดบกพร่องในชิ้นงานเชื่อมได้



Thickness s [mm]	d	D ≥	A min.	L min.	Welding time (periods)	Electrode force (daN)	Welding current (A)	Nugget diameter (mm)
0,25	4	10	6,5	10	3	91	4000	3,3
0,5	5	10	10	11	5	136	6100	4,3
0,75	6	13	13	12	6	181	8000	5,3
1	6,5	13	19	13	9	227	9200	5,8
1,25	6,5	13	22	14	10	295	10300	6,3
1,5	6,5	13	27	16	12	362	11600	6,9
2	8	16	35	17	18	496	13300	7,9
2,5	8	16	41	19	21	590	14700	8,6
3	10	16	50,8	22	25	815	17500	10,2

Parameters provided by manual

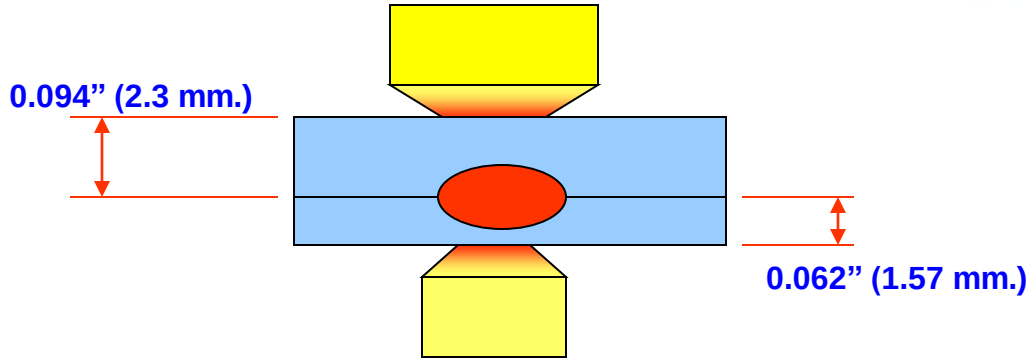
$$d = 0.100 + 2t$$

If t = 0.5 mm. (0.0196”) then d = 0.100 + 2(0.0196) = 0.1392” = 3.53 mm.

If t = 1.5 mm. (0.0590”) then d = 0.100 + 2(0.0590) = 0.2180” = 5.53 mm.

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

ขนาดหน้าสัมผัสของอิเล็คโทรด - การเลือกใช้



Dissimilar Thickness – Carbon Steel

Electrode tip dia. = 0.100 + 2t

= 0.100 + 2 x 0.062”

= 0.100 + 0.124”

Electrode tip dia. = 0.224” (one side only)

For the other side, the calculation is as follows:

Electrode tip dia. = 0.100 + 2t

= 0.100 + 2 x 0.094”

= 0.100 + 0.188”

Electrode tip dia. = 0.288” (one side only)

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

			28
Single phase input 50/60 Hz	U_1	V	400
Rated power at 50%	S_n	kVA	25
Power at 100%	S_p	kVA	18
Short-circuit power	S_{cc}	kVA	86
Max. welding power	$S_{max.}$	kVA	69
Installed power	P_1	kVA	20
Cross section connecting cables		mm^2	25
Fuse (delayed action)		A	63
Secondary voltage	U_{20}	V	4,5
Secondary short circuit current	I_{2cc}	kA	19
Max welding current	I_{th}	kA	15,2
Secondary thermal current at 100%	$I_{th\ max.}$	kA	3,9
Work stroke		mm	60
Electrode force at 600 kPa (6 bar)	$F_{max.}$	daN	230
Water consumption at 300 kPa (3 bar)	Q	l/min	6
Dimensions	↗	mm	1005
	→	mm	410
	↑	mm	1425
Weight	m	kg	200

Calculation of the maximum welding rating

ก่อนที่จะเริ่มปฏิบัติงานกับเครื่อง ควรจะทำการตรวจสอบเสียก่อนว่า Rating ในการเชื่อม (Welding rating) จะไม่เกินค่า Rating สูงสุด (Max. welding rating) ที่เครื่องสามารถจ่ายได้ เนื่องจากจะทำให้เกิดความร้อนสูง ความร้อนของเครื่องหรือหม้อแปลงเป็นผลจากความร้อนที่เกิดขึ้นจากการทำงาน โดยมีตัวแปรคือเวลา กระแสเชื่อม และจำนวนจุดที่เชื่อม ณ. ช่วงเวลาใดๆ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงกระแสเชื่อมที่สามารถใช้ได้ในจำนวนเวลาที่ต้องการ ซึ่งจากสมการด้านล่างนี้ จะทำให้สามารถหาค่า I_{th} ได้ ซึ่งเป็นค่า thermal current เทียบเท่าที่ค่า 100 % duty cycle แต่อย่างไรก็ตาม ค่าที่หาได้นี้ จะต้องมีค่าน้อยกว่าค่า thermal current สูงสุด ($I_{th\ max}$) ที่กำหนดไว้ในตารางรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่อง และหากคำนวณแล้วได้ค่าที่สูงกว่า ผู้ใช้จะต้องลดจำนวนการทำงาน (welding cycle) ลง

$$I_{th} = \sqrt{\frac{(weld\ time\ x\ weld\ cycle)\ x\ (weld\ current)^2}{3000}}$$

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

			28
Single phase input 50/60 Hz	U_1	V	400
Rated power at 50%	S_n	kVA	25
Power at 100%	S_p	kVA	18
Short-circuit power	S_{cc}	kVA	86
Max. welding power	$S_{max.}$	kVA	69
Installed power	P_1	kVA	20
Cross section connecting cables		mm^2	25
Fuse (delayed action)		A	63
Secondary voltage	U_{20}	V	4,5
Secondary short circuit current	I_{2cc}	kA	19
Max welding current	I_{th}	kA	15,2
Secondary thermal current at 100%	$I_{th\ max.}$	kA	3,9
Work stroke		mm	60
Electrode force at 600 kPa (6 bar)	$F_{max.}$	daN	230
Water consumption at 300 kPa (3 bar)	Q	l/min	6
Dimensions	↗	mm	1005
	→	mm	410
	↑	mm	1425
Weight	m	kg	200

Calculation of the maximum welding rating

$$I_{th} < I_{th\ max}$$

$$I_{th} = \sqrt{\frac{(weld\ \ time\ x\ \ weld\ \ cycle)\ x\ (weld\ \ current)^2}{3000}}$$

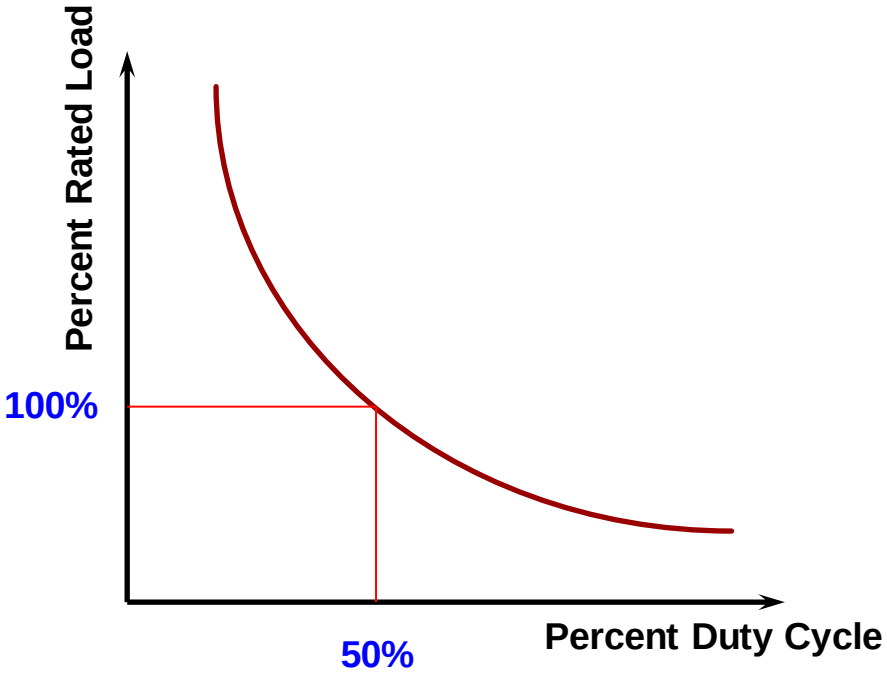
EXAMPLE 1

Welding current = 7000 A
Welding time = 5 periods
10 welding cycle per minute

$$I_{th} = \sqrt{\frac{(5\times10)\cdot(7000)^2}{3000}} = 904\ \text{A}$$

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Duty Cycle



ค่า Duty cycle ของหม้อแปลงคือระดับความร้อนที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นระดับกำลังของหม้อแปลงที่สามารถทำงานได้ในช่วงเวลาใดๆ โดยไม่เกิดความร้อนสูงเกินกำหนด หม้อแปลงที่ใช้สำหรับเครื่องเชื่อมแบบจุด โดยปกติจะกำหนดไว้ที่ 50 % Duty cycle หมายความว่า หม้อแปลงสามารถจ่ายกำลังได้ 100 % ที่ Rate kVA ที่กำหนดใน Spec. สูงสุด 1 นาที โดยไม่ร้อนเกินกำหนด หากว่ามีการปล่อยให้มีการพักเครื่อง 1 นาที ก่อนที่จะเชื่อมจุดต่อไป ดังนั้นเราสามารถใช้กำลังเชื่อมมากกว่า Rate kVA ที่กำหนดได้ แต่ต้องใช้ค่า Duty cycle ที่น้อยลง โดยค่า kVA จะสามารถคำนวณได้จากสมการนี้

$$\mathrm{DutyCycle} = \frac{\mathrm{TimeOn}}{\mathrm{TimeOn} + \mathrm{TimeOff}}$$

$$kva_{\max} = \frac{7.07 kva_{rated}}{\sqrt{DutyCycle}}$$

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

การทดสอบจุดเชื่อม (Spot welding Testing)

- การทดสอบแบบไม่ทำลาย (NDT ; Non-Destructive Testing)

  Ultrasonic testing

  Acoustic emission testing

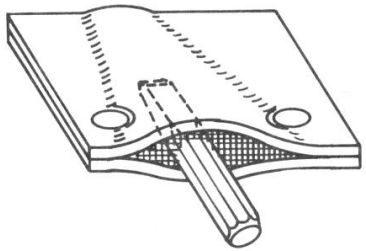
- การทดสอบแบบทำลาย (DT ; Destructive Testing)

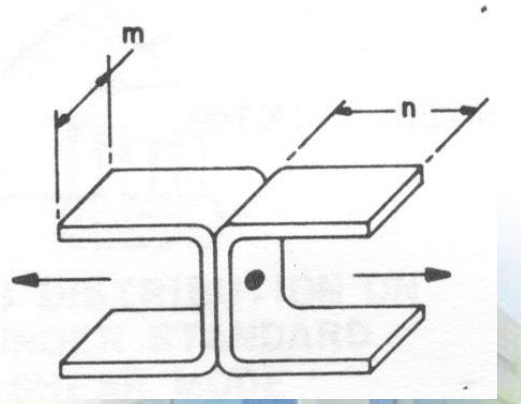
  Peel test

  Chisel test

  Twist test

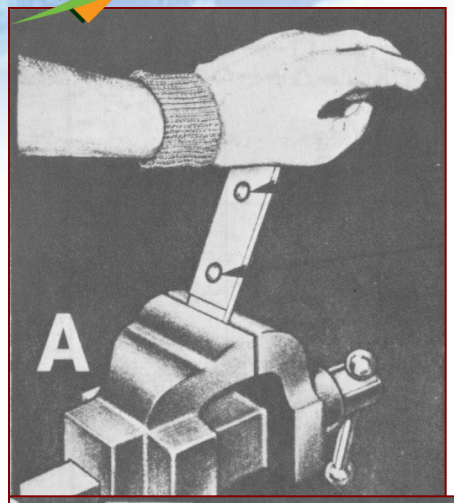
  Tensile test

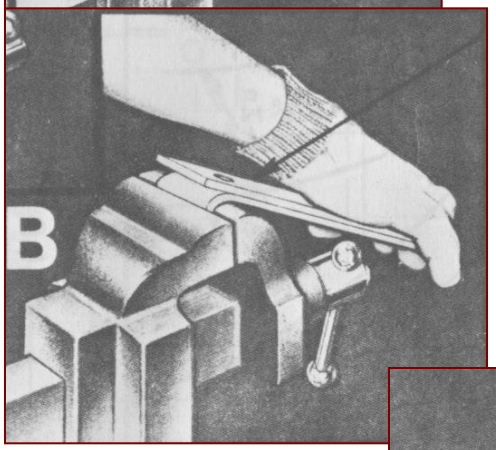


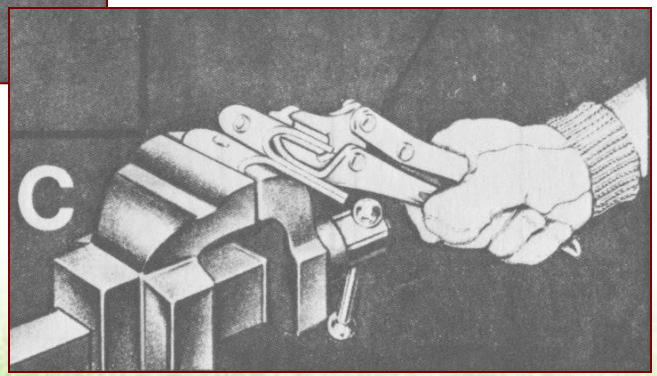


© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Peel Test







ข้อดีของการทดสอบแบบ Peel Test

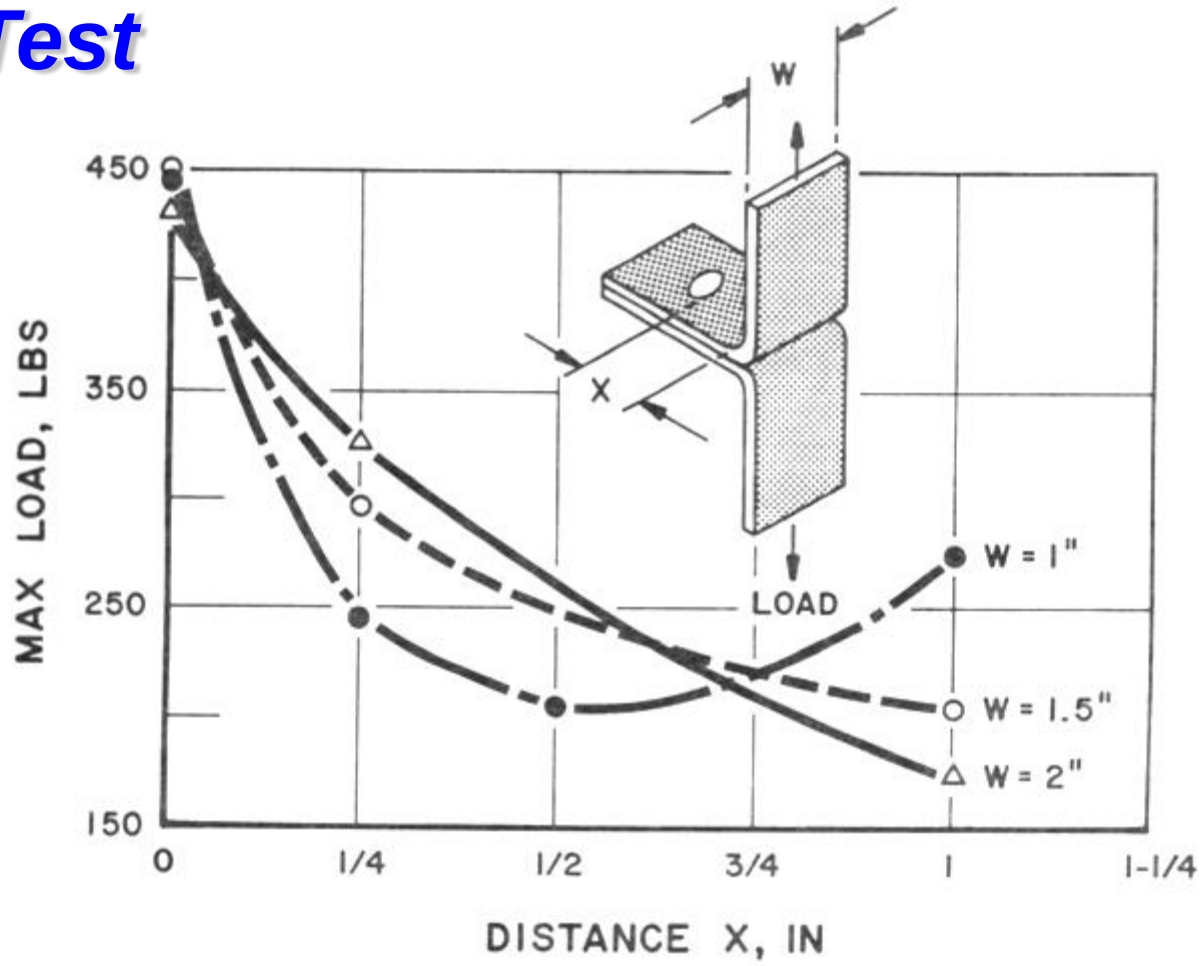
- ง่ายต่อการทดสอบ
- ต้นทุนต่ำ
- สามารถปฏิบัติการทดสอบได้ภายในโรงงาน

ข้อจำกัดของการทดสอบแบบ Peel Test

- เป็นการทดสอบด้วยการใช้แรงดึงด้วยมือ ดังนั้นจึงเกิดความผิดพลาดได้สูง เนื่องจากการใช้แรงดึงที่ไม่สม่ำเสมอ จึงมักใช้วิธีนี้ทดสอบในเชิงคุณภาพมากกว่าเชิงปริมาณ
- รอยฉีกขาดที่เกิดขึ้น ไม่สามารถใช้ทำนายความสามารถในการรับแรงหรือความต้านทานต่อแรงกระแทกได้อย่างเชื่อมั่นเมื่อนำไปใช้งานจริง

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

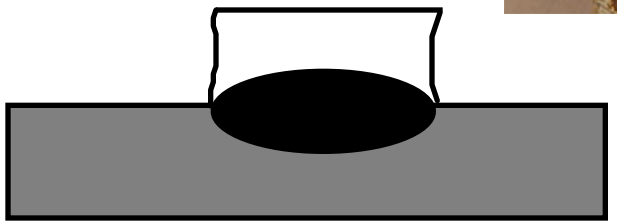
Peel Test



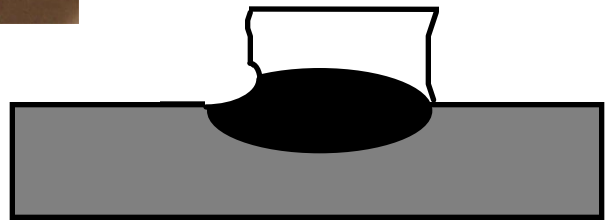
ระยะ “x” สามารถทำให้ค่าของแรงดึงที่ให้แก่ชิ้นทดสอบเปลี่ยนไปได้มาก ดังนั้น ค่าที่ได้จากการทดสอบแบบ peel test จึงไม่เหมาะที่จะใช้เป็นตัวแทนของผลทดสอบเพื่อกำหนดค่าสมบัติทางเชิงกล

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Modes of Failure in Peel test Spot Welds



Full Button



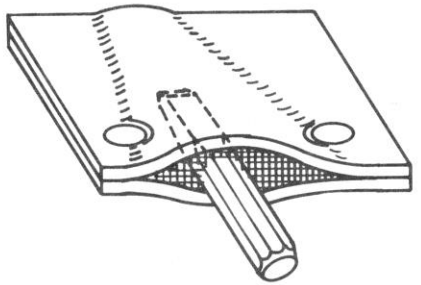
Irregular Button

Interfacial Failure

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

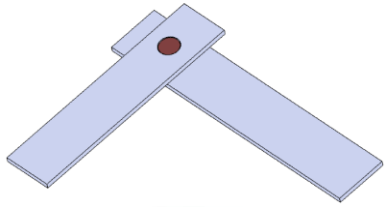
Chisel test

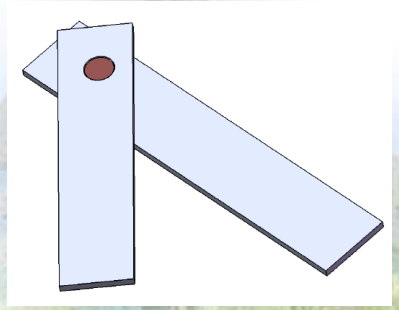
การทดสอบด้วยสิ่วหรือลิ่ม คล้ายกับการทดสอบแบบ peel test ต่างกันเพียงลักษณะการจัดวางชิ้นงานทดสอบ แรงที่ใช้ทดสอบได้จากการตอกสิ่วหรือลิ่มเข้าไปในตะเข็บระหว่างจุดเชื่อมสองจุด แรงที่ได้จากการตอกสิ่วหรือลิ่มจะทำให้จุดเชื่อมฉีกออกที่ขอบของจุดเชื่อม



Twist test

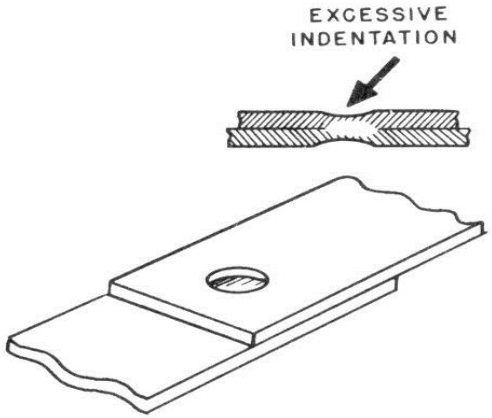
การทดสอบด้วยการบิดเป็นการทดสอบคุณภาพของจุดเชื่อม โดยที่มุมของชิ้นงานที่บิดได้ก่อนที่จุดเชื่อมจะขาดออกจากกัน จะบ่งบอกถึงความเหนียวของจุดเชื่อม (มุมบิดมาก = มีความเหนียวมาก) ในขณะที่ค่าแรงบิดที่เกิดขึ้นในการทดสอบจะเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความแข็งแรงของจุดเชื่อม

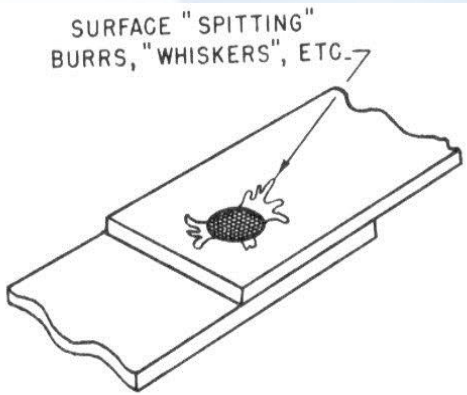


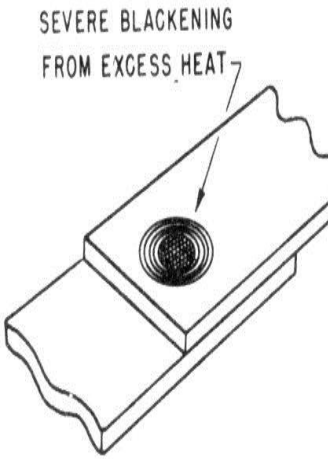


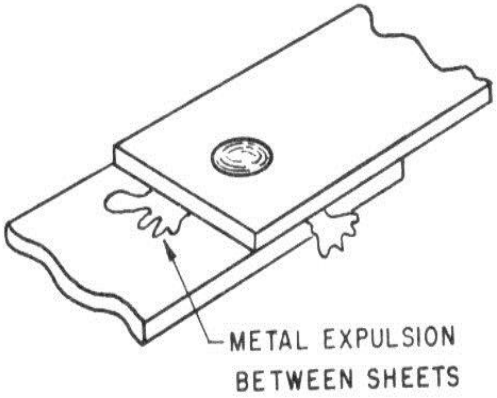
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

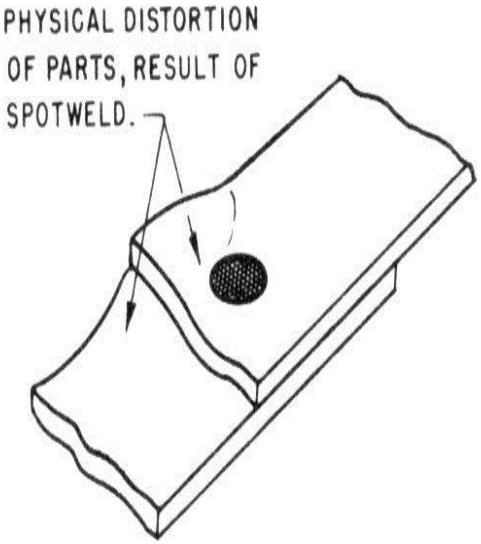
Welding Defects











© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Undersized weld

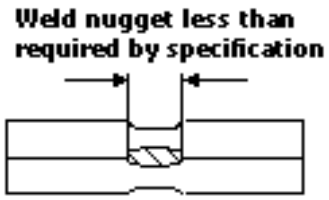


Fig. 1. Undersized nugget revealed by sectioning

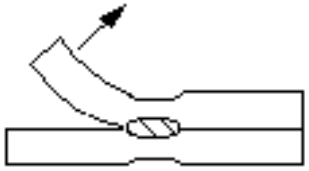


Fig. 2. Shows the 'peel' method of tearing down the workpiece to reveal the button shown in Fig. 3

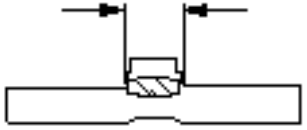
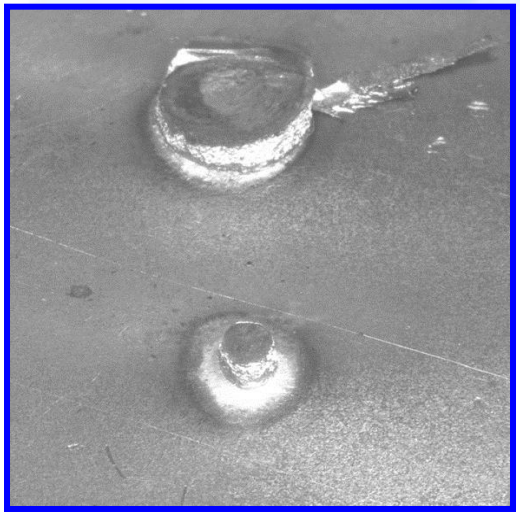


Fig. 3. Weld button diameter less than required by applicable specifications



Strong Possibilities

- Defective air or hydraulic system
- Dirty material
- Electrode faces not parallel to workpiece
- Electrode skidding/sliding
- Electrode wear
- Excessive sealer
- Incorrect material/coating
- Incorrect test procedure
- Insufficient cooling
- Poor electrical connections
- Poor mechanical connection
- Poor or varying part fit-up
- Poor weld accessibility
- Shunting of guns or parts
- Weld current low
- Weld force high
- Weld time short
- Wrong tips

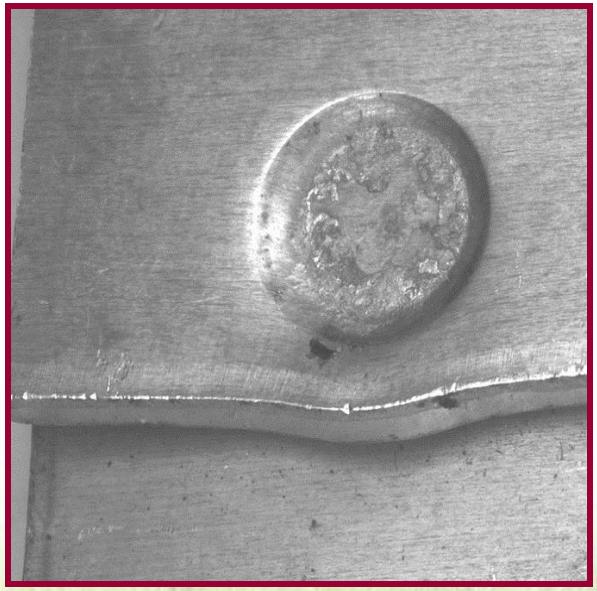
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Strong Possibilities

- Electrode wear
- Weld current low
- Weld force high
- Wrong tips

Stuck weld

Excessive Indentation

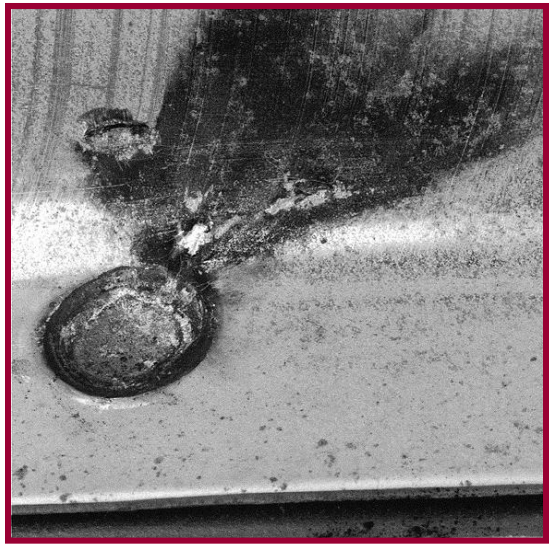


Strong Possibilities

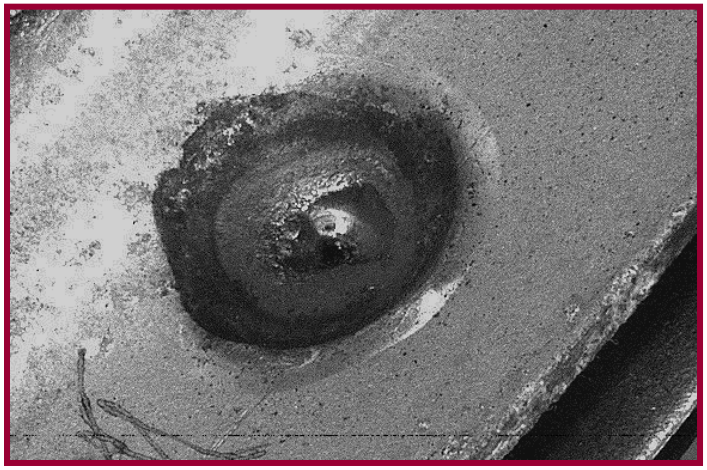
- Electrode faces not parallel to workpiece
- Excessive sealer
- Poor or varying part fit-up
- Weld current high
- Weld force high
- Weld time long

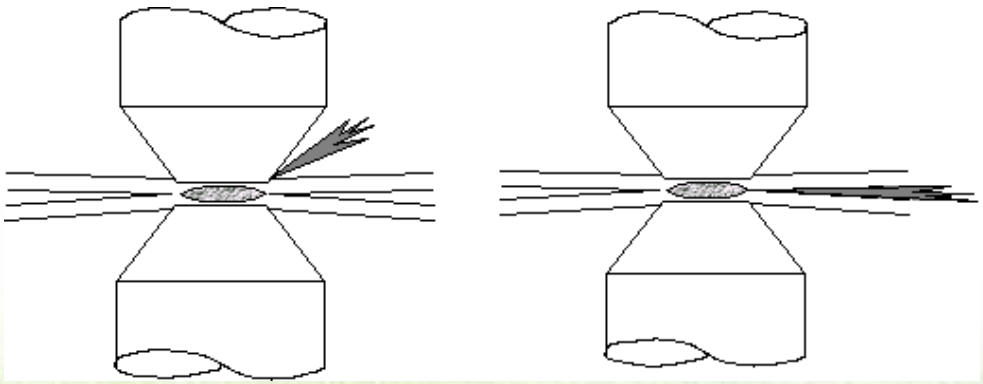
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Expulsion



Burn Through



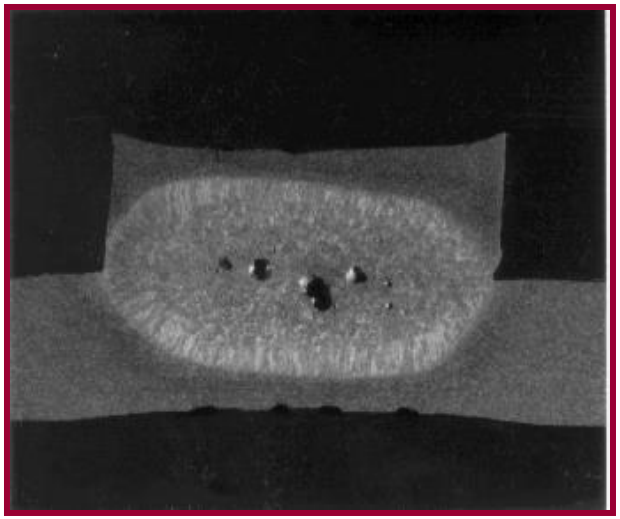


Strong Possibilities

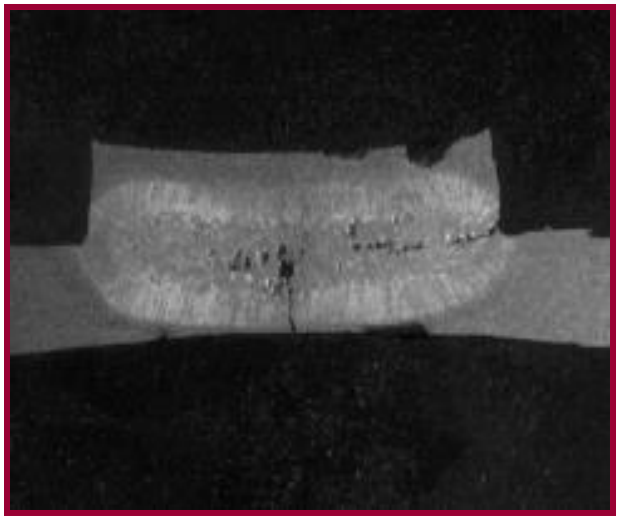
- Excessive sealer
- Poor electrode follow-up*
- Poor or varying part fit-up
- Weld current high
- Weld flange too small

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

HOLES



CRACKS



Strong Possibilities

- Defective air or hydraulic system
- Hold time short
- Incorrect electrode dressing
- Insufficient Cooling
- Squeeze time short
- Weld current high
- Weld force low

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

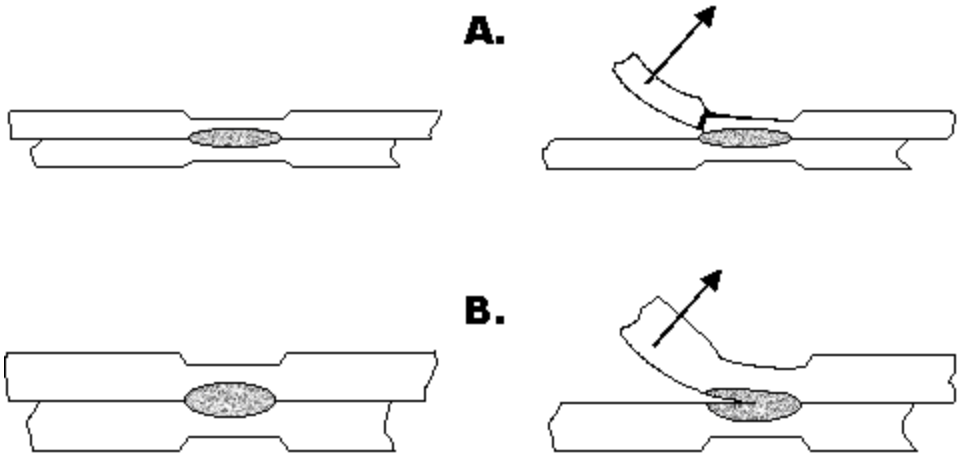
Nonround Weld

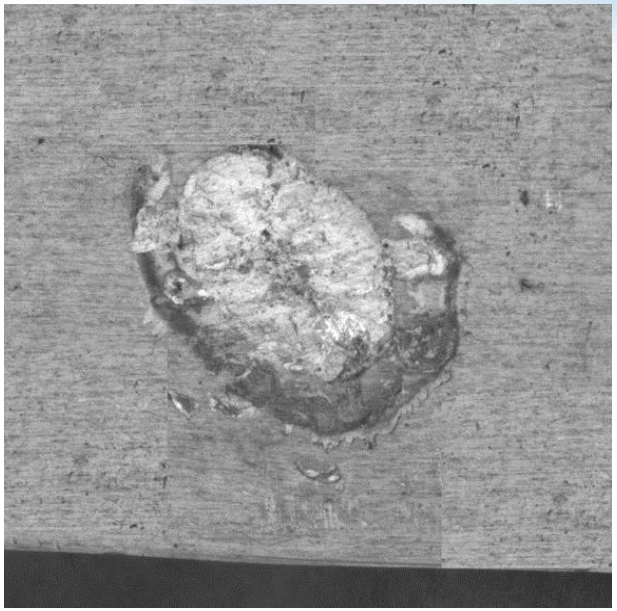
Strong Possibilities

- Dirty material
- Electrode faces not parallel to workpiece
- Electrode skidding/sliding
- Electrode wear
- Excessive sealer
- Inadequate electrode alignment
- Incorrect cylinder
- Incorrect electrode dressing
- Incorrect test procedure
- Poor electrical connections
- Poor or varying part fit-up
- Shunting of gun or parts
- Weld current low
- Weld time short
- Wrong tips

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

Interfacial Separation





Normally during destructive testing the crack starting at the nugget's edge travels through the thickness of the sheet, forming the button (A).

With thicker or stronger stack-ups, or with certain materials, the crack may encounter less resistance by passing through the nugget (B).

Strong Possibilities

- Hold time short
- Incorrect test procedure

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD