

งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

(Basic Welding and Sheet Metal Work)



ณรงค์ มากชม

พนมยงค์ อุประสิทธิ์วงศ์

95.-

งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (Basic Welding and Sheet Metal Work)

กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐาน

เรียบเรียงโดย

ณรงค์ มากชม

พนมยงค์ อุประสิทธิ์วงศ์

ผู้ตรวจสอบ

ผศ.ดร. ยุรนนท์ หาญล้ายวง

ISBN 978-616-495-279-9

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2567

จำนวนที่พิมพ์ 5,000 เล่ม

จัดพิมพ์และจัดจำหน่าย โดย...



วังอักษร

บริษัท วังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-5 โทรสาร 0-2891-0742 Mobile 08-8585-1521

e-mail : wangaksorn9@gmail.com

Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

www.wangaksorn.com

Line ID : wangaksorn



สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2565

โดยบริษัท วังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้
ไปทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ
นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางบริษัทฯ เท่านั้น
ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้

เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย
โดยบริษัท วังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด



แถมฟรี e-book

แต่ละบทเรียน

ในรูปแบบ QR Code

ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้ วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

ครั้งที่	รายการ		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ท	ป	รวม
1	บทเรียนที่ 1 หลักการเชื่อมและตัดโลหะ	-	4	-	4
2	บทเรียนที่ 2 แก๊สและอุปกรณ์สำหรับงานเชื่อม	ใบกิจกรรมที่ 2.1 การติดตั้งเครื่องมือ และอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส	1	3	4
3 - 4	บทเรียนที่ 3 การเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส	ใบงานที่ 3.1 การปรับเปลวไฟ ใบงานที่ 3.2 การควบคุม บ่อหลอมละลาย	2	6	8
5	บทเรียนที่ 4 การเชื่อมโลหะและการตัด แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส	ใบงานที่ 4.1 การเชื่อมเดินแนว เติมลวดเชื่อม	1	3	4
6 - 7	บทเรียนที่ 5 การเชื่อมรอยต่อชิ้นงานโลหะด้วยแก๊ส	ใบงานที่ 5.1 การเชื่อมเดินแนวทำตั้ง ใบงานที่ 5.2 การเชื่อมต่อชนทำราบ ใบงานที่ 5.3 การเชื่อมต่อตัวที่ทำราบ	2	6	8
8 - 9	บทเรียนที่ 6 การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า	ใบงานที่ 6.1 การเริ่มต้นอาร์ก และเดินแนวเชื่อมช่วงสั้น ใบงานที่ 6.2 การต่อแนวเชื่อม	2	6	8

ครั้งที่	รายการ		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ท	ป	รวม
10 - 13	บทเรียนที่ 7 การเดินแนวเชื่อม และรอยต่อในงานเชื่อมไฟฟ้า	ใบงานที่ 7.1 การเชื่อมพอกทับแนวเดิม ใบงานที่ 7.2 การเชื่อมเดินแนว ใบงานที่ 7.3 การเชื่อมเดินแนวทำตั้ง เชื่อมขึ้น ใบงานที่ 7.4 การเชื่อมต่อชนทำราบ ใบงานที่ 7.5 การเชื่อมต่อเกลย ทำขนานนอน ใบงานที่ 7.6 การเชื่อมต่อตัวที่ทำตั้ง เชื่อมขึ้น	2	14	16
14	บทเรียนที่ 8 การเล่นประสาน	-	2	-	2
14	บทเรียนที่ 9 งานโลหะแผ่นขึ้นพื้นฐาน	-	2	-	2
15	บทเรียนที่ 10 หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่	-	4	-	4
16 - 17	บทเรียนที่ 11 การประกอบขึ้นรูปโลหะแผ่น	ใบงานที่ 11.1 การตัดตรงด้วยกรรไกร ใบงานที่ 11.2 การตัดโค้งด้วยกรรไกร ใบงานที่ 11.3 การขึ้นรูปงานโลหะแผ่น ทรงเหลี่ยม	2	6	8
18	ประเมินผลลัพท์การเรียนรู้ระดับรายวิชา		1	3	4
รวม			25	47	72





บริษัท วังอักษร จำกัด ได้จัดทำหนังสือวิชา **งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (Basic Welding and Sheet Metal Work)** เพื่อใช้บูรณาการและประกอบการเรียนการสอน ตามหลักสูตรอาชีวศึกษา (สอศ.) หลักสูตรส่งเสริมการเรียนรู้ (สกร.) หลักสูตรอุดมศึกษา ผู้สนใจในการพัฒนาการเรียนรู้และทักษะ หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาสาระ ใบบาง แบบฝึกหัด แบบทดสอบคู่ขนาน มีจุดประสงค์ในการยกระดับผู้เรียนให้เรียนทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างทักษะ ประสบการณ์ และการประยุกต์ใช้ได้จริง โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และกิจนิสัยในการทำงาน เพื่อสร้างสมรรถนะตามความต้องการของสถานประกอบการ เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น **11 บทเรียน** คือ **บทเรียนที่ 1 หลักการเชื่อมและตัดโลหะ** **บทเรียนที่ 2 แก๊สและอุปกรณ์สำหรับงานเชื่อม** **บทเรียนที่ 3 การเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส** **บทเรียนที่ 4 การเชื่อมโลหะและการตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส** **บทเรียนที่ 5 การเชื่อมรอยต่อชิ้นงานโลหะด้วยวิธีการเชื่อมแก๊ส** **บทเรียนที่ 6 การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า** **บทเรียนที่ 7 การเดินแนวเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อมไฟฟ้า** **บทเรียนที่ 8 การแล่นประสาน** **บทเรียนที่ 9 งานโลหะแผ่นขึ้นพื้นฐาน** **บทเรียนที่ 10 หลักการเขียนแบบแผ่นคลี** และ **บทเรียนที่ 11 การประกอบขึ้นรูปโลหะแผ่น**

หนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาที่ทันสมัยตามแผนการพัฒนาศึกษาด้านวิชาชีพ โดยสอดคล้องกับ ยุทธศาสตร์ชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้และสมรรถนะตามมาตรฐาน อาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรม วัสดุเหล็กกล้า ระดับ 2 มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน อาชีพช่างอุตสาหกรรม สาขาช่างเชื่อมแก๊ส มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน อาชีพช่างเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผ่น

ณรงค์ มากชม
พนมยงค์ อยู่ประสิทธิ์วงศ์



บทเรียนที่ 1 หลักการเชื่อมและตัดโลหะ

1

1.1 วิธีการเชื่อมและการตัดโลหะ	2
1.2 กรรมวิธีการเชื่อม	5
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1	12



บทเรียนที่ 2 แก๊สและอุปกรณ์สำหรับงานเชื่อม

14

2.1 แก๊สสำหรับงานเชื่อม	15
2.2 การผลิตแก๊สอะเซทิลีน	18
2.3 การประกอบ ติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส	19
ใบกิจกรรมที่ 2.1 การติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส	21
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2	22



บทเรียนที่ 3 การเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส

24

3.1 การเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส	25
3.2 อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมแก๊ส	25
3.3 ลวดเชื่อมแก๊สและฟลักซ์	28
3.4 เปลวไฟในการเชื่อมแก๊ส	29
3.5 ทิศทางการเชื่อม	30
3.6 รูปแบบของรอยต่อ	31
3.7 ทำเชื่อม	32
3.8 ความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊ส	33
ใบงานที่ 3.1 การปรับเปลี่ยนไฟ	35
ใบงานที่ 3.2 การควบคุมบ่อหลอมละลาย	37
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3	39



บทเรียนที่ 4 การเชื่อมโลหะและการตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส

41

4.1 การปรับระดับมุมของหัวเชื่อมแก๊ส	42
4.2 การเชื่อมเดินแนวเดิมลวดเชื่อม	43
4.3 มุมของหัวเชื่อมและลวดเชื่อม	43
4.4 การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส	44
ใบงานที่ 4.1 การเชื่อมเดินแนวเดิมลวดเชื่อม	49
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 4	51



บทเรียนที่ 5 การเชื่อมรอยต่อชิ้นงานโลหะด้วยแก๊ส

53

5.1 การเชื่อมยึดชิ้นงานต่อชนด้วยท่าราบ	54
5.2 การเชื่อมยึดชิ้นงานละลายขอบด้วยท่าราบ	55
5.3 การเชื่อมต่อมุมฉากด้วยท่าราบ	56
5.4 การเชื่อมต่อตัวทีด้วยท่าราบ	57
ใบงานที่ 5.1 การเชื่อมเดินแนวท่าตั้ง	60
ใบงานที่ 5.2 การเชื่อมต่อชนท่าราบ	62
ใบงานที่ 5.3 การเชื่อมต่อตัวทีท่าราบ	64
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5	66



บทเรียนที่ 6 การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า

68

6.1 การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า	69
6.2 อุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า	70
6.3 ลวดเชื่อมไฟฟ้า	74
6.4 เทคนิคการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า	75
6.5 ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้า	76
ใบงานที่ 6.1 การเริ่มต้นอาร์กและเดินแนวเชื่อมช่วงสั้น	79
ใบงานที่ 6.2 การต่อแนวเชื่อม	81
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6	83



บทเรียนที่ 7 การเดินแนวเชื่อม และรอยต่อในงานเชื่อมไฟฟ้า

85

7.1 การเชื่อมเดินแนวท่าราบ	86
7.2 การเดินแนวเชื่อม และการต่อเส้นแนวเชื่อม	87
7.3 การปรับมุมลวดเชื่อม และการเดินแนวเชื่อมพอกผิว	88
7.4 รอยต่อในงานเชื่อมไฟฟ้า	89
ใบงานที่ 7.1 การเชื่อมพอกทับแนวเดิม	95
ใบงานที่ 7.2 การเชื่อมเดินแนว	97
ใบงานที่ 7.3 การเชื่อมเดินแนวท่าตั้งเชื่อมขึ้น	99
ใบงานที่ 7.4 การเชื่อมต่อชนท่าราบ	101
ใบงานที่ 7.5 การเชื่อมต่อเกยท่าขนานนอน	103
ใบงานที่ 7.6 การเชื่อมต่อตัวทีท่าตั้งเชื่อมขึ้น	105
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7	107



บทเรียนที่ 8 การเล่นประสาน

109

8.1 กระบวนการการเล่นประสาน	110
8.2 ปัจจัยสำคัญในกระบวนการเล่นประสาน	114
8.3 ข้อดี ข้อเสียของการเล่นประสาน	116
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 8	117



บทเรียนที่ 9 งานโลหะแผ่นขั้นพื้นฐาน

119

9.1 ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น	120
9.2 โลหะแผ่นในงานอุตสาหกรรม	121
9.3 เครื่องมือวัดในงานโลหะแผ่น	125
9.4 เครื่องมือร่างแบบ	126
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 9	128



บทเรียนที่ 10 หลักการเขียนแบบแผ่นคลี

130

10.1 การเขียนแบบแผ่นคลีอย่างง่าย	131
10.2 การเขียนแบบแผ่นคลีวิธีเส้นขนาน	131
10.3 การเขียนแบบแผ่นคลีวิธีเส้นรัศมี	133
10.4 การเขียนแบบแผ่นคลีวิธีเส้นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	135
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 10	139



บทเรียนที่ 11 การประกอบขึ้นรูปโลหะแผ่น

141

11.1 การตัดโลหะแผ่น	142
11.2 เครื่องมือเคาะและขึ้นรูป	145
11.3 เครื่องมือจับยึดและเครื่องมืออื่น ๆ	147
11.4 เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่น	148
11.5 ขอบงานและตะเข็บ	151
11.6 การย้ำหมุด	153
11.7 การบัดกรีอ่อน	155
ใบงานที่ 11.1 การตัดตรงด้วยกรรไกร	157
ใบงานที่ 11.2 การตัดโค้งด้วยกรรไกร	159
ใบงานที่ 11.3 การขึ้นรูปงานโลหะแผ่นทรงเหลี่ยม	161
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 11	164



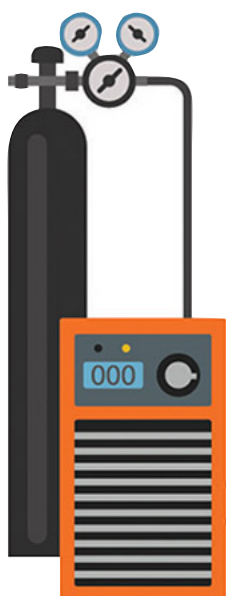
คำศัพท์ประจำบทเรียน

166



บรรณานุกรม

171



1

หลักการเชื่อมและตัดโลหะ

**หัวเรื่องหลัก**

- 1.1 วิธีการเชื่อมและการตัดโลหะ
- 1.2 กรรมวิธีการเชื่อม

**ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับบทเรียน**

หลักการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าและแก๊ส และการตัดโลหะ

**แนวคิดหลัก**

การเชื่อม หมายถึง การทำให้ประสานติดกันของโลหะทางโลหะวิทยา หรือการเกิดโลหะผสมภายใต้การหลอมละลายที่รอยต่อ ซึ่งวิธีการเชื่อมมีรูปแบบหลากหลาย เช่น การเชื่อมโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้า การเชื่อมโดยใช้แรงเชิงกล เป็นต้น

การตัดโลหะ หมายถึง การทำให้โลหะถูกแบ่งออกเป็นชิ้น มีกระบวนการคล้ายกับการเชื่อม

**สมรรถนะการเรียนรู้**

แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการเชื่อมและตัดโลหะ

**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**

1. จำแนกวิธีการเชื่อมและการตัดโลหะได้
2. อธิบายวิธีการเชื่อมแก๊สและการเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์กได้ตามหลักการ
3. เห็นคุณค่าของงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊ส และการตัดโลหะตามมาตรฐานอาชีพ
4. วิเคราะห์และเลือกใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมได้อย่างเหมาะสม
5. ประยุกต์ใช้งานเชื่อมและโลหะตามกระบวนการโลหะวิทยา



เนื้อหาสาระ

มนุษย์ได้รู้จักกรรมวิธีการเชื่อมมาเป็นเวลานานตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ การเชื่อมเป็นเทคนิคที่ทำให้วัสดุ 2 ชนิดขึ้นไปติดกัน เช่น การเชื่อมระหว่างเหล็กกับเหล็ก โลหะผสมกับทองแดง เป็นต้น การเชื่อมเป็นความรู้พื้นฐานของเทคนิคและวิศวกรรมที่นำไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านช่างและวิศวกรรมมากมาย เช่น การต่อเรือ การสร้างสะพานโครงเหล็ก การสร้างอาคารโครงเหล็ก ถังรับแรงดัน ถังบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิง ท่อส่งน้ำ ท่อส่งน้ำมัน ท่อส่งลมอัด เครื่องจักรกล ตู้คอนเทนเนอร์ ตู้โดยสารรถไฟ รถมอเตอร์ไซด์ รถยนต์ เครื่องบิน นอกจากนี้ ยังนำไปใช้ในการซ่อมบำรุง เช่น การเชื่อมพอก รานรถไฟ การเชื่อมพอกแม่พิมพ์ การเชื่อมในการซ่อม ต่อท่อไอเสียยานพาหนะต่าง ๆ เป็นต้น

1.1 วิธีการเชื่อมและการตัดโลหะ



การเชื่อม ตามคำจำกัดความของมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย หมายถึง การทำให้ประสานติดกันของโลหะวิทยา หรือการเกิดโลหะผสมภายใต้การหลอมละลายที่รอยต่อ มีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 วิธีการเชื่อม (Welding)

วิธีการเชื่อมแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ และแสดงเป็นแผนผังการปฏิบัติงานดังรูปที่ 1.1

1. การเชื่อมโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้า

1.1 การเชื่อมอาร์ก (Arc Welding)

1) การเชื่อมแบบเส้นเปลี่ยนอิเล็กโทรด (Electrode)

ก. การเชื่อมอาร์กแบบใช้แก๊สปกคลุมแนวเชื่อม

- ลวดเชื่อมแข็ง
 - การเชื่อมมิก (Mig Welding)
 - การเชื่อมโดยใช้แก๊สเฉื่อยผสมปกคลุม
 - การเชื่อม CO_2 ปกคลุม

- ลวดเชื่อมมีแกนปลีตรงกลาง

ข. การเชื่อมแบบไม่ใช้แก๊สปกคลุม

ค. การเชื่อมแบบใช้ลวดเชื่อมชนิดสารพอกหุ้ม

ง. การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ (Submerged Arc Welding)

2) การเชื่อมแบบไม่เส้นเปลี่ยนอิเล็กโทรด

ก. การเชื่อมทิก (Tungsten Inert Gas Welding : TIG)

ข. การเชื่อมแบบพลาสมา (Plasma Arc Welding)

- 1.2 การเชื่อมด้วยแสงอิเล็กตรอน
- 1.3 การเชื่อมด้วยแสงเลเซอร์
- 1.4 การเชื่อมความถี่สูง
- 1.5 การเชื่อมแบบความต้านทานไฟฟ้า
 - 1) การเชื่อมลักษณะต่อเกย
 - ก. การเชื่อมสปอต
 - ข. การเชื่อมแบบตะเข็บ
 - ค. การเชื่อมแบบโพรงเจกชั้น
 - 2) การเชื่อมลักษณะต่อชน
 - ก. การเชื่อมแบบอ็อปเซต
 - ข. การเชื่อมแบบแฟลช
 - ค. การเชื่อมแบบต่อชนมีตะเข็บ

2. การเชื่อมโดยใช้แรงเชิงกล

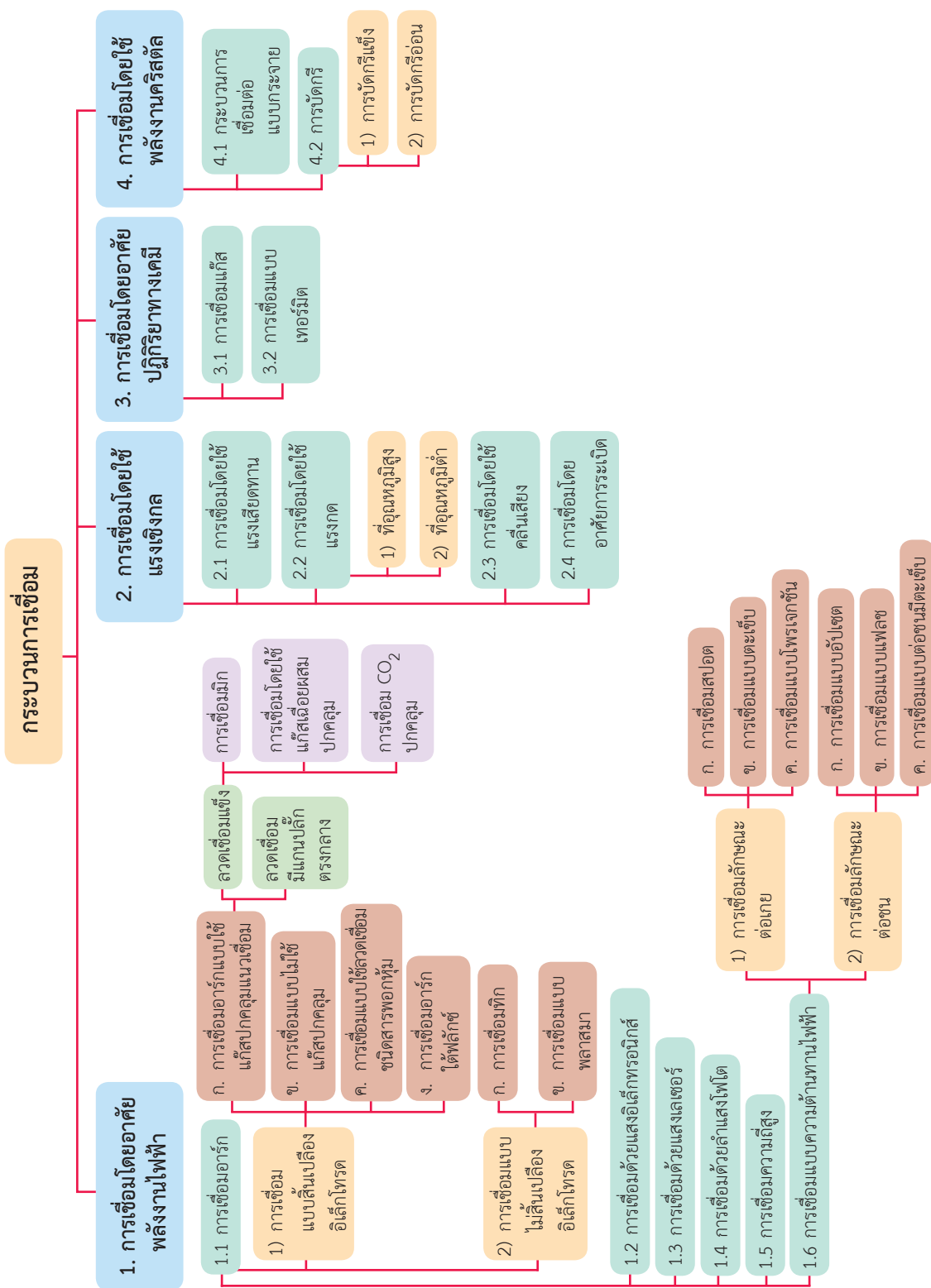
- 2.1 การเชื่อมโดยใช้แรงเสียดทาน
- 2.2 การเชื่อมโดยใช้แรงกด
 - 1) ที่อุณหภูมิสูง
 - 2) ที่อุณหภูมิต่ำ
- 2.3 การเชื่อมโดยใช้คลื่นเสียง
- 2.4 การเชื่อมโดยอาศัยการระเบิด

3. การเชื่อมโดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมี

- 3.1 การเชื่อมแก๊ส
- 3.2 การเชื่อมแบบเทอร์มิต

4. การเชื่อมโดยใช้พลังงานคริสตัล

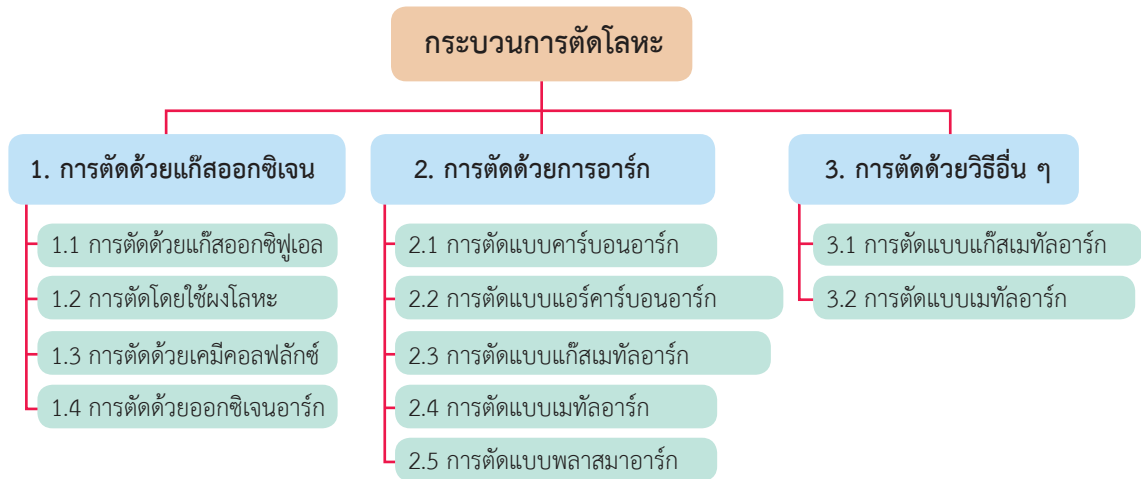
- 4.1 กระบวนการเชื่อมต่อแบบกระจาย (Diffused Junction Process)
- 4.2 การบัดกรี
 - 1) การบัดกรีแข็ง
 - 2) การบัดกรีอ่อน



รูปที่ 1.1 การแบ่งประเภทของวิธีการเชื่อม

1.1.2 วิธีการตัดโลหะ

วิธีการตัดโลหะ หมายถึง การแบ่งโลหะเป็นส่วน ๆ ซึ่งมีกระบวนการคล้ายการเชื่อม สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 การแบ่งประเภทของวิธีการตัดโลหะ

1. การตัดด้วยแก๊สออกซิเจน

- 1.1 การตัดด้วยแก๊สออกซิฟลูเอล
- 1.2 การตัดโดยใช้ผงโลหะ
- 1.3 การตัดด้วยเคมีคอลฟลักซ์
- 1.4 การตัดด้วยออกซิเจนอาร์ก

2. การตัดด้วยการอาร์ก

- 2.1 การตัดแบบคาร์บอนอาร์ก
- 2.2 การตัดแบบแอร์คาร์บอนอาร์ก
- 2.3 การตัดแบบแก๊สเมทัลอาร์ก
- 2.4 การตัดแบบเมทัลอาร์ก
- 2.5 การตัดแบบพลาสมาอาร์ก

3. การตัดด้วยวิธีอื่น ๆ

- 3.1 การตัดแบบแก๊สเมทัลอาร์ก
- 3.2 การตัดแบบเมทัลอาร์ก

1.2 กรรมวิธีการเชื่อม



จากการแบ่งประเภทวิธีการเชื่อมและการตัดโลหะ จะเห็นว่ามีการเชื่อมแบบต่าง ๆ รวมถึงการตัดโลหะหลายแบบด้วย ในหัวข้อนี้นำเสนอกรรมวิธีการเชื่อมที่นิยมใช้กันมาก มีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 วิธีการเชื่อมแก๊ส

การเชื่อมแก๊ส หมายถึง การเชื่อมออกซิอะเซทิลีน (Oxy-acetylene) เป็นการเชื่อมที่นำความร้อนจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานจนบริเวณที่จะทำการเชื่อมหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งจะเชื่อมโดยวิธีเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมลวดเชื่อมก็ได้

การเชื่อมแก๊สสามารถเชื่อมได้ทุกท่า ทั้งท่าราบ ท่าขนานนอน ท่าตั้ง และท่าเหนือศีรษะ อุณหภูมิ เปลวไฟเชื่อมประมาณ $3,000^{\circ}\text{C}$ เหมาะกับการเชื่อมโลหะบาง การเชื่อมท่อ การเชื่อมพอกและงานซ่อมสร้างทั่วไป ชนิดของโลหะที่ใช้กับการเชื่อมแก๊ส ได้แก่ เหล็กเหนียว เหล็กหล่อ และเหล็กผสมต่ำ

ความหนาของชิ้นงานที่เหมาะสมกับการเชื่อมแก๊ส ควรมีความหนาของชิ้นงานไม่เกิน 6 มม. ถ้าชิ้นงานมีความหนามากกว่านี้ จะต้องพิจารณาเลือกใช้การเชื่อมไฟฟ้าแทน ถ้าชิ้นงานมีความหนาไม่เกิน 3 มม. ควรใช้การเชื่อมแก๊สแบบจากซ้ายไปขวา (Forehand Gas Welding) ถ้าชิ้นงานมีความหนามากกว่าหรือเท่ากับ 3 มม. ควรใช้การเชื่อมแก๊สแบบจากขวาไปซ้าย (Backhand Gas Welding) เพื่อให้ได้รอยเชื่อมที่มีความแข็งแรงตามความต้องการ



รูปที่ 1.3 กระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน

1.2.2 การเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์กด้วยลวดเชื่อมชนิดสารพอกหุ้ม

การเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์กด้วยลวดเชื่อมชนิดสารพอกหุ้ม หมายถึง การเชื่อมไฟฟ้าโดยเกิด การอาร์กระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงานเกิดความร้อนจนชิ้นงานบริเวณที่เชื่อมและลวดเชื่อมหลอมละลาย กลายเป็นแนวเชื่อมและเป็นเนื้อเดียวกัน ลวดเชื่อมจะทำหน้าที่เติมโลหะลงไปบนแนวเชื่อม สารพอกหุ้ม จะทำหน้าที่ปกคลุมแนวเชื่อมไม่ให้แก๊สออกซิเจนรวมตัวกับชิ้นงานเชื่อม

อุณหภูมิในช่วงอาร์กจะอยู่ที่ $6,000 - 9,000$ องศาฟาเรนไฮต์ ($3,315^{\circ}\text{C} - 4,928^{\circ}\text{C}$) อาจทำให้ ชิ้นงานมีการบิดตัวได้ (ซึ่งก็มีวิธีแก้ไขโดยจะได้ศึกษาในขั้นสูงขึ้นไป) การทำให้ชิ้นงานเชื่อมเย็นตัวลง มีหลายวิธี เช่น การปล่อยทิ้งไว้ในอากาศซึ่งจะเสียเวลานาน ถ้าต้องการให้ชิ้นงานเย็นตัวลงในเวลาสั้น ก็อาจจะใช้วิธีนำชิ้นงานไปจุ่มน้ำ เมื่อชิ้นงานเย็นตัวลงก็จะต้องมีการเคาะสลัก (Slag) ออกให้หมด

และทำความสะอาดรอยเชื่อมด้วยแปรงลวด สลักเป็นสิ่งที่เกิดจากสารพอกหุ้มของลวดเชื่อม ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเชื่อม แต่เมื่อเชื่อมแล้วต้องนำสลักออกให้หมด ไมเช่นนั้นจะเกิดเป็นขยะจากการเชื่อมได้ จึงควรเคาะไปให้หมด

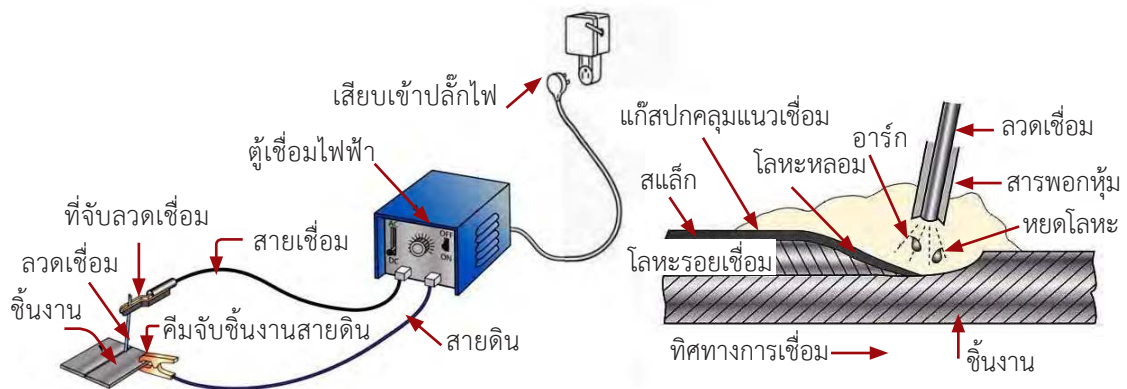
การเชื่อมแบบนี้สามารถใช้ได้กับทุกท่าเชื่อม และเป็นที่ยอมรับใช้กันมาก เพราะสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางที่สุด ได้แก่ การเชื่อมโครงสร้างอาคาร สะพาน การต่อเรือ การเชื่อมถังบรรจุน้ำมัน ขนาดใหญ่ การเชื่อมในการซ่อมบำรุงต่าง ๆ เป็นต้น ชนิดของโลหะที่ใช้ในการเชื่อมแบบนี้ ได้แก่ เหล็กเหนียว เหล็กหล่อ เหล็กผสมต่ำ เหล็กผสมปานกลาง และเหล็กผสมสูง ฯลฯ ความหนาของชิ้นงานที่ใช้ต้องมีความหนาตั้งแต่ 3 มม. ขึ้นไป หากชิ้นงานมีความหนาน้อยกว่านี้จะทำให้ชิ้นงานทะลุได้ ในส่วนกระแสไฟฟ้าที่ใช้จะใช้ไฟฟ้ากระแสตรงหรือไฟฟ้ากระแสสลับก็ได้

สารพอกหุ้มลวดเชื่อมมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมแบบนี้ หน้าที่สำคัญของสารพอกหุ้มมีดังนี้

1. ทำให้อาร์กเรียบ ช่วยในการถ่ายน้ำโลหะในบ่อโลหะหลอมเหลวให้เรียบและสม่ำเสมอ
2. เมื่อโดนความร้อนขณะเชื่อมจะกลายเป็นแก๊สและสลักปกคลุมรอยเชื่อมไม่ให้โลหะในบ่อโลหะ

หลอมเหลวสัมผัสกับอากาศ ทำให้รอยเชื่อมมีความบริสุทธิ์และมีคุณภาพที่ดีขึ้น

การเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์กด้วยลวดเชื่อมชนิดสารพอกหุ้ม มีอุปกรณ์และองค์ประกอบแสดงไว้ดังรูปที่ 1.4



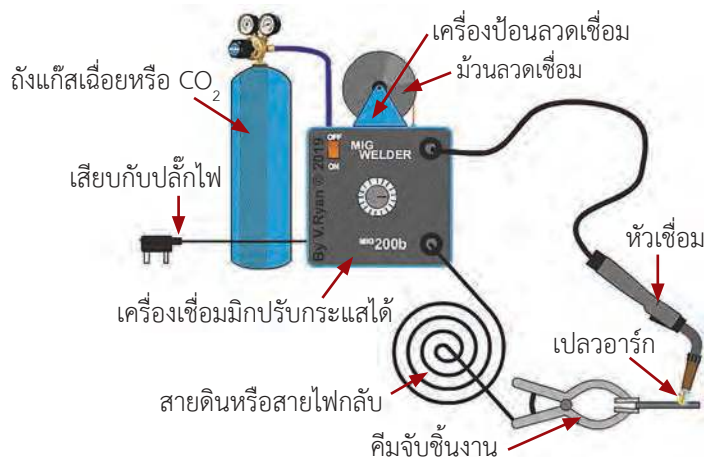
รูปที่ 1.4 กระบวนการเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์กด้วยลวดเชื่อมชนิดสารพอกหุ้ม

1.2.3 การเชื่อมมิก (Metal Inert Gas : MIG)

การเชื่อมมิก หมายถึง การเชื่อมไฟฟ้าโดยเกิดการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมเคลื่อนที่กับชิ้นงาน จนเกิดความร้อนบริเวณชิ้นงานที่เชื่อมและลวดเชื่อมหลอมละลายกลายเป็นแนวเชื่อม และเป็นเนื้อเดียวกัน ขณะเดียวกันก็มีแก๊สเฉื่อยหรือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้ามาทำหน้าที่ปกคลุมแนวเชื่อมไม่ให้มีออกซิเจนเข้าไปรวมตัวกับโลหะแนวเชื่อม แก๊สเฉื่อยที่นำมาใช้ปกคลุมแนวเชื่อม คือ แก๊สอาร์กอน หรือฮีเลียม

การเชื่อมแบบนี้สามารถทำได้ทุกท่าเชื่อม และนำไปใช้ได้กับงานเชื่อมชิ้นส่วนรถยนต์ งานเชื่อมชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ งานโครงสร้างอาคาร สะพาน งานต่อเรือ เป็นต้น ชนิดของโลหะที่ใช้ในการเชื่อมแบบนี้ ได้แก่ เหล็กเหนียว เหล็กผสมต่ำ เหล็กผสมสูง ทองแดง และอะลูมิเนียม

โลหะเหล็กจะใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สปกคลุมแนวเชื่อม ส่วนโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม จะใช้แก๊สเฉื่อยเป็นแก๊สปกคลุมแนวเชื่อม การเชื่อมมิกมีอุปกรณ์และองค์ประกอบแสดงดังรูปที่ 1.5



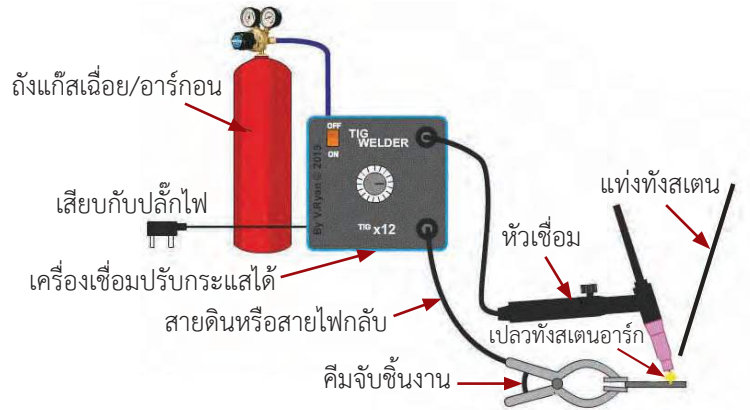
รูปที่ 1.5 กระบวนการเชื่อมมิก

1.2.4 การเชื่อมทิก (Tungsten Inert Gas : TIG)

การเชื่อมทิก หมายถึง การเชื่อมไฟฟ้าโดยเกิดการอาร์กระหว่างแท่งทังสเตนที่ไม่หลอมละลายกับโลหะชิ้นงาน การอาร์กทำให้โลหะชิ้นงานหลอมละลายติดกัน การเชื่อมแบบนี้จะเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมลวดเชื่อมก็ได้ ขณะเดียวกันแก๊สเฉื่อยเข้ามาทำหน้าที่ปกคลุมแนวเชื่อมไม่ให้มีแก๊สออกซิเจนเข้าไปรวมตัวกับโลหะแนวเชื่อม แก๊สเฉื่อยที่นำมาใช้ปกคลุมแนวเชื่อม คือ แก๊สอาร์กอน ฮีเลียม หรือแก๊สผสมระหว่างอาร์กอนกับฮีเลียม

การเชื่อมแบบนี้สามารถทำได้ทุกท่าเชื่อม และนำไปใช้กับงานเชื่อมโครงสร้างอาคาร งานเชื่อมในการซ่อมบำรุงต่าง ๆ งานเชื่อมภาชนะความดันสูง เป็นต้น ชนิดของโลหะที่ใช้ในการเชื่อมแบบนี้ ได้แก่ เหล็กเหนียว เหล็กผสมต่ำ เหล็กผสมสูง เหล็กกล้าไร้สนิม ทองแดง และอะลูมิเนียม ความหนาชิ้นงานที่ใช้เชื่อมควรอยู่ระหว่าง 0.5 – 4 มม.

การเชื่อมแบบนี้สามารถเชื่อมแบบเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมลวดเชื่อมก็ได้ ซึ่งมีข้อดีสำหรับการเชื่อมชิ้นงานบาง ๆ โดยไม่จำเป็นต้องเติมลวดเชื่อม ในกรณีที่ชิ้นงานหนาขึ้นจึงพิจารณาเติมลวดเชื่อมลงไป การเชื่อมทิกมีอุปกรณ์และองค์ประกอบต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 1.6

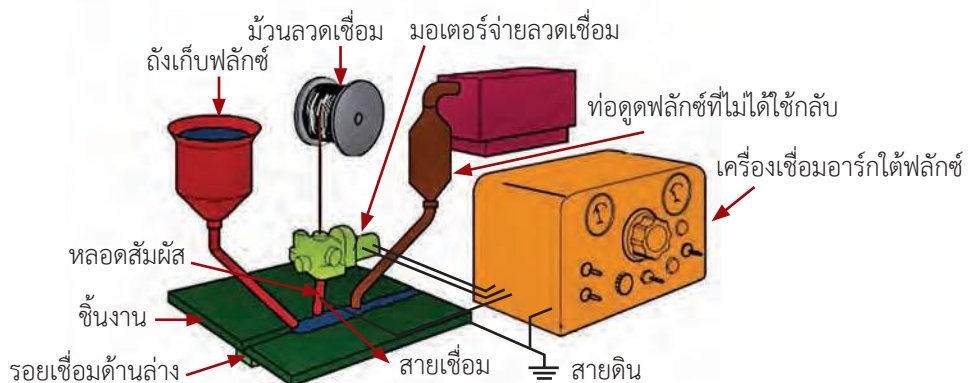


รูปที่ 1.6 กระบวนการเชื่อมทิก

1.2.5 การเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์กใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding : SAW)

การเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์กใต้ฟลักซ์ หมายถึง วิธีการเชื่อมไฟฟ้าด้วยความร้อนจากการอาร์ก ระหว่างลวดเชื่อมเปลี่ยนกับโลหะชิ้นงาน การอาร์กทำให้โลหะชิ้นงานและลวดเชื่อมหลอมละลายติดกันเป็นเนื้อเดียวกัน ขณะเดียวกันก็มีการบ่อนผงฟลักซ์จากถังเก็บฟลักซ์เข้ามาปกคลุมรอยเชื่อม ไม่ให้ออกซิเจนเข้าไปรวมตัวกับโลหะแนวเชื่อม ผงฟลักซ์จะหลอมละลายกลายเป็นสแล็กปกคลุมแนวเชื่อม ส่วนผงฟลักซ์ที่ละลายไม่หมด จะถูกดูดไปยังถังเก็บฟลักซ์เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ การเชื่อมแบบนี้จะมองไม่เห็นการอาร์กเพราะว่าถูกผงฟลักซ์ปกคลุมอยู่ จึงไม่สามารถเดินแนวเชื่อมด้วยมือได้ ต้องเดินแนวเชื่อมแบบอัตโนมัติ

การเชื่อมแบบนี้ใช้กับชิ้นงานที่มีแนวเชื่อมกว้างและยาว ใช้กับการเชื่อมท่าราบและท่าขนานนอน ลักษณะงานที่ใช้ ได้แก่ ภาชนะความดัน ท่อความดัน เป็นต้น ชนิดของโลหะที่ใช้ในการเชื่อมแบบนี้ ได้แก่ เหล็กเหนียว เหล็กผสมต่ำ และเหล็กผสมสูง ความหนาของชิ้นงานที่ใช้เชื่อมควรมีความหนาตั้งแต่ 5 มม. ขึ้นไป การเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์กใต้ฟลักซ์มีอุปกรณ์และองค์ประกอบต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 กระบวนการเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์กใต้ฟลักซ์

1.2.6 การเชื่อมสปอต (Spot Welding)

การเชื่อมสปอต หมายถึง กระบวนการเชื่อมที่ใช้ความต้านทานไฟฟ้า (Resistance Spot Welding) และแรงกด โดยมีกระแสไฟฟ้าไหลจากหัวทึบไปชิ้นงานเชื่อม ผ่านไปยังหัวทึบอีกด้านหนึ่ง และผ่านความต้านทานไฟฟ้าของชิ้นงาน จนเกิดความร้อนขึ้นเฉพาะจุดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ทำให้ชิ้นงานหลอมละลายติดกัน และแรงกดก็มีส่วนช่วยให้ชิ้นงานติดกัน

ความร้อนที่เกิดขึ้นสามารถอธิบายได้โดยใช้กฎของจูล ดังนี้

ถ้าให้ H แสดงถึง ค่าพลังงานความร้อน

กระแสไฟฟ้า (I) มีหน่วยเป็นแอมแปร์

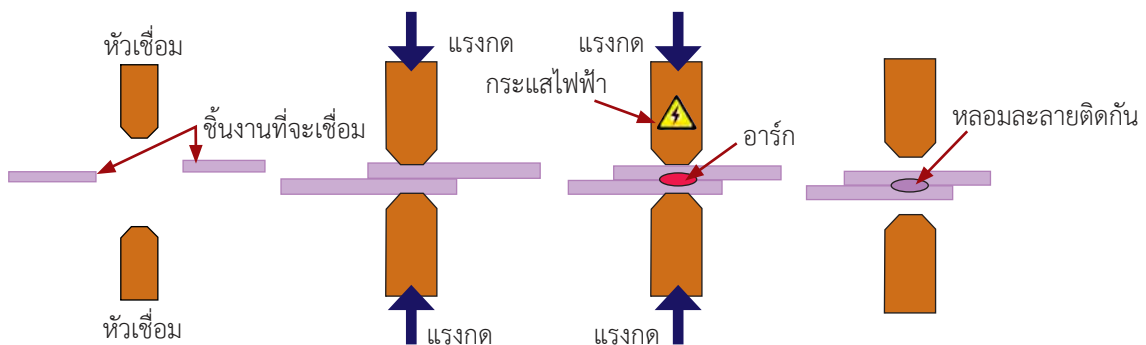
ความต้านทาน (R) มีหน่วยเป็นโอห์ม

แรงเคลื่อนไฟฟ้า (E) มีหน่วยเป็นโวลต์

เวลาที่เชื่อม (t) มีหน่วยเป็นวินาที

ดังนั้น ค่าพลังงานความร้อน $H = 0.24I^2Rt = 0.24IEt$ (1.1)

ความร้อนจากสมการที่ 1.1 ทำให้ชิ้นงานบริเวณที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเกิดการหลอมละลายติดกัน แสดงดังรูปที่ 1.8 ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของการเชื่อมสปอต



รูปที่ 1.8 หลักการพื้นฐานของการเชื่อมสปอต

การเชื่อมแบบนี้จะใช้กับการเชื่อมต่อเกลียว นิยมใช้มากในวงการอุตสาหกรรมรถยนต์ รถจักรยานยนต์ และการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ รวมถึงงานผลิตโลหะแผ่น ชนิดของโลหะที่ใช้ในการเชื่อมแบบนี้ ได้แก่ เหล็กคาร์บอน เหล็กกล้าไร้สนิม อะลูมิเนียม ทองแดง และทองแดงผสมเหล็กเหนียว ซึ่งความหนาของชิ้นงานแต่ละชิ้นที่นำมาเชื่อมควรมีความหนาระหว่าง 0.1 – 2.5 มม. การเชื่อมสปอต มีอุปกรณ์และองค์ประกอบต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 1.9