คำนำ

เอกสารประกอบการสอนชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 2100 - 1005 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)แผนกวิชาช่างเชื่อมและช่างอุตสาหกรรม ในเอกสารชุดนี้ประกอบด้วย หน่วยที่ 2 กระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า การติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า ตำแหน่งในการเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม เทคนิควิธีการเชื่อมไฟฟ้า ลวดเชื่อมไฟฟ้า เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองและนำความรู้มาเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้สูงขึ้น

คำรพ ชุมคล้าย
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ
วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
หน่วยที่ 2 กระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	1
1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า	3
2. หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	12
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า	12
4. การติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า	29
ใบงานที่ 10 งานประกอบและติดตั้งเครื่องมือ - อุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า	31
แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน	36
แบบประเมินผลการเรียนรู้เรื่องหลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	38
เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ทดสอบเรื่องหลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	42
5. ตำแหน่งในการเชื่อม และรอยต่อในงานเชื่อม	44
6. เทคนิควิธีการเชื่อมไฟฟ้า	47
7. ลวดเชื่อมไฟฟ้า	51
ใบงานที่ 11 งานเริ่มต้นอาร์ก	64
แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน	69
แบบประเมินผลการเรียนรู้เรื่องตำแหน่งในการเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม	71
เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้เรื่องตำแหน่งในการเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม	74
ใบงานที่ 12 งานเชื่อมเดินแนวสั้นแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน	76
แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน	81
ใบงานที่ 13 งานเชื่อมเดินแนวท่าราบแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน	83
แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน	88
ใบงานที่ 14 งานเชื่อมต่อตัวทีท่าราบด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	91
แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน	96
แบบทดสอบหน่วยที่ 2 กระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	98
เฉลยแบบทดสอบหน่วยที่ 2 กระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	106
บรรณานุกรม	107

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงการเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตราย	3
2.2	แสดงการเชื่อมถังน้ำมัน โดยภายในถังไม่มีสารไวไฟตกค้างอยู่	3
2.3	แสดงสายไฟเชื่อมจะต้องอยู่ในสภาพดี	4
2.4	แสดงขณะที่ทำงานอยู่ สายไฟเชื่อมจะต้องไม่แช่น้ำ	4
2.5	แสดงกรณีที่ต้องเชื่อมในที่เปียกชื้น ต้องสวมรองเท้ายาง	4
2.6	แสดงการจัดเตรียมถังดับเพลิง	5
2.7	ห้ามมองแสงเชื่อมด้วยตาเปล่าเด็ดขาด	5
2.8	เมื่อทำงานเชื่อมเสร็จ ต้องปิดสวิตซ์ที่จ่ายไฟไปยังเครื่องเชื่อม	5
2.9	แสดงการป้องกันอันตรายจากการเชื่อม	6
2.10	ประกายไฟจากงานเชื่อม	6
2.11	อันตรายจากไฟฟ้าลัดวงจร	7
2.12	ลักษณะปฏิบัติงานในท่วงท่าที่ไม่ถูกต้อง	7
2.13	อันตรายจากสารเคมี	7
2.14	แสดงพื้นที่ทำการเชื่อมต้องสะอาด มีระเบียบ	8
2.15	แสดงการเตรียมอุปกรณ์ดับเพลิงให้พร้อมใช้อยู่เสมอ	8
2.16	แสดงการสวมอุปกรณ์ป้องกันสะเก็ดไฟที่ใบหน้า	8
2.17	ต้องปิดสวิตซ์หรือถอดปลั๊กก่อนซ่อมหรือปรับเครื่องทุกครั้ง	9
2.18	แสดงที่ปฏิบัติงานต้องมีอากาศถ่ายเทสะดวก	9
2.19	แสดงสวมหน้ากากเชื่อมทุกครั้งที่ปฏิบัติงานเชื่อม	10
2.20	แสดงการสวมแว่นตานิรภัยเมื่อเคาะสแลก	10
2.21	แสดงการใช้ถุงมือที่ไม่ถูกต้อง	10
2.22	แสดงการเชื่อมที่ไม่ถูกต้อง	11
2.23	แสดงการปิดเครื่องเชื่อมทุกครั้งที่ทำงานเสร็จ	11
2.24	แสดงเมื่อเชื่อมเสร็จควรเก็บสายเชื่อมแยกจากกันให้เรียบร้อย	11
2.25	แสดงถึงหลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	12
2.26	Volt – Ampere Curve ของเครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (CC)	13
2.27	Volt – Ampere Curve ของเครื่องเชื่อมชนิดแรงดันคงที่ (CV)	14
2.28	แสดงเครื่องเชื่อมแบบมอเตอร์เจนเนอเรเตอร์	15
2.29	แสดงเครื่องเชื่อมแบบเครื่องยนต์ขับเคลื่อนเจนเนอเรเตอร์	15
2.30	แสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องเชื่อมเรกติไฟเออร์	16
2.31	แสดงลักษณะภายในและการต่อกระแสไฟฟ้าเข้าเครื่องเชื่อมกระแสตรงโดยใช้เรกติไฟอร์	16
2.32	เครื่องเชื่อมกระแสสลับแบบหม้อแปลง	17
2.33	แสดงเครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบอิเล็กโทรดเป็นบวก	17
2.34	เครื่องเชื่อมกระแสสลับแบบหม้อแปลง	18

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.35	การปรับกระแสเชื่อมด้วยวิธีกล	18
2.36	การปรับกระแสเชื่อมด้วยไฟฟ้า	18
2.37	เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบเครื่องเรียงกระแส	19
2.38	เครื่องเชื่อมแบบผสมหม้อแปลง–เครื่องเรียงกระแส	19
2.39	Silicon Diode Rectifier	20
2.40	Silenium Rectifier	20
2.41	เครื่องเชื่อมอินเวอเตอร์	21
2.42	ชาร์ทแสดงการหาความสามารถของลวดเชื่อม	22
2.43	ลักษณะหัวจับลวดเชื่อม	23
2.44	ลักษณะสายเชื่อม	23
2.45	ลักษณะที่ยึดสายดิน	24
2.46	ลักษณะหน้ากากเชื่อม	25
2.47	ลักษณะกระจกป้องกันแสง และการใช้กระจกกรองแสง	25
2.48	ลักษณะค้อนเคาะสแลก	26
2.49	ลักษณะแปรงทำความสะอาด	26
2.50	ลักษณะคีมจับงานร้อน	27
2.51	ลักษณะเสื้อหนังหรือเสื้อเอี๊ยมหนัง	27
2.52	ลักษณะถุงมือหนัง	27
2.53	ลักษณะปลอกแขนหนัง	28
2.54	ลักษณะรองเท้านิรภัย	28
2.55	ลักษณะหมวกนิรภัย	28
2.56	การติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า	29
2.57	ลักษณะสายเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องเชื่อม	29
2.58	ลักษณะสายดินต่อเข้ากับเครื่องเชื่อม	30
2.59	แสดงลักษณะการจับชิ้นงาน	30
2.60	แสดงลักษณะของรอยต่อชน	44
2.61	แสดงลักษณะของรอยต่อเกย	44
2.62	แสดงลักษะของรอยต่อขอบ	45
2.63	แสดงลักษณะของรอยต่อมุม	45
2.64	แสดงลักษณะของรอยตัวตัวที	45
2.65	ต่อชนบากเฉียงข้างเดียว	46
2.66	ต่อชนบากเฉียงสองข้าง	46
2.67	ต่อชนบากรูปตัววีด้านเดียว	46
2.68	ต่อชนบากรูปตัววีสองด้าน	46
2.69	ต่อชนบากรูปตัวเจด้านเดียว	46

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.70	ต่อชนบากรูปตัวเจสองด้าน	46
2.71	ต่อชนบากรูปตัวยูด้านเดียว	47
2.72	ต่อชนบากรูปตัวยูสองด้าน	47
2.73	ต่อชนไม่บาก	47
2.74	แสดงการเชื่อมต่อตัวทีท่าราบ	48
2.75	แสดงการเชื่อมต่อตัวทีท่าระดับแนวแรก	49
2.76	แสดงการเชื่อมต่อตัวทีท่าระดับแนวที่ 2	49
2.77	แสดงการเชื่อมต่อตัวทีท่าระดับแนวที่ 3	49
2.78	แสดงการเชื่อมต่อตัวทีท่าตั้งเชื่อมขึ้น	50
2.79	แสดงการเชื่อมต่อตัวทีท่าเหนือศีรษะ	50
2.80	กระบวนการเชื่อมลวดเชื่อมชนิดสิ้นเปลือง แบบมิก– แมก	51
2.81	กระบวนการเชื่อมทิก ใช้ลวดเชื่อมทังสเตน	52
2.82	แสดงการเชื่อมแบบความต้านทาน	53
2.83	แสดงลักษณะโครงสร้างของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	53
2.84	ตู้เก็บ อบลวดเชื่อมก่อนใช้	62

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงขนาดของสายเชื่อม AWS หน่วยเมตริก	24
2.2	แสดงความเข้มของกระจกจะบอกเป็นนัมเบอร์ตามมาตรฐานของ AWS	26
2.3	แสดงลักษณะการส่ายลวดเชื่อมในการเชื่อมไฟฟ้า	48
2.4	ตัวเลขที่บอกถึงคุณสมบัติพิเศษของลวดเชื่อม	54
2.5	แสดงหน้าที่หลักและหน้าที่รองของฟลักซ์หุ้ม	59
2.6	แสดงอิทธิพลของฟลักซ์ต่อคุณภาพแนวเชื่อม	60
2.7	แสดงอุณหภูมิในการเก็บรักษาลวดเชื่อมไฟฟ้า	63

หน่วยที่ 2

กระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ใบความรู้
เรื่อง หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

1. สาระสำคัญ

การปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เป็นการเชื่อมที่ใช้องค์ประกอบมากมาย เช่น กระแสไฟฟ้า ความร้อน รังสี และควันพิษจากการเชื่อม ซึ่งมีอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์ผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษาความปลอดภัยการเชื่อม กระบวนการเชื่อมและเทคนิควิธีการเชื่อม เพื่อให้งานที่ปฏิบัติเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการเชื่อม กระบวนการเชื่อมเครื่องมืออุปกรณ์การเชื่อม และเทคนิควิธีการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

2.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.2.1 บอกอันตรายที่เกิดจากงานเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง

2.2.2 บอกหลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง

2.2.3 บอกชื่อและหน้าที่ของเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง

2.2.4 บอกขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง

2.2.5 ปฏิบัติงานประกอบและติดตั้งเครื่องมือ–อุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง

3. สาระการเรียนรู้

3.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า

3.2 หลักการของกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า

3.4 การติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า

3.5 ใบงานที่ 10 งานประกอบและติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า

1.1 กฎความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า

1) ก่อนเริ่มงานเชื่อมต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายให้เหมาะสมกับการทำงาน เช่น หน้ากากเชื่อม, ถุงมือหนัง, ปลอกแขนหนัง และผ้าหน้ากากกรองควันเชื่อม เป็นต้น

รูปที่ 2.1 แสดงการเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตราย

2) ก่อนที่จะเริ่มทำการเชื่อม จะต้องแน่ใจว่าไม่มีวัสดุติดไฟอยู่ใกล้กับบริเวณที่จะทำการเชื่อม

3) งานเชื่อมภาชนะที่มีสารไวไฟอยู่ภายใน เช่นถังน้ำมัน จะต้องล้างทำความสะอาดเสียก่อน และก่อนเชื่อมต้องแน่ใจว่าไม่มีสารไอระเหยของสารไวไฟตกค้างอยู่

รูปที่ 2.2 แสดงการเชื่อมถังน้ำมัน โดยภายในถังไม่มีสารไวไฟตกค้างอยู่

4) งานเชื่อมวัสดุ หรือภาชนะที่เป็นพิษต่อร่างกาย เช่นตะกั่ว โลหะอาบสังกะสี จะต้องมีเครื่องดูดควัน หรือสวมเครื่องกรองอากาศ หรือจัดให้มีการระบายอากาศที่เหมาะสม เพราะควันของงานเชื่อมมีอันตรายต่อสุขภาพ

5) เครื่องเชื่อมจะต่อสายดินให้ถูกต้อง

6) สายไฟเชื่อมจะต้องอยู่ในสภาพดี ข้อต่อต้องแน่นหนาและหุ้มฉนวนให้เรียบร้อย

รูปที่ 2.3 แสดงสายไฟเชื่อมจะต้องอยู่ในสภาพดี

7) ขณะที่ทำงานอยู่ สายไฟเชื่อมจะต้องไม่แช่น้ำ

รูปที่ 2.4 แสดงขณะที่ทำงานอยู่ สายไฟเชื่อมจะต้องไม่แช่น้ำ

8) ในกรณีที่ต้องเชื่อมในที่เปียกชื้น ต้องสวมรองเท้ายาง และหาวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้ารองพื้นในบริเวณที่ทำงานเชื่อม

รูปที่ 2.5 แสดงกรณีที่ต้องเชื่อมในที่เปียกชื้น ต้องสวมรองเท้ายาง

9) การทำงานเชื่อมในที่สูง ต้องสวมเข็มขัดนิรภัย และคล้องเกี่ยวกับสิ่งที่มั่นคงแข็งแรง ยึดไว้ตลอดเวลา

10) งานเชื่อมบนที่สูงจะต้องมีผ้ากันไฟหรือถาดรองไฟ เพื่อป้องกันสะเก็ดไฟร่วงหล่น

11) จัดเตรียมถังดับเพลิงไว้ในบริเวณที่ปฏิบัติงานตลอดเวลา

รูปที่ 2.6 แสดงการจัดเตรียมถังดับเพลิง

12) ห้ามมองแสงเชื่อมด้วยตาเปล่าเด็ดขาด

รูปที่ 2.7 ห้ามมองแสงเชื่อมด้วยตาเปล่าเด็ดขาด

13) เมื่อทำงานเชื่อมเสร็จ ต้องปิดสวิตซ์ที่จ่ายไฟไปยังเครื่องเชื่อมทันที

รูปที่ 2.8 เมื่อทำงานเชื่อมเสร็จ ต้องปิดสวิตซ์ที่จ่ายไฟไปยังเครื่องเชื่อม

14) ก่อนเลิกงาน ตรวจสอบบริเวณที่ปฏิบัติงานให้แน่ใจว่าวัสดุต่าง ๆ ในบริเวณที่ทำงานไม่ได้มีสะเก็ดไฟลุกติดอยู่

1.2 อันตรายจากการเชื่อมไฟฟ้า

1) การอาร์กกระแสไฟฟ้าในกระบวนการเชื่อม ทำให้เกิดเป็นแสงจ้าของรังสีที่เข้มข้นอย่างมาก เพราะอุณหภูมิของการอาร์กสูงมากถึง 6,000˚C รังสีเหล่านี้มีรังสีที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ชนิดซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อช่างเชื่อมและผู้เกี่ยวข้องใกล้เคียงได้คือรังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet rays) กับรังสีอินฟาเรด (Infrared rays)

รังสีอัลตราไวโอเลตและรังสีอินฟาเรด รังสีทั้งสองชนิดนี้ทำให้เกิดอันตรายต่อสายตาและผิวหนังได้อย่างรุนแรงคือ ดวงตาจะระคายเคืองถึงกับอักเสบและน้ำตาไหล ผิวหนังส่วนที่ได้รับรังสีจะเป็นเหตุให้ผิวไหม้และรู้สึกปวดแสบปวดร้อนเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมงขึ้นไป ยาวนานตามระยะเวลาที่ได้รับรังสีนั้น ๆ

รูปที่ 2.9 แสดงการป้องกันอันตรายจากการเชื่อม

2) ประกายไฟ หรือลูกไฟที่เกิดขึ้นจากงานเชื่อมโลหะมีอุณหภูมิประมาณ 1200˚ - 1600˚C ซึ่งทำให้ผิวหนังไหม้ และอาจเป็นสาเหตุของเพลิงไหม้ งานเชื่อมในที่อับทึบและมีละอองไอน้ำมันทำให้เกิดการระเบิดได้

รูปที่ 2.10 ประกายไฟจากงานเชื่อม

3) ไฟฟ้าลัดวงจร หากมีการชำรุดของสายไฟ จุดต่อสายไฟไม่เป็นมาตรฐานจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้

รูปที่ 2.11 อันตรายจากไฟฟ้าลัดวงจร

4) ความเมื่อยล้า เกิดขึ้นได้หากปฏิบัติงานในท่วงท่าที่ไม่ถูกต้อง เช่น นั่งยอง ๆ หรือก้มหลังเชื่อมในระยะเวลานาน ๆ อาจทำให้ระบบไหลเวียนของโลหิตไม่ดีอาจทำให้เกิดการเมื่อยล้า เหน็บชา หน้ามืด เป็นต้น

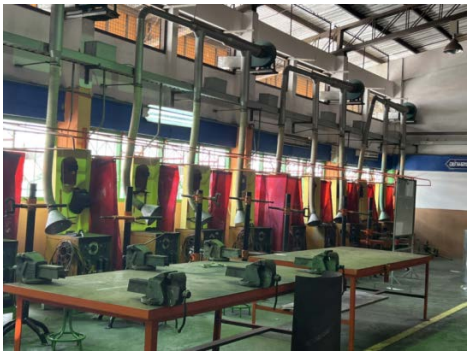
รูปที่ 2.12 ลักษณะปฏิบัติงานในท่วงท่าที่ไม่ถูกต้อง

5) อันตรายของสารเคมีในรูปของฟูม (Fume)เป็นควันหรือไอสารที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างความร้อนกับสารเคมีที่อยู่ในลวดเชื่อม เป็นมลพิษมีอันตรายต่อระบบหายใจทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง ระดับอันตรายจากฟูมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวิธีการเชื่อม, ชนิดของโลหะที่ต้องการเชื่อม, พื้นผิวโลหะที่ต้องการเชื่อม, ชนิดของลวดเชื่อม, แก๊สที่ใช้ในการเชื่อม

รูปที่ 2.13 อันตรายจากสารเคมี

1.3 ระเบียบปฏิบัติเพื่อรักษาความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้า

1) พื้นที่ทำการเชื่อม



รูปที่ 2.14 แสดงพื้นที่ทำการเชื่อมต้องสะอาด มีระเบียบ

2) เตรียมอุปกรณ์ดับเพลิง

รูปที่ 2.15 แสดงการเตรียมอุปกรณ์ดับเพลิงให้พร้อมใช้อยู่เสมอ

3) มีอุปกรณ์ป้องกันสะเก็ดไฟ

รูปที่ 2.16 แสดงการสวมอุปกรณ์ป้องกันสะเก็ดไฟที่ใบหน้า

4) ตรวจเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำงานเชื่อมให้พร้อม
5) ต้องปิดสวิตซ์หรือถอดปลั๊กก่อนซ่อมหรือปรับเครื่องทุกครั้ง

รูปที่ 2.17 ต้องปิดสวิตซ์หรือถอดปลั๊กก่อนซ่อมหรือปรับเครื่องทุกครั้ง

6) การใช้งานต้องปฏิบัติตามคู่มือของเครื่องอย่างเคร่งครัด
7) เก็บวัสดุติดไฟง่ายให้ห่างบริเวณเชื่อม
8) มีอากาศถ่ายเทสะดวก

รูปที่ 2.18 แสดงที่ปฏิบัติงานต้องมีอากาศถ่ายเทสะดวก

9) สวมหน้ากากเชื่อมทุกครั้ง

รูปที่ 2.19 แสดงสวมหน้ากากเชื่อมทุกครั้งที่ปฏิบัติงานเชื่อม

10) สวมแว่นตานิรภัยเมื่อเคาะ

รูปที่ 2.20 แสดงสวมแว่นตานิรภัยเมื่อเคาะสแลก

11) ไม่สวมถุงมือ เสื้อผ้าที่เปื้อนน้ำมันหรือจาระบี

รูปที่ 2.21 แสดงการใช้ถุงมือที่ไม่ถูกต้อง

12) ควรใช้อุปกรณ์และเสื้อผ้าที่แห้ง
13) อย่าเชื่อมถังที่บรรจุวัตถุไวไฟ เพราะอาจจะทำให้เกิดการระเบิดได้

รูปที่ 2.22 แสดงการเชื่อมที่ไม่ถูกต้อง

14) ปิดเครื่องเชื่อมทุกครั้งที่ทำงานเสร็จ

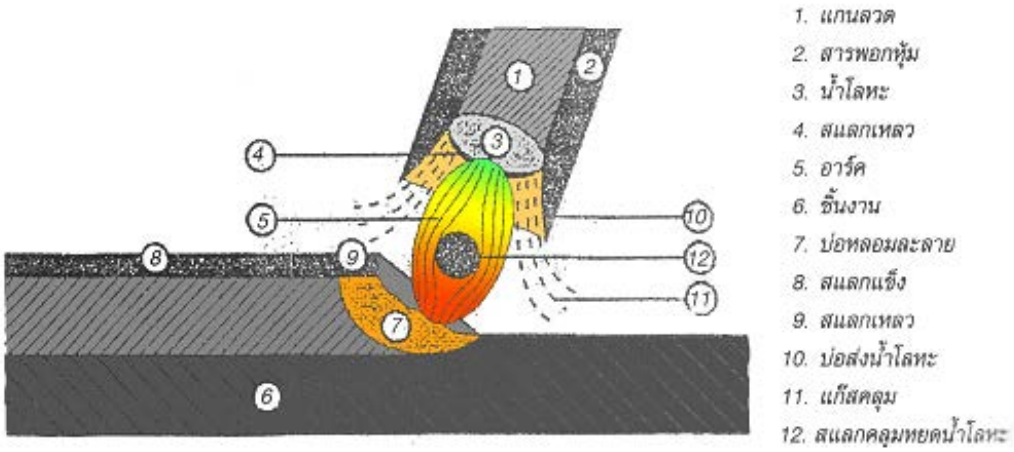
รูปที่ 2.23 แสดงการปิดเครื่องเชื่อมทุกครั้งที่ทำงานเสร็จ

15) เมื่อเชื่อมเสร็จควรเก็บสายเชื่อมแยกจากกันให้เรียบร้อย

รูปที่ 2.24 แสดงเมื่อเชื่อมเสร็จควรเก็บสายเชื่อมแยกจากกันให้เรียบร้อย

2. หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดหุ้มฟลักซ์ (Shield Metal Arc Welding : SMAW) จะเป็นกระบวนการเชื่อมอาร์กโดยใช้ความร้อนที่เกิดจากการอาร์กด้วยกระแสไฟฟ้า (กระแสสูง) อาร์กระหว่างลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์กับชิ้นงาน นอกจากนี้ลวดเชื่อมยังทำหน้าที่เป็นโลหะเติมกับแนวเชื่อมด้วย ส่วนฟลักซ์จะทำหน้าที่สร้างแก๊สปกคลุมบ่อหลอมเหลวและป้องกันการรวมตัวกับบรรยากาศภายนอก (Oxidation) และสร้างสแลกมาปกคลุมแนวเชื่อมขณะหลอมเหลวและแข็งตัว



รูปที่ 2.25 แสดงถึงหลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

กรรมวิธีการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์นี้ เป็นกระบวนการการเชื่อมแบบใช้มือโดยช่างเชื่อมจะปฏิบัติตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนกระทั่งถึงขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการเชื่อมกระแสเชื่อมที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ จะมีทั้งเครื่องเชื่อมที่ใช้กระแสสลับ (Alternating Current : AC) และเครื่องเชื่อมที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current : DC) ตัวอย่างของเครื่องเชื่อมที่ใช้กระแสสลับ เช่น เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า ส่วนเครื่องเชื่อมที่ใช้กระแสตรง ได้แก่ เครื่องเชื่อมแบบเรียงกระแส เป็นต้น

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า

3.1 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า การเชื่อมไฟฟ้า ได้รับความร้อนที่เกิดจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน สำหรับกระแสไฟบ้าน 220 โวลต์ ไม่สามารถนำมาใช้กับการเชื่อมได้ เนื่องจากขนาดแรงดันไฟฟ้าสูงเกินไปอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ ในการเชื่อมไม่ต้องการแรงดันไฟฟ้าสูงแต่ต้องการจำนวนกระแสมาก ดังนั้นเครื่องเชื่อมจะต้องมีลักษณะดังนี้

1) ขนาดแรงดันไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 50 - 80 โวลต์
2) กระแสเชื่อมสูง แต่แรงเคลื่อนต่ำ
3) สามารถควบคุมขนาดกระแสเชื่อมได้

ปัจจุบันเครื่องเชื่อมได้มีการพัฒนาไปอย่างมากทั้งแบบความสามารถในการใช้งาน การประหยัดกระแสไฟและขนาด ซึ่งเครื่องแต่ละแบบนั้นราคาแตกต่างกันมาก ดังนั้นผู้ใช้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจทางเทคนิคของเครื่องเชื่อมแต่ละแบบอย่างถ่องแท้ จึงจะสามารถเลือกเครื่องเชื่อมที่มีอยู่มากมายให้เหมาะสมกับงานที่จะเชื่อม

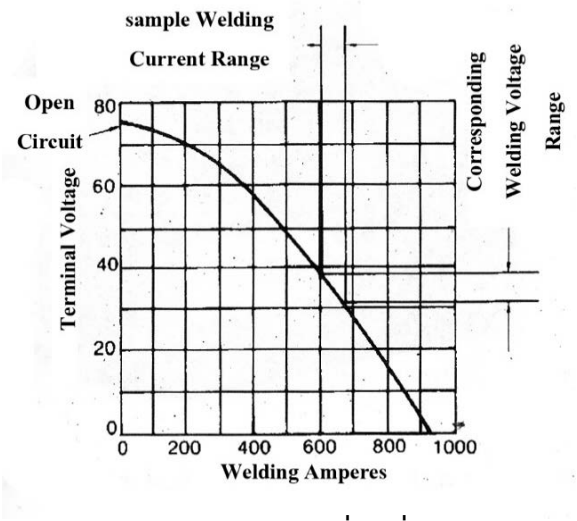
3.1.1 เครื่องเชื่อมที่แบ่งตามลักษณะพื้นฐาน

ถ้าพิจารณาตามลักษณะพื้นฐาน จะสามารถแบ่งเครื่องเชื่อมออกเป็น 2 ชนิด คือ เครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (Constant Current) และเครื่องเชื่อมชนิดแรงดันไฟฟ้าคงที่ (Constant Voltage)

ความแตกต่างของเครื่องเชื่อมทั้ง 2 ชนิดนี้ พิจารณาได้จากการเปรียบเทียบคุณลักษณะของ Volt-Ampere Curves ซึ่ง Curve นั้นได้จากการกำหนดจุดระหว่างกระแสเชื่อมกับแรงดันไฟฟ้าในขณะเชื่อม โดยกำหนดให้แกนนอนเป็นกระแสเชื่อม และแกนตั้งเป็นแรงดันไฟฟ้า

1) เครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (CC)

เป็นระบบที่ใช้กับเครื่องเชื่อมธรรมดา (ลวดเชื่อมมีฟลักซ์, เครื่องเชื่อม Tig, เครื่องคาร์บอนอาร์ก, เครื่องเซาะร่อง และเครื่องเชื่อม Stud) แต่เครื่องเชื่อมอัตโนมัติจะต้องใช้กับการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมขนาดใหญ่ และใช้ระบบป้อนลวดแบบไวต่อแรงดันไฟฟ้า (Voltage Sensing) เครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (CC) มีลักษณะ Volt-Ampere Curve ดังรูปที่ 2.26 จาก Curve ดังกล่าวจะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเมื่อไม่มีกระแส (กระแส 0) และแรงดันไฟฟ้าต่ำเมื่อกระแสเชื่อมเพิ่มสูงขึ้น ในสภาวะการเชื่อมปกติจะมีแรงดันอาร์ก (Arc Voltage) ระหว่าง 20 - 40 โวลต์ ในขณะที่วงจรเปิด (Open Circuit Voltage) อยู่ระหว่าง 50 - 80 โวลต์ เครื่องเชื่อมระบบกระแสคงที่มีทั้งชนิดไฟตรงและไฟสลับ หรือมีทั้งไฟตรงและไฟสลับรวมกัน ซึ่งอาจจะเป็นแบบเครื่องหมุนหรือแบบไม่หมุนก็ได้



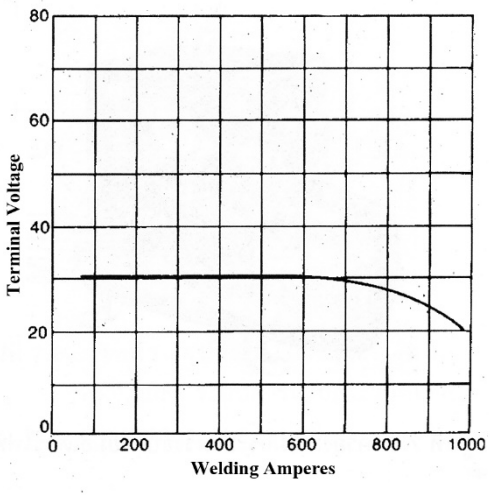
รูปที่ 2.26 Volt – Ampere Curve ของเครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (CC)

ดังนั้นเครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่นี้ สามารถเปลี่ยนแปลงกระแสไฟเชื่อมได้ โดยการเปลี่ยนแปลงระยะอาร์กโดยไม่ต้องตั้งกระแสเชื่อมที่เครื่องเชื่อมใหม่

2) เครื่องเชื่อมชนิดแรงดันไฟฟ้าคงที่ (CV)

เป็นเครื่องเชื่อมที่ให้ Voltage-Ampere Curve เรียบ ดังรูปที่ 2.27 เครื่องเชื่อมชนิดนี้จะให้แรงดันคงที่ จะไม่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของกระแสเชื่อม สามารถใช้กับการเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติ หรืออัตโนมัติที่ใช้ระบบการป้อนลวดแบบอัตโนมัติ และผลิตกระแสไฟตรงเท่านั้น ซึ่งอาจจะเป็นแบบขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์หรือแบบหม้อแปลง/เครื่องเรียงกระแส

เครื่องเชื่อมแบบรวม CV และ CC เอาไว้ในเครื่องเดียวกัน เป็นเครื่องที่มีความคล่องตัวในการใช้มากที่สุด สามารถผลิตกระแสเชื่อมออกมาได้ทั้งระบบแรงดันคงที่และระบบกระแสคงที่ โดยการเปลี่ยนขั้วหรือเปลี่ยนสวิตซ์ที่เครื่องเชื่อม และสามารถนำไปใช้กับขบวนการเชื่อมอื่นๆได้ดี



รูปที่ 2.27 Volt – Ampere Curve ของเครื่องเชื่อมชนิดแรงดันคงที่ (CV)

3.1.2 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Electric Welding Machine)

เครื่องเชื่อมเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในกระบวนการเชื่อมเป็นตัวกำเนิดพลังงาน โดยผลิตกระแสและแรงเคลื่อนออกมาคงที่และเพียงพอที่จะทำให้การอาร์กเกิดความร้อนจนสามารถหลอมเหลวชิ้นงานที่มีความหนาต่าง ๆ ได้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่ทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือชนิดกระแสตรง (Direct Current) หรือเรียกว่า เครื่องเชื่อม DC และชนิดกระแสสลับ (Alternating Current) หรือเรียกว่าเครื่องเชื่อม AC โดยมีรายละเอียดดังนี้

เครื่องเชื่อมชนิดกระแสตรง

เครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์ (Welding Generator) ใช้เจนเนอเรเตอร์เป็นแหล่งพลังงานเจนเนอเรเตอร์สำหรับการเชื่อมจะถูกสร้างขึ้นเป็นพิเศษ สามารถผลิตกระแสสูงที่แรงเคลื่อนต่ำ เป็นเครื่องเชื่อมที่ผลิตกระแสตรงจ่ายให้กับวงจรเชื่อมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

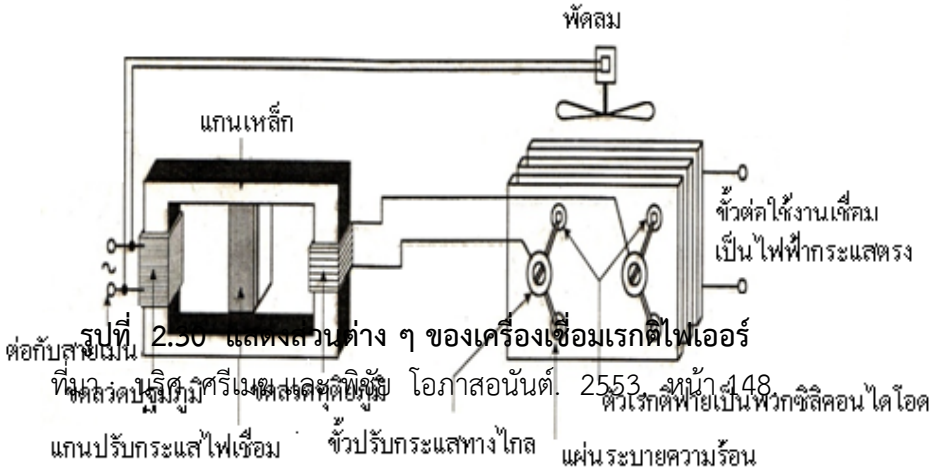
1) เครื่องเชื่อมแบบมอเตอร์เจนเนอเรเตอร์ (Motor Generator) เป็นเครื่องเชื่อมที่ใช้กำลังไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนมอเตอร์ โดยใช้ไฟฟ้าแบบกระแสสลับ ซึ่งทั่วไปจะใช้แรงเคลื่อน 380 โวลต์ เพลาของมอเตอร์จะต่อร่วมกับเพลาของเจนเนอเรเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.28

รูปที่ 2.28 แสดงเครื่องเชื่อมแบบมอเตอร์เจนเนอเรเตอร์
ที่มา:http://bbznet.pukpik.com/scripts...numtopic.

2) แบบเครื่องยนต์ขับเคลื่อน (Engine Motor Generator) เป็นเครื่องเชื่อมที่ใช้กำลังขับจากเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ที่ใช้จะเป็นเครื่องยนต์ดีเซล หรือแก๊สโซลีนก็ได้ แต่ต้องมีกำลังม้าและความเร็วรอบเพียงพอในการขับเคลื่อนที่จะก่อให้เกิดการเชื่อมได้ เครื่องเชื่อมแบบนี้เหมาะสำหรับใช้งานภาคสนามที่ไม่มีไฟฟ้าใช้และสามารถเคลื่อนย้ายสะดวก ดังแสดงในรูปที่ 2.29

รูปที่ 2.29 แสดงเครื่องเชื่อมแบบเครื่องยนต์ขับเคลื่อนเจนเนอเรเตอร์
ที่มา:http://bbznet.pukpik.com/scripts...numtopic.

เครื่องเชื่อมเรกติไฟเออร์ (Rectifier Welding) ประกอบด้วย หม้อแปลงและตัวเรียงกระแส (Rectifier) ตัวเรียงกระแส เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงเครื่องเรียงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงจะใช้สารกึ่งตัวนำ เช่น แผ่นซิลิคอน (Silicon) และซีลีเนียม (Selenium) สำหรับเปลี่ยนกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง ซึ่งโลหะกึ่งตัวนำจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้สะดวกเพียงทางเดียวเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 แสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องเชื่อมเรกติไฟเออร์

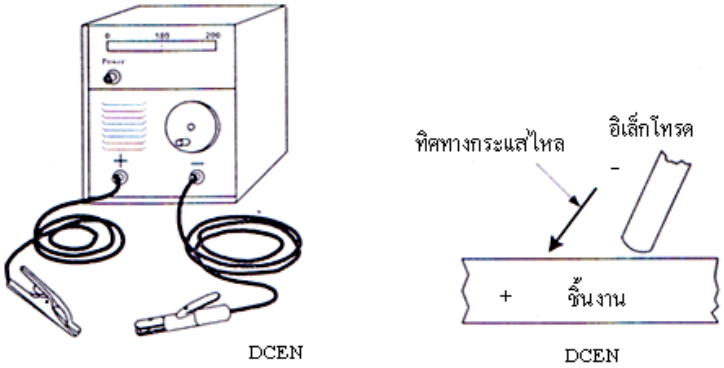
ที่มา : นริศ ศรีเมฆ และ พิชัย โอภาสอนันต์. 2553, หน้า 148.

รูปที่ 2.31 แสดงลักษณะภายในและการต่อกระแสไฟฟ้าเข้าเครื่องเชื่อมกระแสตรงโดยใช้เรกติไฟเออร์

ที่มา : นริศ ศรีเมฆ และ พิชัย โอภาสอนันต์. 2553, หน้า 149.

ชุดหม้อแปลงไฟฟ้า จะทำหน้าที่เปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ต่อเข้าเครื่อง ให้มีแรงเคลื่อนต่ำกระแสสูง ส่วนตัวเรียงกระแส (Rectifier) จะทำหน้าที่เรียงกระแสให้ไหลเพียงทิศทางเดียว กระแสไฟฟ้าที่ออกจากเครื่องไปใช้ในการเชื่อมจะเป็นกระแสตรง เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบเรกติไฟเออร์นี้ ชิ้นส่วนหรือกลไกของเครื่องจะไม่เคลื่อนไหว แต่ที่สำคัญคือ ต้องมีการหล่อเย็นเป็นอย่างดี โดยทั่วไปจะติดตั้งพัดลมเพื่อระบายความร้อนให้แก่เครื่องเชื่อม การเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมกระแสตรงสามารถจะกลับขั้วโดยให้อิเล็กโทรด (Electrode) เป็นลบ (-) หรือเป็นบวก (+) ก็ได้

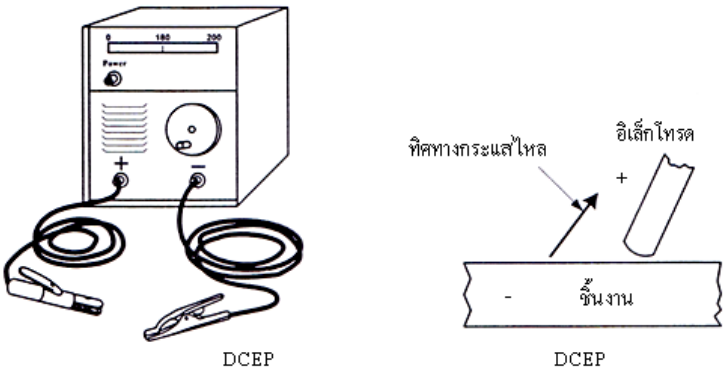
เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบเรกติไฟเออร์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
1) เครื่องเชื่อมกระแสตรงต่อขั้วตรงหรืออิเล็กโทรดเป็นขั้วลบ
2) เครื่องเชื่อมกระแสตรงต่อกลับขั้ว หรืออิเล็กโทรดเป็นขั้วบวก



รูปที่ 2.32 แสดงเครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบอิเล็กโทรดเป็นลบ

ที่มา : ประทีป ระงับทุกข์. 2547, หน้า 157.

จากรูปที่ 2.32 อิเล็กโทรดเป็นลบกระแสไฟจะไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวก นั่นคือกระแสไฟจะไหลออกจากเครื่องเชื่อม เป็นกระแสตรงผ่านลวดเชื่อมไปยังชิ้นงาน ดังนั้น ความร้อน 2 ใน 3 ส่วนจะอยู่ที่ชิ้นงาน อีก 1 ใน 3 ส่วน จะอยู่ที่ลวดเชื่อม (Electrode) จะทำให้ชิ้นงานมีการละลายลึกดี เหมาะสำหรับการเชื่อมชิ้นงานหนา ๆ



รูปที่ 2.33 แสดงเครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบอิเล็กโทรดเป็นบวก

ที่มา : ประทีป ระงับทุกข์. 2547, หน้า 158.

จากรูปที่ 2.33 อิเล็กโทรดเป็นบวกกระแสไฟจะไหลผ่านชิ้นงานซึ่งเป็นขั้วลบไปยังลวดเชื่อม ซึ่งเป็นขั้วบวก ดังนั้น ความร้อน 2 ใน 3 ส่วน อยู่ที่ลวดเชื่อม ส่วนความร้อนอีก 1 ใน 3จะอยู่ที่ชิ้นงาน การละลายลึกจะน้อย เหมาะสำหรับการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาไม่มาก

2. เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer Welding Machines)

เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป ราคาถูก น้ำหนักเบา และมีขนาดเล็กกว่าเครื่องเชื่อมแบบอื่น ๆ ซึ่งเครื่องเชื่อมแบบนี้จะผลิตเฉพาะกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) เท่านั้น หลักการทำงานของเครื่องเหมือนกับหม้อแปลงไฟฟ้า โดยนำกระแสที่มีแรงดันสูงป้อนเข้าขดลวดปฐมภูมิ (Primary) และจ่ายออกทางขดลวดทุติยภูมิ (Secondary) เป็นไฟแรงดันต่ำ กระแสสูง เพื่อให้เหมาะแก่การเชื่อมโลหะ

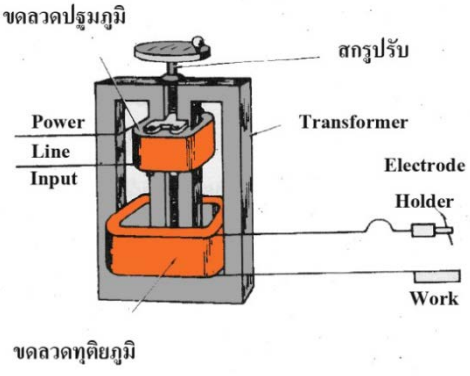
สำหรับการปรับกระแสเชื่อมของเครื่องเชื่อมชนิดนี้ กระทำได้หลายวิธีด้วยกัน ได้แก่

ก) ต่อแยกออกมาจากขดลวดทุติยภูมิ เป็นวิธีการปรับกระแสเชื่อมแบบง่ายโดยมีสายต่อออกมาเป็นเต้าเสียบสำหรับสายเชื่อมและสายดิน เครื่องเชื่อมแบบนี้ไม่สามารถปรับกระแสเชื่อมแบบต่อเนื่องได้ แต่จะให้กระแสออกมาเป็นช่วง เช่น 40, 60, 80 แอมแปร์ เป็นต้น และเครื่องเชื่อมบางเครื่องจะไม่มีเต้าเสียบไฟสำหรับเลือกกระแสเชื่อมไว้ด้านหน้าเครื่อง แต่จะใช้สวิตช์สำหรับปรับกระแสไว้ด้านในของเครื่อง

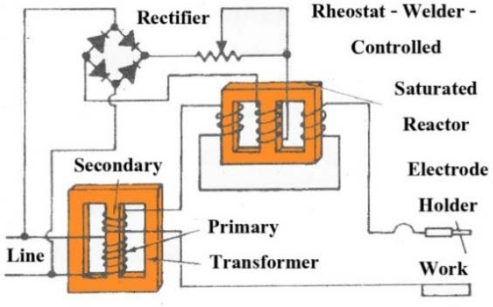
ข) ควบคุมด้วยวิธีกล(Mechanical Control)การควบคุมกระแสเชื่อมด้วยวิธีกลเป็นวิธีที่สามารถปรับกระแสเชื่อมได้อย่างต่อเนื่องการปรับนั้นกระทำได้ทั้งแบบเคลื่อนแกนของหม้อแปลง หรือเคลื่อนขดลวดภายในหม้อแปลงก็ได้

รูปที่ 2.34 เครื่องเชื่อมกระแสสลับแบบหม้อแปลง

ค) ควบคุมด้วยไฟฟ้า (Electrical Control) การควบคุมกระแสเชื่อมด้วยวงจรไฟฟ้าวงจรไฟฟ้านี้เป็นวิธีที่ทันสมัยโดยต่อวงจรไฟฟ้าควบคุมเข้ากับหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งวงจรนี้จะควบคุมกระแสที่ทางออก การปรับกระแสกระทำได้โดยการหมุนปุ่มขนาดเล็กที่หน้าปัดของเครื่องเชื่อมและสามารถปรับกระแสได้อย่างต่อเนื่องจากต่ำสุดถึงสูงสุด



รูปที่ 2.35 การปรับกระแสเชื่อมด้วยวิธีกล



รูปที่ 2.36 การปรับกระแสเชื่อมด้วยไฟฟ้า

ส่วนข้อดีของเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง คือมีราคาถูก ต้องการเนื้อที่ติดตั้งน้อยเครื่องไม่มีเสียงดังในขณะเชื่อม และกระแสสลับไม่เกิดการหนีอาร์ก (Arc Blow)

รูปที่ 2.37 เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบเครื่องเรียงกระแส

รูปที่ 2.38 เครื่องเชื่อมแบบผสมหม้อแปลง–เครื่องเรียงกระแส

3. เครื่องเชื่อมแบบผสมหม้อแปลง – เครื่องเรียงกระแส (Transformer – Rectifier Welding Machines)

เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงจะผลิตเฉพาะกระแสสลับเท่านั้น ซึ่งให้ผลดีกับการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมบางชนิดเท่านั้น แต่ลวดเชื่อมอีกหลายชนิดจำเป็นต้องเชื่อมด้วยกระแสไฟตรงเท่านั้น เครื่องเชื่อมที่ผลิตกระแสไฟตรงนอกเหนือจากแบบเจนเนอร์เรเตอร์แล้วยังมีแบบหม้อแปลง – เครื่องเรียงกระแสอีก

เมื่อต้องการใช้ทั้งกระแสไฟตรงและกระแสไฟสลับ ก็สามารถทำได้โดยมีสวิตช์เลือก และยังสามารถเปลี่ยนเป็นขั้นตรงหรือกลับขั้วได้อีกด้วย เครื่องเชื่อมแบบนี้ยังต่อระบบความถี่สูงให้สามารถนำไปใช้กับการเชื่อมทิก (Tig) ได้

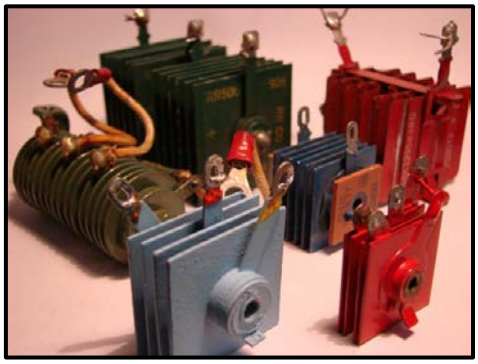
ข้อดีของเครื่องเชื่อมชนิดนี้มีดังนี้

- สามารถใช้เชื่อมได้ทั้งงานที่เป็นเหล็กและโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก
- สามารถใช้ได้กับไฟ 3 เฟส เพื่อเป็นการลดปัญหาของความไม่สมดุลในสายไฟ
- สมรรถนะสูงกว่าเครื่องเชื่อมไฟตรงแบบเจนเนอร์เรเตอร์
- ไม่มีเสียงดังขณะเชื่อม
- สามารถผลิตกระแสเชื่อมได้ทั้งชนิดกระแสตรงและกระแสสลับ

เครื่องเรียงกระแส (Rectifier) ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องเชื่อม ได้แก่ ไดโอด (Diode) ทำหน้าที่จำกัดให้อิเล็กตรอนไหลในทิศทางเดียวเท่านั้น คือจากแคโทดสู่แอโนด เครื่องเรียงกระแสที่ใช้กับเครื่องเชื่อมที่มีทั้งแบบSilicon Diode Rectifier และ Silenium Rectifier

รูปที่ 2.39 Silicon Diode Rectifier

ซิลิกอนไดโอดจะมีเกลียวขันติดแน่นกับแผ่นระบายความร้อน มีขนาดเล็กกะทัดรัด นิยมใช้มากในปัจจุบัน ส่วนซิลิกอนเป็นแผ่นเหล็กหรือแผ่นอะลูมิเนียมซ้อนกันอยู่เป็นชั้น



รูปที่ 2.40 Silenium Rectifier

4. เครื่องเชื่อมแบบเชื่อมครั้งละหลายคน (Multiple Operator System)

เครื่องเชื่อมชนิดนี้เป็นแบบทำงานหนัก (Heavy Duty) มีกระแสและแรงดันไฟฟ้าสูง โดยเครื่องเชื่อมจะจ่ายกระแสเชื่อมไปยังจุดต่างๆ ที่ต้องการเชื่อมพร้อมกันในเวลาเดียว และในแต่ละจุดที่ทำการเชื่อมนั้นสามารถปรับกระแสเชื่อมได้อย่างอิสระ กระแสที่จ่ายให้แต่ละจุดคล้ายกับกระแสที่ได้จากเครื่องเชื่อมธรรมดาเป็นแบบแรงดันคงที่ (Constant Voltage) ลักษณะ Curve ของเครื่องเชื่อมใกล้เรียบ จำนวนจุดเชื่อมที่แยกออกจะต้องสอดคล้องกับขนาดและประสิทธิภาพของเครื่อง ซึ่งมีสูตรคำนวณหาดังนี้ Duty Cycle

$$\text{จำนวนจุดเชื่อม} = \frac{\text{ขนาดกระแสของเครื่อง}}{\text{ขนาดกระแสเฉลี่ยเชื่อมแต่ละจุด} \times \text{Duty Cycle}}$$

5. เครื่องเชื่อมแบบอินเวอเตอร์ (Inverter Power Source)

เครื่องเชื่อมอินเวอเตอร์ มีน้ำหนักเบาเหมาะสำหรับการเคลื่อนย้ายบ่อยๆให้ประสิทธิภาพของพลังงานสูง เนื่องจากมีการสูญเสียพลังงานน้อยมาก และให้อาร์กเสมอ

หลักการของเครื่องเชื่อมอินเวอเตอร์ คือ แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง แล้วเปลี่ยนความถี่จาก 50 เฮิรตซ์ ให้อยู่ระหว่าง 2-20 กิโลเฮิรตซ์ เป็นกระแสสลับเมื่อกระแสสลับที่มีความถี่สูงผ่านหม้อแปลงแล้ว ต่อไปจึงเรียงกระแสให้เป็นกระแสตรงและทำให้เรียบด้วยเครื่องเชื่อมอินเวอเตอร์มีทั้งชนิดไฟ DC และชนิดไฟ AC / DC

รูปที่ 2.41 เครื่องเชื่อมอินเวอเตอร์

3.1.3 วัฏจักรทำงาน (Duty Cycle)

Duty Cycle เป็นตัวบอกถึงความสามารถของเครื่องเชื่อมที่กำหนดด้วยเวลาเชื่อมกับเวลาทั้งหมด โดยกำหนดเวลาทั้งหมดไว้เป็นมาตรฐาน 10 นาที

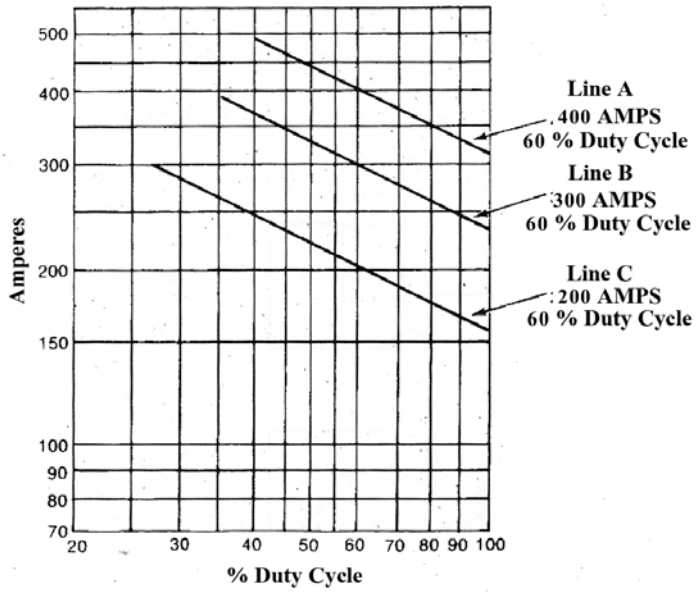
ตัวอย่าง เครื่องเชื่อมขนาด 200 แอมแปร์ที่ 60% Duty Cycle หมายถึง เครื่องเชื่อมนี้สามารถเชื่อมแบบต่อเนื่องได้ 6 นาที และหยุดพัก 4 นาที โดยใช้กระแสเชื่อมสูงสุดที่กำหนดไว้ 200 แอมแปร์

เครื่องเชื่อมที่ใช้กับลวดเชื่อมมีฟลักซ์ โดยทั่วไปแล้วจะใช้ Duty Cycle ประมาณ 60% แต่สำหรับเครื่องเชื่อมแบบอัตโนมัติ จะใช้ Duty Cycle 100%

การกำหนดค่าความสามารถของเครื่องเชื่อมนี้ เป็นการป้องกันมิให้ช่างเชื่อมใช้เครื่องเชื่อมหนักเกินไป ซึ่งอาจจะทำให้เครื่องเชื่อมเสียหายได้ง่าย

รูปที่ 2.42 เป็นชาร์ทสำหรับเปรียบเทียบความสามารถของเครื่องเชื่อมขนาดต่าง ๆ ซึ่งการเปรียบเทียบนั้นควรใช้เป็นเครื่องเชื่อมที่มี Duty Cycle เท่านั้น (60%)

ตัวอย่าง Line A เครื่องเชื่อมขนาด 400 แอมแปร์ มี Duty Cycle 60% แต่ถ้าต้องการใช้กระแสเชื่อมเพียง 350 แอมแปร์ จะมี Duty Cycle เพิ่มขึ้นเป็น 80%



รูปที่ 2.42 ชาร์ทแสดงการหาความสามารถของลวดเชื่อม

การหาเปอร์เซ็นต์ของ Duty Cycle สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\%\ \text{Duty Cycle} = \frac{(\text{กระแสที่กำหนดไว้})^2}{(\text{กระแสที่ต้องใช้})^2} \times (\text{Duty Cycle ที่กำหนดให้})$$

ตัวอย่าง เครื่องเชื่อมที่มี Duty Cycle ที่กำหนดไว้ 60% ที่กระแส 300 แอมแปร์
จงคำนวณหา % Duty Cycle ของเครื่องเชื่อมที่จะต้องใช้กระแสเชื่อม 350 แอมแปร์

$$\%\ \text{Duty Cycle} = \frac{(300)^2}{(350)^2} \times 60 = 44\%$$

ดังนั้น เครื่องเชื่อมเมื่อใช้กระแสเชื่อม 350 แอมแปร์ มี Duty Cycle = 44%

3.1.4 การเลือกเครื่องเชื่อม (Selecting a Power Source)

การเลือกเครื่องเชื่อมมีหลักการพิจารณาดังนี้

1) ขนาดกระแสเชื่อมที่ต้องการ
2) ชนิดของกระแสไฟที่สามารถจัดหาได้ในสถานที่ตั้ง
3) องค์ประกอบเกี่ยวกับความสะดวกสบายและความประหยัด

ขนาดของเครื่องเชื่อมขึ้นอยู่กับกระแสเชื่อม และ Duty Cycle ที่ต้องการขนาดกระแสเชื่อม Duty Cycle และแรงดันไฟฟ้า ให้พิจารณาจากชนิดรอยต่อขนาดรอยเชื่อมและกรรมวิธีการเชื่อมสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือ ผู้แทนจำหน่ายเครื่องเชื่อมนั้นๆ จะต้องมีความมั่นคงและเชื่อถือได้ สามารถให้คำแนะนำและพร้อมที่จะบริการทั้งอะไหล่และการซ่อมบำรุงให้ได้

ข้อมูลที่จะต้องรู้ในการพิจารณาเลือกเครื่องเชื่อม ได้แก่

1) ขนาดกระแสเชื่อม

2) Duty Cycle

3) แรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องเชื่อม

4) ความถี่ของไฟฟ้าป้อนเข้าเครื่องเชื่อม

5) จำนวนเฟสไฟฟ้าป้อนเข้าเครื่องเชื่อม

3.2 หัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder)

ใช้จับลวดเชื่อมและเป็นมือถือขณะทำการเชื่อม พร้อมทั้งเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากสายเชื่อมผ่านไปสู่ลวดเชื่อมอีกด้วย หัวจับลวดเชื่อมมีหลายแบบหลายขนาด ภายในทำด้วยทองแดงมีปากจับที่สามารถจับลวดได้อย่างมั่นคง และยังสามารถกำหนดมุมจับของลวดเชื่อมได้ตามต้องการ ส่วนภายนอกที่เป็นมือจับหุ้มไว้ด้วยวัสดุฉนวนกั้นไฟฟ้าและความร้อนเพื่อป้องกันไฟฟ้าและความร้อนขณะเชื่อม

หัวจับลวดเชื่อมมีอยู่หลายชนิด ในแต่ละชนิดออกแบบมาเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ เช่น แบบปากคีบ

รูปที่ 2.43 ลักษณะหัวจับลวดเชื่อม

3.3 สายเชื่อม (Cable) มีหน้าที่นำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากเครื่องเชื่อมไปสู่บริเวณอาร์กและสายเชื่อมที่ใช้ในวงจรนั้นมีอยู่ 2 สาย คือ สายดินและสายเชื่อม ปลายของสายดินจะต่อเข้ากับที่จับชิ้นงานเชื่อม ส่วนสายเชื่อมจะต่อไว้กับหัวจับลวดเชื่อม สายเชื่อมทำด้วยลวดทองแดงที่มีขนาดเล็กพันรวมกันตามขนาดความโตของสายไฟ ซึ่งจะทำให้สายไฟฟ้าที่ได้สามารถโค้งงอตัวได้สะดวก แล้วจึงใช้เส้นใยพันทับเพื่อรักษารูปทรงของสายไฟจากนั้นใช้ยางซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้าหุ้มทับไว้ชั้นนอก

รูปที่ 2.44 ลักษณะสายเชื่อม

สายไฟเชื่อมต้องเลือกให้เหมาะกับกระแสไฟเชื่อม รวมทั้งความยาวของสายต้องให้พอดีกับการใช้งานด้วย ถ้าสายไฟเล็กหรือยาวเกินไปก็จะทำให้แรงเคลื่อนตก (Voltage Drop) และยังทำให้เกิดความร้อนขึ้นในสายอาจจะทำให้อายุการใช้งานสั้นลง กระแสไฟเชื่อมยิ่งสูงขนาดความโตของสายเชื่อมจะโตตามด้วย และเช่นเดียวกันถ้าความยาวของสายเชื่อมเพิ่มขึ้นความโตของสายเชื่อมจะโตตามด้วย

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดของสายเชื่อม AWS หน่วยเมตริก

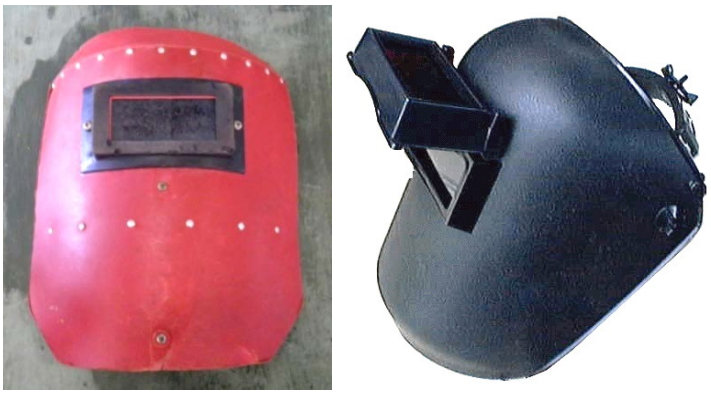
สายไฟเชื่อม (No.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ความยาวของสายไฟเชื่อมทนต่อกระแสไฟแอมแปร์		
		15.24 ม.	15.24 – 30.48 ม.	30.48 – 76.20 ม.
4/0	21.818	600	600	400
3/0	21.006	500	400	300
2/0	19.152	400	350	300
1/0	18.288	300	300	200
1	16.358	250	200	175
2	15.342	200	195	150
3	14.198	150	150	100
4	13.487	125	100	75

ที่มา : ประมุข แย้มบุญชู.2546,หน้า 107

3.4 อุปกรณ์ยึดสายดิน (Ground clamp) เป็นอุปกรณ์ที่ต่ออยู่ปลายสายดินมีหน้าที่ยึดชิ้นงานให้ต่อเข้ากับวงจรเครื่องเชื่อม ซึ่งทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้า เช่น ทองแดง เป็นต้น โดยทั่วไปอุปกรณ์ยึดสายดินจะประกอบด้วยสปริงเพื่อจับยึดชิ้นงานให้แน่น เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลได้สะดวก เพราะถ้าจับยึดไม่แน่นจะทำให้เกิดความต้านทาน และเกิดความร้อนหรือเกิดการอาร์กขึ้น นอกจากใช้สปริงยึดให้แน่นแล้วบางชนิดจะใช้เกลียวขันให้ติดกับชิ้นงานหรือโต๊ะงาน

รูปที่ 2.45 ลักษณะที่ยึดสายดิน

3.5 หน้ากากเชื่อม (Welding Helmets) โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบมือถือกับแบบสวมหัว หน้ากากเชื่อมมีหน้าที่ป้องกันหน้าและศีรษะของช่างเชื่อมจากสะเก็ดโลหะประกายไฟขณะเชื่อม และป้องกันตาจากรังสีอัลตราไวโอเลตและรังสีอินฟาเรด โครงสร้างของหน้ากากเชื่อมทำจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและทนความร้อนสูง



รูปที่ 2.46 ลักษณะหน้ากากเชื่อม

3.6 กระจกกรองแสงมีหน้าที่ลดความเข้มของแสง และช่วยกรองรังสีอินฟาเรดและรังสีอัลตราไวโอเลตการใช้กระจกกรองแสงที่ถูกวิธี เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดโลหะร้อนกระเด็นมาติดทำให้กระจกกรองแสงชำรุด และมองเห็นบ่อหลอมเหลวไม่ชัดเจน ทำให้ต้องเปลี่ยนบ่อยๆ เพื่อเป็นการประหยัดป้องกันกระจกกรองแสงเสียหาย ควรนำกระจกใสราคาถูกวางอยู่ด้านนอก

รูปที่ 2.47 ลักษณะกระจกป้องกันแสง และการใช้กระจกกรองแสง

ตารางที่ 2.2 แสดงความเข้มของกระจกจะบอกเป็นนัมเบอร์ตามมาตรฐานของ AWS

เบอร์กระจกกรองแสง	ลักษณะงานเชื่อม / กระแสไฟ
5	สำหรับงานเชื่อมจุด
6-7	สำหรับงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อม ใช้กระแสไฟไม่เกิน 30 แอมแปร์
8	สำหรับงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อม ใช้กระแสไฟระหว่าง 30-75 แอมแปร์
10	สำหรับงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อม ใช้กระแสไฟระหว่าง 75-200 แอมแปร์
12	สำหรับงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อม ใช้กระแสไฟระหว่าง 200-400 แอมแปร์
14	สำหรับงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อม ใช้กระแสไฟตั้งแต่ 400 แอมแปร์ขึ้นไป

ที่มา : นริศ ศรีเมฆและพิชัย โอภาสอนันต์.2553,หน้า 167

3.7 ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer) ใช้สำหรับเคาะสแลกที่อยู่บนแนวเชื่อมเมื่อเสร็จงาน หรือเมื่อต้องการเชื่อมทับแนวเดิม ค้อนเคาะสแลกทำด้วยเหล็ก ปลายด้านหนึ่งแบนคล้ายสกัด และปลายอีกด้านหนึ่งแหลมเพื่อใช้เคาะสแลกที่ฝังอยู่บนแนวเชื่อมออก

รูปที่ 2.48 ลักษณะค้อนเคาะสแลก

3.8 แปรงลวด (Wire Brush) แปรงลวดเป็นแปรงด้ามไม้ ขนแปรงทำด้วยเหล็กแข็งที่เป็นสปริงพอควร เมื่อใช้แปรงแล้วจะได้ไม่หักงอหรือเสียรูป แปรงลวดนี้ใช้ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนหรือหลังการเชื่อม เช่น ขัดสนิม, เศษของสแลกขนาดเล็กที่ตกค้างอยู่ เป็นต้น

รูปที่ 2.49 ลักษณะแปรงทำความสะอาด

3.9 คีมจับงานร้อน ใช้สำหรับคีบงานร้อนจากการเชื่อม เพราะชิ้นงานจะร้อนมากไม่สามารถจับด้วยมือได้ คีมจับงานร้อนจึงถูกออกแบบให้มีด้ามจับยาว เพื่อจับชิ้นงานได้มั่นคง ไม่ตกลงพื้นก่อนนำไปจุ่มน้ำแล้วขัดทำความสะอาด

รูปที่ 2.50 ลักษณะคีมจับงานร้อน

3.10 เสื้อหนังหรือเอี๊ยมหนัง ทำจากวัสดุทนไฟใช้ป้องกันสะเก็ดไฟเชื่อม ความร้อนจากการอาร์กและป้องกันผิวหนังลำตัวจากรังสีอัลตราไวโอเลต

รูปที่ 2.51 ลักษณะเสื้อหนังหรือเสื้อเอี๊ยมหนัง

3.11 ถุงมือหนังทำจากวัสดุทนไฟ ใช้ป้องกันสะเก็ดเชื่อม และความร้อนจากรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งเป็นอันตรายต่อผิวหนังบริเวณมือทั้งสองข้าง

รูปที่ 2.52 ลักษณะถุงมือหนัง

3.12 ปลอกแขนหนัง ทำจากวัสดุทนไฟ ป้องกันรังสีอันตราไวโอเลตและรังสีอินฟาเรดที่จะทำให้บริเวณส่วนแขนไหม้ได้

รูปที่ 2.53 ลักษณะปลอกแขนหนัง

3.13 รองเท้านิรภัยเป็นรองเท้าที่ผลิตขึ้นเป็นพิเศษ เพื่อป้องกันอันตรายจากการตกใส่ของชิ้นงานหรือวัสดุมีคมต่าง ๆ เนื่องจากหัวรองเท้าเสริมเหล็กเพื่อป้องกันอันตราย

รูปที่ 2.54 ลักษณะรองเท้านิรภัย

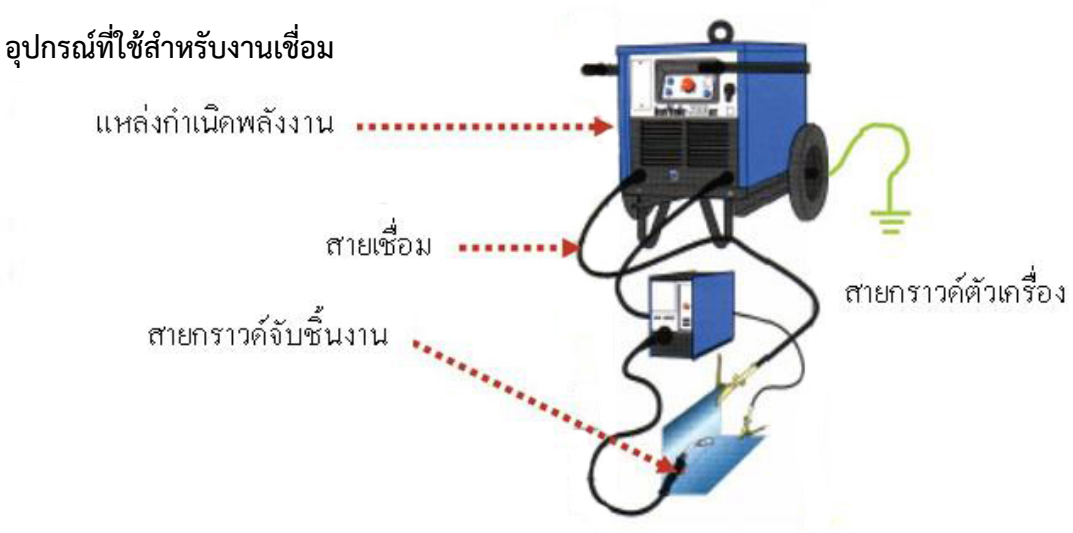
3.14 หมวกนิรภัยทำจากไฟเบอร์หรือพลาสติกแข็งหรือวัสดุอย่างอื่นที่ทึบแสง และไม่ติดไฟใช้ป้องกันศีรษะและยังสามารถติดกระบังหน้าเข้าไปเพื่อป้องกันวัสดุที่หลุดกระเด็นมากระทบใบหน้าได้อีกด้วย

การใช้หมวกนิรภัยมีหลักการที่ควรรู้ 6 ข้อ คือ

1) เลือกชนิดของหมวกให้เหมาะสมกับลักษณะงาน
2) ตรวจสอบสภาพหมวกก่อนใช้งานทุกครั้ง หากส่วนใดชำรุดให้เปลี่ยนใหม่ทันที
3) ปรับหมวกให้กระชับพอดี และอย่าให้ผิวหมวกด้านบนแตะกับที่รองหมวก
4) สวมหมวกตรงๆให้เต็มศีรษะอย่าให้เอียงไปด้านใดด้านหนึ่งเป็นอันขาด
5) หลังใช้งานต้องเก็บรักษาให้ดีและทำความสะอาดเป็นประจำ
6) สวมหมวกตลอดเวลาในขณะปฏิบัติงาน

รูปที่ 2.55 ลักษณะหมวกนิรภัย

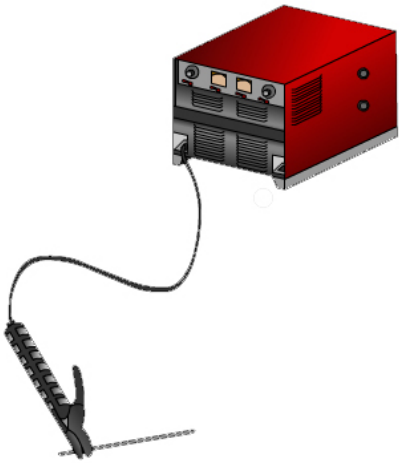
4. การติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า



รูปที่ 2.56 การติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า

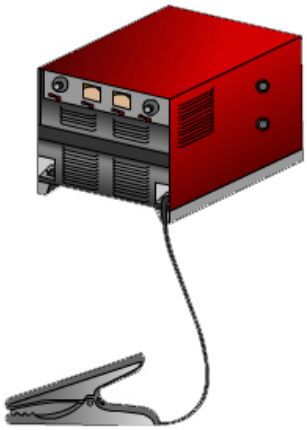
โดยปกติช่างเชื่อมจะเป็นผู้ติดตั้งให้เหมาะสมกับงานเชื่อม ซึ่งประกอบด้วยการต่อที่สำคัญในทุก ๆ วงจรเชื่อม 3 ส่วน คือ

1) สายเชื่อม สำหรับให้กระแสเชื่อมไหลผ่านจากเครื่องเชื่อมไปยังหัวจับลวดเชื่อม



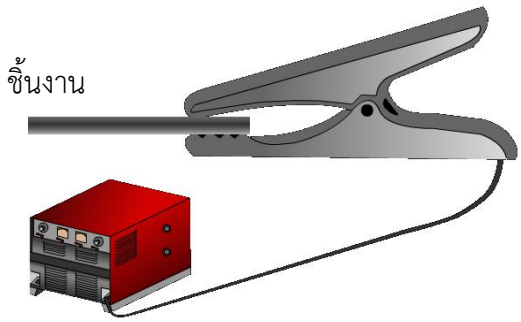
รูปที่ 2.57 ลักษณะสายเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องเชื่อม

2) สายดินเชื่อม เป็นสายไฟต่อระหว่างชิ้นงานเชื่อมกับเครื่องเชื่อม เพื่อให้กระแสเชื่อมไหลครบวงจร



รูปที่ 2.58 ลักษณะสายดินต่อเข้ากับเครื่องเชื่อม

3) สายกราวด์ลงดินเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องต่อสายกราวด์ลงดินจากโลหะงาน โลหะตัวนำอื่น ๆ และโครงสร้างโลหะ



รูปที่ 2.59 แสดงลักษณะการจับชิ้นงาน

วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1005	ใบงานที่ 10 เรื่อง งานประกอบและติดตั้ง เครื่องมืออุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า	สัปดาห์ที่ 8 จำนวน 2 ชั่วโมง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่องนี้แล้วสามารถ

1. เตรียมเครื่องมือ – อุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง
2. ประกอบสายเชื่อมเข้ากับหัวเชื่อมได้ถูกต้อง
3. ประกอบสายดินเข้ากับหัวจับสายดินได้ถูกต้อง
4. ประกอบสายดินและสายเชื่อมเข้ากับเครื่องเชื่อมได้ถูกต้อง
5. ยึดสายดินติดกับโต๊ะเชื่อมได้ถูกต้อง
6. เปิดเครื่องเชื่อมได้ถูกต้อง
7. ทดสอบกระแสไฟได้ถูกต้อง
8. ปิดเครื่องเชื่อมได้ถูกต้อง
9. เก็บสายเชื่อมและสายดินให้เรียบร้อยได้ถูกต้อง
10. ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1005	ใบงานที่ 10 เรื่อง งานประกอบและติดตั้ง เครื่องมืออุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า	สัปดาห์ที่ 8 จำนวน 2 ชั่วโมง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC/DC 250 Amp
2. หน้ากากเชื่อมชนิดมือถือและสวมหัว
3. ถุงมือหนัง
4. ชุดหนังกันความร้อน
5. คีมจับงานร้อน
6. แปรงลวด
7. ค้อนเคาะสแลก
8. หินเจียรไน Ø 4″
9. ตะไบแบน
10. ค้อนหัวกลม
11. สกัด

วัสดุ -

วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1005	ใบงานที่ 10 เรื่อง งานประกอบและติดตั้ง เครื่องมืออุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า	สัปดาห์ที่ 8 จำนวน 2 ชั่วโมง

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. ตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามรายการที่จัดเตรียมให้อยู่ในสภาพพร้อมสมบูรณ์ที่จะใช้งาน

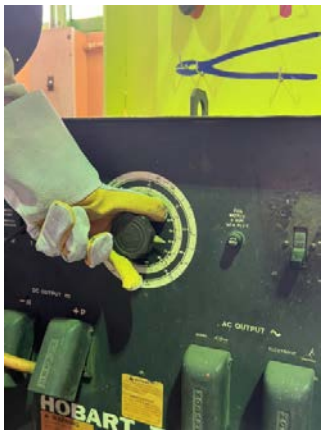
2. สวมใส่ชุดเชื่อมประกอบด้วย เสื้อหนัง ปลอกแขน ปลอกขา แผ่นปิดเท้า ถุงมือ และหน้ากากเชื่อม

วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1005	ใบงานที่ 10 เรื่อง งานประกอบและติดตั้ง เครื่องมืออุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า	สัปดาห์ที่ 8 จำนวน 2 ชั่วโมง

3. ประกอบสายเชื่อมและสายดินต่อกับขั้วบวกและลบที่เครื่องเชื่อม

4. ทดลอง เปิด - ปิด เครื่องเชื่อมว่ากระแสไฟปกติหรือไม่

5. ปรับกระแสไฟเชื่อมไปที่ 80 แอมแปร์



วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1005	ใบงานที่ 10 เรื่อง งานประกอบและติดตั้ง เครื่องมืออุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า	สัปดาห์ที่ 8 จำนวน 2 ชั่วโมง

6. เปิดเครื่องเชื่อม ต้องตรวจสอบหัวจับลวดเชื่อมไปสัมผัสกับชิ้นงานก่อนการเปิดเครื่อง
7. ปิดเครื่องเชื่อมหลังจากการปฏิบัติการติดตั้งและเปิดเครื่องเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ปิดสวิทซ์ที่เครื่องเชื่อม และม้วนสายเชื่อมและสายดินเข้าที่ให้เรียบร้อย เก็บอุปกรณ์ในการเชื่อม และทำความสะอาดบริเวณงานเชื่อม
8. ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานและอุปกรณ์ให้เรียบร้อย

วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1005	แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 10 งานประกอบและติดตั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า	สัปดาห์ที่ 8 เวลา2 ชั่วโมง

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน.....เลขที่.....

ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์คะแนน				รวม
		10	8	6	4	
1.	การเตรียมเครื่องมือ – อุปกรณ์					
2.	การประกอบสายเชื่อมเข้ากับหัวเชื่อม					
3.	การประกอบสายดินเข้ากับหัวจับสายดิน					
4.	ประกอบสายดินและสายเชื่อมเข้ากับเครื่องเชื่อม					
5.	ยึดสายดินติดกับโต๊ะเชื่อม					
6.	เปิดเครื่องเชื่อม					
7.	การทดสอบกระแสไฟ					
8.	ปิดเครื่องเชื่อม					
9.	เก็บสายเชื่อมและสายดินให้เรียบร้อย					
10.	ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน					
	รวมคะแนนเต็ม(ดิบ)	100 คะแนน				
	คะแนนเต็ม	20 คะแนน				

หมายเหตุ

1. เกณฑ์การประเมิน 10 = ดีมาก, 8 = ดี, 6 = พอใช้, 4 = ปรับปรุง
2. รวมคะแนนเต็ม (ดิบ) ทั้ง 10 ข้อ เป็น 100 คะแนน
3. นำค่าคะแนนเต็ม (ดิบ) 100 คะแนน หารด้วย 10 เพื่อทำคะแนนเต็มเป็น 20 คะแนน
   คะแนนต่ำกว่า 12 ต้องปรับปรุงซ่อมเสริม

วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1005	แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 10 งานประกอบและติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า	สัปดาห์ที่ 8 เวลา 2 ชั่วโมง

บันทึกผู้ประเมิน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

☐ ผ่านการประเมิน ☐ ไม่ผ่านการประเมิน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

แบบประเมินผลการเรียนรู้
เรื่อง หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

<u>คำสั่ง</u> จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

1. ผิวของชิ้นงานที่จะทำการเชื่อม ก่อนและหลังเชื่อมสามารถทำความสะอาดด้วยวิธีใด
   ก. น้ำยาทำความสะอาด
   ข. ใช้ลมเป่าไล่ที่ผิวชิ้นงาน
   ค. แปรงลวดขัดทำความสะอาด
   ง. ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาด
2. เมื่อต้องการปรับกระแสไฟเชื่อม ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะถูกต้องมากที่สุด
   ก. ปิดสวิตซ์เครื่องเชื่อมก่อน
   ข. ต้องปรับขณะเชื่อม
   ค. หยุดเชื่อมชั่วขณะ
   ง. ปลดสายดินออกจากชิ้นงานก่อน
3. เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบเรกติไฟเออร์แบ่งได้กี่ชนิด
   ก. 2 ชนิด
   ข. 3 ชนิด
   ค. 4 ชนิด
   ง. 5 ชนิด
4. เลนส์ที่ใช้ในการป้องกันแสงจากเชื่อมไฟฟ้าควรใช้เบอร์อะไร
   ก. 4
   ข. 6
   ค. 8
   ง. 10
5. หน้ากากเชื่อมชนิดใดที่มีคุณสมบัติพิเศษสามารถมองเห็นชิ้นงานและแนวเชื่อมโดยไม่ต้องเลื่อนหน้ากากเข้าออกขณะเชื่อมและหลังเชื่อม คือข้อใด
   ก. หน้ากากเชื่อมแบบมือถือ
   ข. หน้ากากเชื่อมแบบสวมหน้า
   ค. หน้ากากเชื่อมแบบปรับแสงอัตโนมัติ
   ง. หน้ากากเชื่อมแบบแว่นตา
6. ข้อใดคือ หลักการของเครื่องเชื่อมอินเวอร์เตอร์
   ก. แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ ให้เป็นกระแสตรง แล้วเปลี่ยนความถี่จาก 50 เฮิรตซ์ ให้อยู่ระหว่าง 2 - 20 กิโลเฮิรตซ์
   ข. แปลงไฟฟ้ากระแสตรง ให้เป็นกระแสสลับ แล้วเปลี่ยนความถี่จาก 50 เฮิรตซ์ ให้อยู่ระหว่าง 2 - 20 กิโลเฮิรตซ์
   ค. แปลงไฟฟ้ากระแสต่ำ ให้เป็นกระแสสูง แล้วเปลี่ยนความถี่จาก 50 เฮิรตซ์ ให้อยู่ระหว่าง 2 - 20 กิโลเฮิรตซ์
   ง. แปลงไฟฟ้ากระแสสูง ให้เป็นกระแสต่ำ แล้วเปลี่ยนความถี่จาก 50 เฮิรตซ์ ให้อยู่ระหว่าง 2 - 20 กิโลเฮิรตซ์

7. ข้อใด**ไม่ใช่**ข้อมูลในการพิจารณาเลือกเครื่องเชื่อม
   ก. Duty Cycle
   ข. ความถี่ของไฟฟ้าป้อนเข้าเครื่อง
   ค. น้ำหนักของเครื่องเชื่อม
   ง. ขนาดกระแสไฟเชื่อม
8. ข้อใดไม่เป็นอุปกรณ์นำกระแสจากเครื่องเชื่อมไปสู่การอาร์ก
   ก. หัวเชื่อม
   ข. ด้ามจับลวดเชื่อม
   ค. สายเชื่อม
   ง. สายดิน
9. ภายในของหัวจับลวดเชื่อมที่มีปากจับทำด้วยวัสดุชนิดใด
   ก. อะลูมิเนียม
   ข. ทองเหลือง
   ค. ดีบุก
   ง. ทองแดง
10. ข้อใด**ไม่ใช่**สาเหตุของการเกิดไฟฟ้าดูดขณะปฏิบัติงานเชื่อม
   ก. การสวมชุดป้องกันอันตราย
   ข. การปฏิบัติงานในบริเวณที่ชื้นแฉะ
   ค. ใช้เครื่องมือผิดประเภท
   ง. ความประมาท
11. ในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยการอาร์กจะเกิดควันซึ่งมีส่วนประกอบของอะไร
   ก. ออกไซด์เหล็ก
   ข. คาร์บอนมอนอกไซด์
   ค. ไนโตรเจน
   ง. ออกไซด์ทองแดง
12. นอกจากควันที่เกิดจากการเผาไหม้ของโลหะแล้วยังเกิดจากการเผาไหม้ของสิ่งใดมากที่สุด
   ก. แก๊สจากบรรยากาศ
   ข. แกนลวดเชื่อม
   ค. ฟลั๊กซ์หุ้มลวดเชื่อม
   ง. สารมลพิษต่างๆ
13. ถ้าต้องการทำความสะอาดแนวเชื่อม ควรปฏิบัติอย่างไร
   ก. สวมหน้ากากเชื่อมทุกครั้ง
   ข. สวมแว่นตานิรภัย
   ค. สวมชุดป้องกันความร้อน
   ง. สวมปลอกแขน

14. ความร้อนที่เกิดขึ้นที่ลวดเชื่อม 2 ใน 3 ส่วน และความร้อนเกิดที่ชิ้นงาน 1 ส่วน เป็นการต่อขั้วกระแสไฟอย่างไร

ก. DC

ข. DCEN

ค. AC

ง. DCEP

15. กระบวนการเชื่อมชนิดใดที่ลวดเชื่อมไม่หลอมเหลวไปพร้อมกับชิ้นงาน

ก. เชื่อมไฟฟ้า

ข. เชื่อมมิก

ค. เชื่อมทิก

ง. เชื่อมซับเมอร์ก

16. ผู้ที่ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์จะต้องคำนึงถึงข้อใดจึงจะปลอดภัย

ก. การใช้ชุดป้องกันส่วนบุคคล

ข. แสงและความร้อน

ค. การใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

ง. การล้อเล่นกันในขณะทำงาน

17. ในการเชื่อมไฟฟ้าในที่โล่งแจ้งมีคนผ่านมากมาย ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรจะทำอย่างไร

ก. ปรับกระแสไฟในการเชื่อมให้ลดลง

ข. ใช้ตัวผู้ปฏิบัติงานคอยบังคับแสงจากการอาร์ก

ค. ต้องใช้ฉากมากำบังบริเวณเชื่อม

ง. หาคนงานมาคอยบอกหรือเขียนป้ายห้ามเข้า

18. รังสีที่เกิดจากการเชื่อมไฟฟ้า คือข้อใด

ก. รังสีเอ็กซ์

ข. รังสีแกมมา

ค.รังสีอัลตราไวโอเลต

ง. รังสีอิเล็กตรอน

19. แสงจ้าและรังสีจากการเชื่อมจะเป็นอันตรายต่อสายตาอย่างไร

ก. ตาบอด

ข. ตาอักเสบ

ค. ตาเป็นลิ่มเลือด

ง. ตาเป็นต้อ

20. ประกายไฟหรือลูกไฟที่เกิดจากงานเชื่อมโลหะจะมีอุณหภูมิเท่าใด

ก. 800 - 1,000˚C

ข. 1,000 - 1,200˚C

ค. 1,200 - 1,600˚C

ง. 1,600 - 1,800˚C

21. ข้อใดเป็นตัวย่อของการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
    ก. SMAW
    ข. SAW
    ค. MMA
    ง. TIG
22. เครื่องเชื่อมชนิดใดที่ใช้เฉพาะกระแสสลับเท่านั้น
    ก. เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า
    ข. เครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์
    ค. เครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์
    ง. เครื่องเชื่อมแบบเรียงกระแส
23. เครื่องเชื่อมที่แบ่งตามลักษณะพื้นฐาน จะสามารถแบ่งเครื่องเชื่อมเป็น 2 ชนิด คือข้อใด
    ก. ชนิดแรงเคลื่อนคงที่ และชนิดกระแสคงที่
    ข. ชนิดกระแสคงที่ และชนิดแรงดันคงที่
    ค. ชนิดขับด้วยเครื่องยนต์ และชนิดขับด้วยไฟฟ้า
    ง. ชนิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และชนิดหม้อแปลงไฟฟ้า
24. ชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องเรียงกระแสที่ทำหน้าที่จำกัดให้อิเล็กตรอนไหลไปในทิศทางเดียวกัน คือข้อใด
    ก. คาร์ปาร์ซิสเตอร์
    ข. เซอร์กิตโวลท์เตจ
    ค. โพลาริตี้
    ง. ไดโอด
25. เครื่องเชื่อมที่มี Duty Cycle 60% ที่ 200 แอมแปร์ หมายความว่าอย่างไร
    ก. เครื่องเชื่อมนี้สามารถเชื่อมแบบต่อเนื่องได้ 40 นาที และหยุดพัก 60 นาที โดยใช้กระแสเชื่อมสูงสุดที่กำหนดไว้ 200 แอมแปร์
    ข. เครื่องเชื่อมนี้สามารถเชื่อมแบบต่อเนื่องได้ 60 นาที และหยุดพัก 40 นาที โดยใช้กระแสเชื่อมสูงสุดที่กำหนดไว้ 200 แอมแปร์
    ค. เครื่องเชื่อมนี้สามารถเชื่อมแบบต่อเนื่องได้ 6 นาที และหยุดพัก 4 นาที โดยใช้กระแสเชื่อมสูงสุดที่กำหนดไว้ 200 แอมแปร์
    ง. เครื่องเชื่อมนี้สามารถเชื่อมแบบต่อเนื่องได้ 4 นาที และหยุดพัก 6 นาที โดยใช้กระแสเชื่อมสูงสุดที่กำหนดไว้ 200 แอมแปร์

เฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้
เรื่อง หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ค	14	ง
2	ข	15	ค
3	ก	16	ข
4	ง	17	ค
5	ค	18	ค
6	ก	19	ง
7	ค	20	ค
8	ข	21	ก
9	ง	22	ก
10	ก	23	ข
11	ก	24	ง
12	ค	25	ค
13	ข		