



แผนการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ

กลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมการผลิต

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

รหัสวิชา 20103 - 2009 วิชา กระบวนการเชื่อม

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

จัดทำโดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการสอนรายวิชา กระบวนการเชื่อม รหัส 20103 - 2009 เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้ครู - อาจารย์ผู้สอน ได้มีเอกสาร แนวแนวทาง ในการเรียนการสอน ที่เป็นระบบสอดคล้อง สัมพันธ์กับทุกเรื่อง รวมทั้งแสดงขั้นตอน กระบวนการเรียน การสอนที่ก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ ที่มีแก่นักเรียนและผู้สอน

แผนการสอนเล่มนี้มีทั้งหมด 9 หน่วย ใช้เวลาในการสอน 18 สัปดาห์ มี การวัดผลเน้น ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านบุรณา การต่างๆ เศรษฐกิจพอเพียง บุรณาการแบบ 3D สำหรับเอกสารประกอบการสอน เล่มนี้ จะได้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์ พอสมควรจึงจะทำให้เอกสารประกอบการสอน เล่มนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วม และเกี่ยวข้องๆงาน ทุกที่ทำให้เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้สมบูรณ์

(นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์)
สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ
วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

สารบัญ

คำนำ	หน้า
สารบัญ	
ลักษณะรายวิชา	5
มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)	6
หน่วยการเรียนรู้	13
การวางแผนการจัดการเรียนรู้	
หน่วยที่ 1 งานกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	
แผนการจัดการเรียนรู้	14
ใบความรู้	18
ใบงาน	33
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	35
หน่วยที่ 2 งานกระบวนการเชื่อมแก๊ส	
แผนการจัดการเรียนรู้	39
ใบความรู้	43
ใบงาน	62
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	65
หน่วยที่ 3 งานกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสเปคคูลุมหรือการเชื่อมทิก	
แผนการจัดการเรียนรู้	69
ใบความรู้	74
ใบงาน	89
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	92
หน่วยที่ 4 งานกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สสเปคคูลุมหรือการเชื่อมมิก	
แผนการจัดการเรียนรู้	96
ใบความรู้	101
ใบงาน	116
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	119
หน่วยที่ 5 งานกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	
แผนการจัดการเรียนรู้	123
ใบความรู้	127
ใบงาน	138
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	141

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

หน่วยที่ 6 งานกระบวนการเชื่อมต่อแฟล็กซ์

แผนการจัดการเรียนรู้	145
ใบความรู้	150
ใบงาน	163
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	166

หน่วยที่ 7 งานแก๊สปกคลุมที่ใช้ในงานเชื่อม

แผนการจัดการเรียนรู้	170
ใบความรู้	174
ใบงาน	182
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	185

หน่วยที่ 8 งานตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม

แผนการจัดการเรียนรู้	189
ใบความรู้	194
ใบงาน	208
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	211

หน่วยที่ 9 งานจุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้	215
ใบความรู้	220
ใบงาน	248
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	251

ลักษณะรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมการผลิต สาขาวิชา ช่างเชื่อมโลหะ

รหัส 20103 - 2009 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม

ทฤษฎี 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

-

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

ประยุกต์ใช้หลักการกระบวนการเชื่อม ในการวางแผนปฏิบัติงานเชื่อมตามมาตรฐานอาชีพในสาขา
อุตสาหกรรมการเชื่อม

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจเกี่ยวกับหลักการและกระบวนการเชื่อมแบบต่าง ๆ ใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์กระบวนการเชื่อมต่าง ๆ
2. มีทักษะการเตรียมงานเชื่อม ลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อม จุดบกพร่องสาเหตุและวิธีการแก้ไขในงานเชื่อม
3. มีเจตคติ และกิจนิสัยที่ดีในการทำงานรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา รักษาความสะอาด และปลอดภัยมีความสามารถในการปฏิบัติงาน ตามขั้นตอนที่กำหนดให้ ภายใต้การกำกับดูแล และแนะนำอย่างใกล้ชิด
4. สามารถประยุกต์ใช้หลักการและกระบวนการเชื่อมในการปฏิบัติงาน ตามขั้นตอนที่กำหนดให้ ภายใต้การกำกับดูแล และแนะนำอย่างใกล้ชิด

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ ใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์
2. ปฏิบัติการเตรียมการเชื่อม รอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อม
3. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะจุดบกพร่อง สาเหตุและวิธีการแก้ไขในงานเชื่อม

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับหลักการเชื่อม เครื่องมือ อุปกรณ์ในกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์กโลหะสแตนเลส (GMAW) เชื่อมสไปฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมไทฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) แก๊สที่ใช้ในงานเชื่อม ตำแหน่งทาเชื่อม รอยต่อในงานเชื่อม ลักษณะ ของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน ลักษณะจุดบกพร่อง สาเหตุและวิธีการแก้ไข

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง									รวม	จำนวน ชั่วโมง ท/ป
	พุทธิพิสัย						ทักษะ พิสัย	จิต พิสัย	ประยุกต์ ใช้		
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์					
1.กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วย ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	1	2	2	1	-	-	1	1	2	10	4/0
2.กระบวนการเชื่อมแก๊ส	1	2	1	2	-	-	1	1	2	10	4/0
3.กระบวนการเชื่อมอาร์ก ทั้งสแตนเลสปกคลุมหรือการ เชื่อมทิก	1	2	1	2	-	-	1	1	2	10	4/0
4.กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะ แก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก	1	2	-	2	-	-	1	2	2	10	4/0
5.กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	1	2	1	2	-	-	2	2	2	12	4/0
6.กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์	1	2	1	2	-	-	1	2	2	11	4/0
7.แก๊สปกคลุมที่ใช้ในงานเชื่อม	1	2	1	2	-	-	2	2	2	12	4/0
8.ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อ ในงานเชื่อม	1	2	1	2	-	-	2	2	2	12	4/0
9.จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า	1	2	2	1	-	-	3	2	2	13	4/0
รวม	8	16	13	15	-	-	16	16	16	100	36
ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (เมื่อเรียนรายวิชานี้สำเร็จแล้วทำอะไรได้)											
รวมทั้งรายวิชา										100	36

หน่วยการเรียนรู้

หน่วย ที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	4	0	4
2	กระบวนการเชื่อมแก๊ส	4	0	4
3	กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสปีคกลุ่มหรือการเชื่อมทิก	4	0	4
4	กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะสปีคกลุ่มหรือการเชื่อมมิก	4	0	4
5	กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	4	0	4
6	กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์	4	0	4
7	แก๊สสปีคกลุ่มที่ใช้ในงานเชื่อม	4	0	4
8	ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม	4	0	4
9	จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า	4	0	4
	ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา			
รวม		36	0	36

การประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา : หลักสูตร ปวช. สัปดาห์ที่ 18, หลักสูตร ปวส. สัปดาห์ที่ 15

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 1
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะ แกสคลุม (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้อฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับ ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการดำเนินงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ
ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

- 1.1 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้
- 1.2 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้
- 1.3 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการรื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี
2. สานิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการในการปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง
3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎข้อบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน

2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ
2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บุรณาการกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้หลักการเชื่อม SMAW
2. แสดงการเลือกใช้ เครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ ลวดเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

1. หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะพื้นฐาน
3. รอบทำงานของเครื่องเชื่อม

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวถึงลักษณะของกระบวนการเชื่อมอย่างง่ายเป็นอย่างไร ผู้ใช้มีความต้องการที่จะให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน จะแตกต่างกันบ้างก็ตรงลักษณะของการใช้งาน
2. ครูเล่าเรื่องกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shield Metal Arc Welding : SMAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่ยังใช้ในอุตสาหกรรมอยู่ทั่วไป โดยความร้อนจะเกิดจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์กับโลหะชิ้นงาน ซึ่งมีอุณหภูมิสูงจนสามารถทำให้โลหะชิ้นงานเกิดการหลอมเหลวติดกัน

ขั้นสอน

1. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ตามหัวข้อดังนี้
 - หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
 - เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะพื้นฐาน
 - รอบทำงานของเครื่องเชื่อม
 - อุปกรณ์ที่ใช้กับงานเชื่อมไฟฟ้า

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 2 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรววัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

1. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน
2. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด
3. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. สื่อ VDO Power Power และ วีดิทัศน์
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. รูปภาพประกอบ
5. เครื่องมือและอุปกรณ์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

- 1.บันทึกการสอน
- 2.ผลงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แผนจัดการเรียนรู้
2. ใบเช็คชื่อเข้าห้องเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. ตรวจใบงาน
3. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้
4. ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
5. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

6 การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
4. แบบประเมินกิจกรรมใบงาน
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยครูและผู้เรียนร่วมกัน

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
4. กิจกรรมใบงาน เกณฑ์ผ่าน คือ 50%
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้มีเกณฑ์ผ่าน 50%
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 1	หน่วยที่ ... 1
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะสแตนเลส (GMAW) เชื่อมโลหะเหล็ก (FCAW) เชื่อมโลหะเหล็ก (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 1 แสดงความรู้หลักการเชื่อม SMAW
- 2 แสดงการเลือกใช้ เครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ ลวดเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

กระบวนการเชื่อม (Welding Process) หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการเชื่อมโลหะสองชิ้นหรือมากกว่ายึดติดกัน ซึ่งกระบวนการเชื่อมมีวิวัฒนาการมาอย่างยาวนาน ตัวอย่างเช่นการประสานกันระหว่างโลหะทองและทองแดง และโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุก ที่ถูกค้นพบมาก่อนพุทธศักราชไม่ต่ำกว่า 3,000 ปีแม้กระทั่งถ่าน ไม้ ฟืนหรือถ่านหินก็ถูกนำมาเป็นพลังงานให้ความร้อนแต่เป็นความร้อนที่มีขีดจำกัดไม่พัฒนาเท่าที่ควรหลังจากมีพลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดการประยุกต์ง่ายขึ้น มีเทคนิคก้าวหน้าและมีนวัตกรรมใหม่เกิดขึ้นมาหลังจากศตวรรษที่ 19 มีการเชื่อมด้วยการอาร์กด้วยไฟฟ้า การเชื่อมด้วยความต้านทานของกระแสไฟฟ้า การเชื่อมด้วยแรงอัด และการเชื่อมแก๊ส ฯลฯ โดยวิวัฒนาการมีดังนี้ ค.ศ. 1885 เบนาร์เดส (Benades) ได้คิดประดิษฐ์การเชื่อมอาร์กด้วยไฟฟ้า โดยเครื่องมือและการปฏิบัติที่นำมาใช้คือ แท่งกราไฟต์ และแท่งคาร์บอน เป็นลวดเชื่อมที่ไม่หลอมละลายแต่ทำให้

เกิดกระแสไฟอาร์ก ระหว่างลวดเชื่อมกับโลหะแม่แบบ โดยทำให้เกิดการอาร์กขึ้นในช่องว่างประมาณ 2 มิลลิเมตร ทำให้เกิดความร้อนขึ้นแล้วใช้โลหะที่เหมือนโลหะแม่แบบเติมให้หลอมละลายติดกัน ค.ศ. 1886 ทอมสัน (Thomson) ได้คิดประดิษฐ์การเชื่อม โดยใช้ความต้านทาน ค.ศ. 1889 เซอร์เนอร์ (Zerner) ได้พัฒนาการใหม่ โดยให้ความร้อนแก่โลหะแม่แบบ โดยวิธีใช้แท่งคาร์บอนคู่โค้งงอปลายเข้าหากัน เกิดเส้นแรงแม่เหล็กทำให้เกิดการอาร์กแรงขึ้น ค.ศ. 1892 สลาเวียโนฟฟ์ (Slavianooff) ได้นำเอาแกนลวดโลหะมาใช้แทนแท่งคาร์บอน และให้ตัวลวดโลหะหลอมละลายตัวมันเอง เพื่อเป็นเนื้อโลหะเชื่อมเป็นครั้งแรก ค.ศ. 1895 โกลด์สชมิทท์ (Goldschmidt) ได้คิดการประดิษฐ์การเชื่อมแบบเทอร์มิต (Thermit Welding) ระยะที่สอง ของการวิวัฒนาการของการเชื่อมได้มีการพัฒนาการเชื่อมขึ้นมาอย่างมาก เป็นรากฐานของการพัฒนาการเชื่อมในปัจจุบัน

การเชื่อมไฟฟ้ามีมานานแล้ว โดยใช้ในการซ่อมแซมชิ้นส่วนโลหะ จากการบันทึกพบว่าใน ค.ศ. 1881 ออกัสต์ เดอ เมริเทนส์ (Auguste De Meritens) ได้ค้นพบการเชื่อมโลหะแบบหลอมละลายเป็นครั้งแรก และมีการพัฒนาต่อมาโดยใน ค.ศ. 1892 สลาเวียโนฟฟ์ (Slavianooff) ได้นำแกนลวดโลหะมาใช้แทนแท่งคาร์บอน และให้ตัวลวดคาร์บอนหลอมละลายตัวมันเองเพื่อเป็นรอยเชื่อมเป็นครั้งแรก ต่อมา คเจล์เบิร์ก (Kjellberg) ได้พบการนำสารพอกหุ้มมาหุ้มแกนลวดเชื่อมทำให้การเชื่อมมีประสิทธิภาพและคุณภาพของรอยเชื่อมดีขึ้น การค้นพบวิวัฒนาการนี้ถูกนำมาใช้ในการผลิตลวดเชื่อมชนิดมีสารพอกหุ้มที่ใช้กันอยู่กว้างขวาง

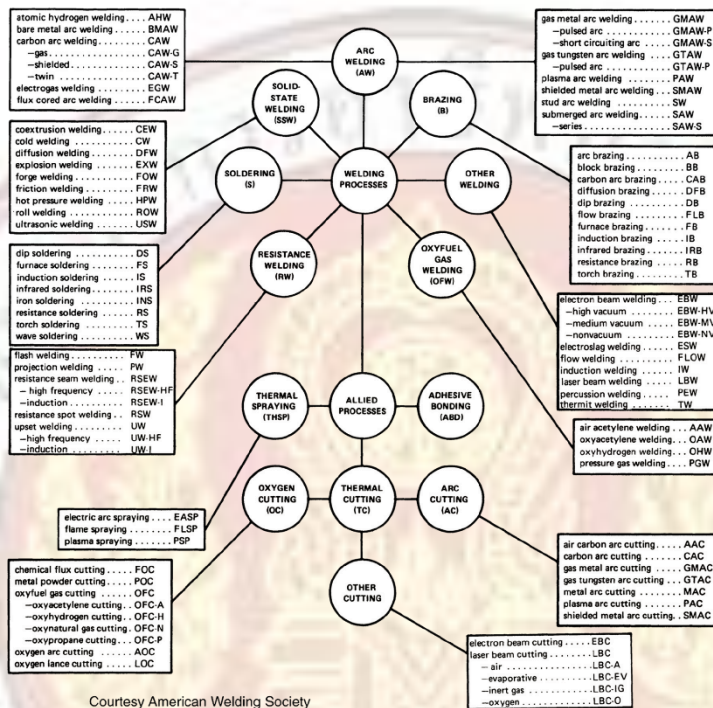
โดยเริ่มตั้งแต่ ค.ศ. 1901 เฟาช์ (Fouche) และพิคาร์ด (Picard) ประยุกต์เอาเปลวไฟที่เกิดจากแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนมาใช้ในการเชื่อมเป็นครั้งแรก ค.ศ. 1907 คเจล์เบิร์ก (Kjellberg) วิศวกรชาวสวีเดน ได้จดทะเบียนลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ที่ทำให้การอาร์กสม่ำเสมอ ทำให้การเชื่อมมีประสิทธิภาพ และคุณภาพของลวดเชื่อมดีขึ้น เป็นการนำลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์มาใช้ในปัจจุบัน ค.ศ. 1926 ลังกูมียร์ (Lungumir) ได้ประดิษฐ์การเชื่อมแบบอะตอมิกไฮโดรเจน (Atomic-Hydrogen Welding) ขึ้น โฮบาร์ต (Hobart) และเดเนอร์ (Dener) ได้ประดิษฐ์วิธีการเชื่อมแบบใช้แก๊สเฉื่อยในการปกคลุมรอยเชื่อม (Iner Gas Shield Arc Welding) ค.ศ. 1935 เคนเนดี้ (Kennedy) ได้ประดิษฐ์การเชื่อมแบบอาร์กใต้ฟลักซ์เป็นการเชื่อมแบบอัตโนมัติ การเชื่อมด้วยกรรมวิธีนี้ได้ถูกปรับปรุงอย่างต่อเนื่องซึ่งทำให้คุณภาพของการเชื่อมดีขึ้นอย่างมาก ค.ศ. 1936 วอสเซแมน (Wasseman) ได้ผลิตวิธีการเชื่อมแผ่นประสาน (Brazing)

เทคนิคการเชื่อมได้เจริญก้าวหน้ามากขึ้นในด้านเทคโนโลยีและด้านวิศวกรรม อย่างรวดเร็วตั้งแต่ ค.ศ. 1950 เป็นต้นมา ถือว่าเป็นยุคทองของการพัฒนาการเชื่อมซึ่งเป็นในช่วงที่สาม มาจนถึงปัจจุบันได้มีการประดิษฐ์กรรมวิธีการเชื่อมแบบใหม่ๆ มากขึ้น เช่น การเชื่อมกดเย็น (Cold Pressure Welding) การเชื่อมไฟฟ้าสแลกคลุ่ม (Electro-Slag Welding) การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (Gas Shield Arc Welding) การเชื่อมแบบอาร์กพลาสมา (Plasma Arc Welding) การเชื่อมด้วยเลเซอร์ (Laser Welding) ซึ่งในกระบวนการเชื่อมได้มีการแบ่งออกเป็นหมู่ หมวด แตกต่างไปตามมาตรฐาน ซึ่งก็มีหลายมาตรฐาน แต่ที่นิยมใช้กัน คือ AWS และ ISO ซึ่งทั้ง 2 สถาบันมีชื่อดังนี้ AWS ย่อมาจากคำว่า American Welding Society เป็นสมาคมการเชื่อมของประเทศสหรัฐอเมริกา ISO ย่อมาจากคำว่า Internation Standard Organization เป็นมาตรฐานสากล การแบ่งกลุ่มกระบวนการเชื่อมโลหะ

1. แบ่งตามมาตรฐาน AWS ซึ่งแบ่งกลุ่มกระบวนการเชื่อมตามลักษณะดังนี้
 - 1.1 พลังงานที่ทำให้การถ่ายเทน้ำโลหะเชื่อม
 - 1.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการไหลแทรกซึมของน้ำโลหะลวดเชื่อมเข้าไปในร่องรอยต่อ
- ดังแผนภูมิ ที่แสดงกระบวนการเชื่อมแบบต่างๆ

แผนภูมิที่ 1 แสดงกระบวนการเชื่อมแบบต่างๆ

Master Chart of Welding and Allied Processes



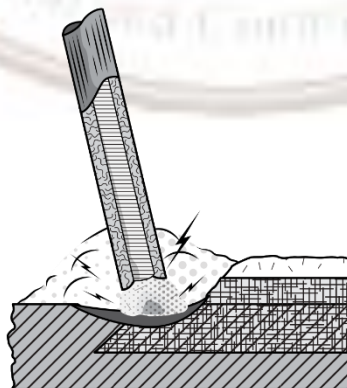
Courtesy American Welding Society

การแบ่งกลุ่มกระบวนการเชื่อมโลหะ

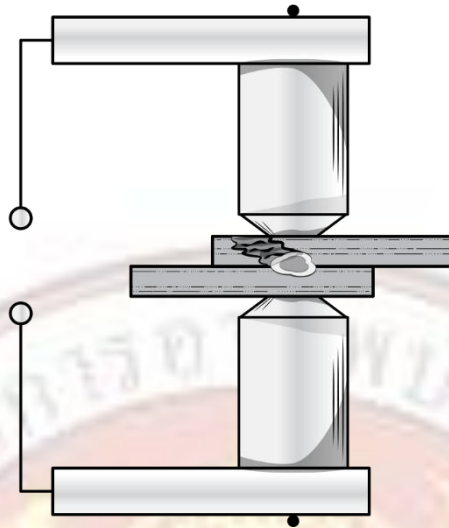
2. แบ่งตามมาตรฐาน ISO

โดยปกติกระบวนการเชื่อมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

2.1 การเชื่อมแบบหลอม (Fusion Welding) คือกระบวนการต่อโลหะ 2 ชิ้นติดกัน โดยการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานบริเวณที่จะหลอมละลาย อาจจะใช้ลวดเติมหรือไม่เติมก็ได้

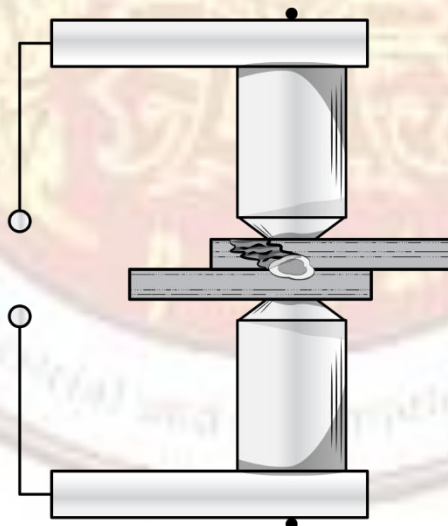


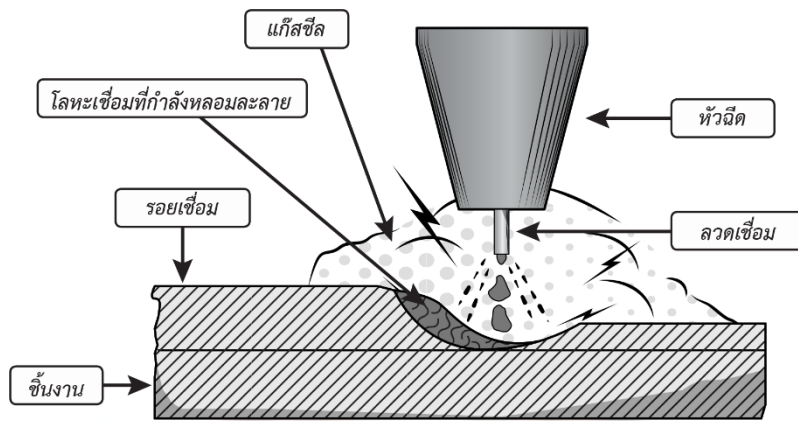
2.2 การเชื่อมแบบกด (Pressure Welding) คือกระบวนการต่อโลหะ 2 ชิ้นติดกัน โดยใช้แรงกด และความร้อนร่วมกัน โดยความร้อนของแก๊ส และความร้อนจากแรงเสียดทานระหว่างชิ้นงานทั้งสอง (Friction Welding)



การแบ่งกลุ่มกระบวนการเชื่อมโลหะ

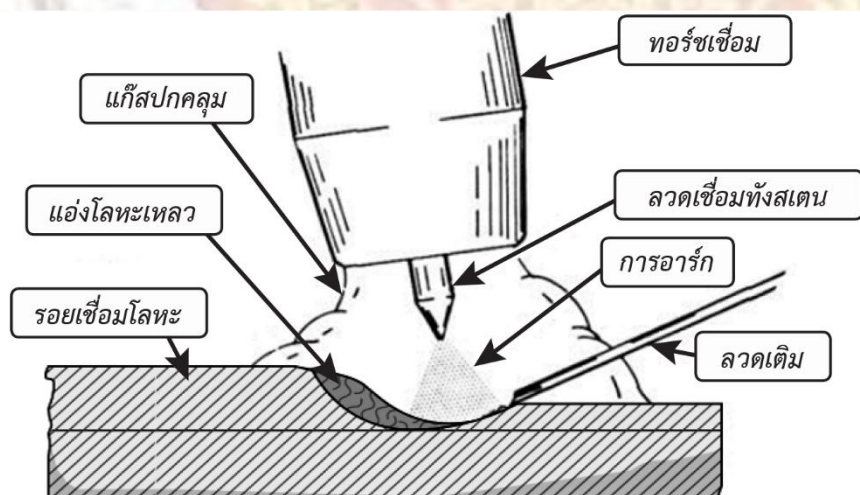
2.2 การเชื่อมแบบกด (Pressure Welding) คือกระบวนการต่อโลหะ 2 ชิ้นติดกัน โดยใช้แรงกด และความร้อนร่วมกัน โดยความร้อนของแก๊ส และความร้อนจากแรงเสียดทานระหว่างชิ้นงานทั้งสอง (Friction Welding)





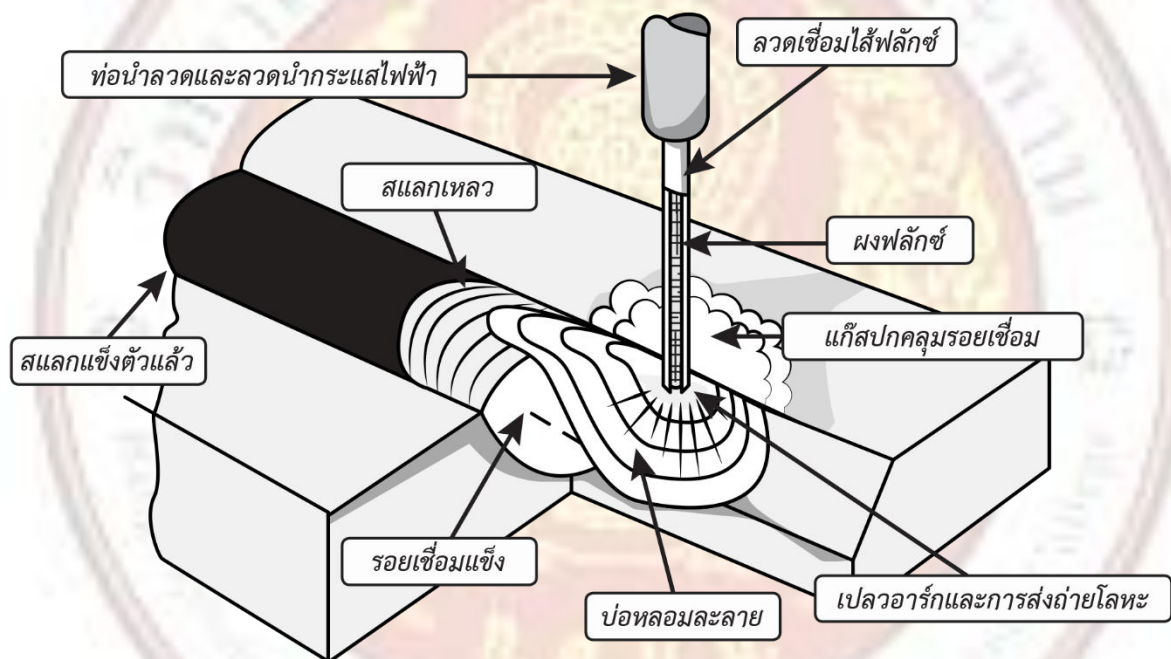
ในกระบวนการเชื่อมทั้ง 2 แบบมีการเชื่อมที่สำคัญอยู่หลายกระบวนการที่จำเป็นต้องทราบหลักการกระบวนการเชื่อมที่สำคัญต่างๆ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการทำงานต่อไป ดังนี้

1. การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shield Metal Arc Welding) การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) คือกระบวนการเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ความร้อนที่เกิดจากการอาร์กมีอุณหภูมิสูงประมาณ 6,000 องศาฟาเรนไฮต์ (3,316 องศาเซลเซียส) เพื่อหลอมละลายโลหะให้ติดกันทำให้ชิ้นงานกับลวดเชื่อมที่บริเวณการอาร์กรวมตัวกันเป็นเนื้อเดียวคือรอยเชื่อม เป็นการเชื่อมที่นิยมกันมาก
2. การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสแก๊สคลุม (Gas Tungsten Arc Welding) การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสแก๊สคลุม หรือการเชื่อมทิก (GTAW) เป็นกระบวนการเชื่อมโดยวิธีการอาร์กชนิดหนึ่ง ซึ่งได้รับความร้อนจากการอาร์กระหว่างแท่งทั้งสแตนกับโลหะชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยและแก๊สเฉื่อยผสม เพื่อปกคลุมรอยเชื่อมขณะเกิดการอาร์ก ไม่ให้บรรยากาศจากภายนอกเข้ามารบกวนตัวกับรอยเชื่อมแท่งทั้งสแตนถือว่าเป็นลวดเชื่อมแต่จะไม่เกิดการสิ้นเปลือง (Non-Consumable Electrode) รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมหรือไม่ก็ได้

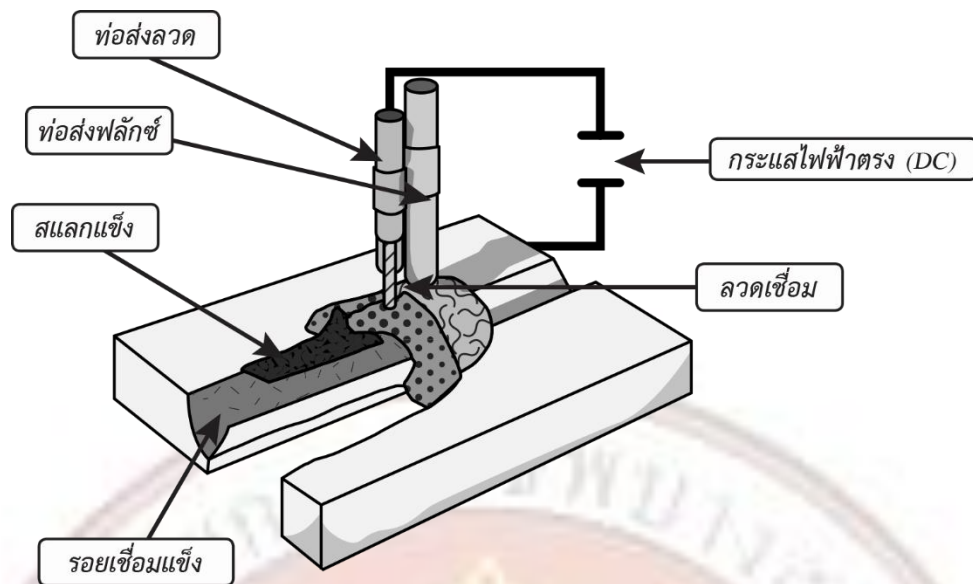


3. การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (Gas Metal Arc Welding) การเชื่อมโลหะแก๊สคลุมหรือการเชื่อมมิก (GMAW) เป็นกระบวนการเชื่อมโดยวิธีการอาร์กชนิดหนึ่งซึ่งได้รับความร้อนที่เกิดจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ซึ่งลวดเชื่อมจะเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous Filler Metal) หรือแบบสิ้นเปลือง (Consumable Electrode) และมีแก๊สจากภายนอกถูกปล่อยออกมา เพื่อปกคลุมรอยเชื่อมขณะอาร์กป้องกันการรวมตัวจากภายนอก

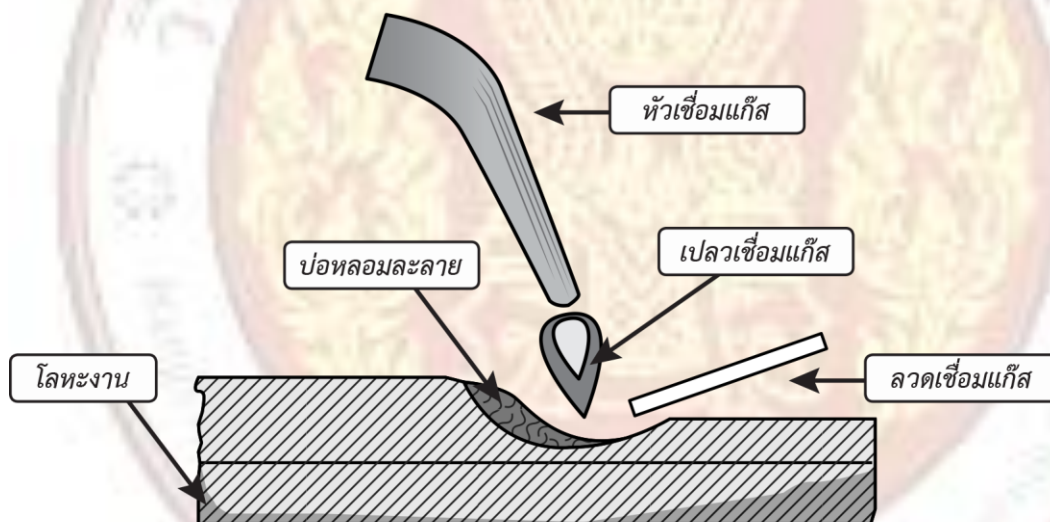
4. การเชื่อมอาร์กไส้ฟลักซ์ (Flux-Core Arc Welding) การเชื่อมอาร์กไส้ฟลักซ์ (FCAW) เป็นกระบวนการเชื่อมโดยมีพื้นฐานมาจากกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shield Metal Arc Welding) และกระบวนการเชื่อมโลหะแก๊สคลุม (Gas Metal Arc Welding) แต่จะแตกต่างกันตรงที่การเชื่อมอาร์กไส้ฟลักซ์จะใช้เส้นลวดกลวง (Tubular) บรรจุภายในด้วยฟลักซ์ (ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์) การเชื่อมมีทั้งระบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ



5. การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding) การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์ (SAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมเปลือยที่ป้อนเข้ามาอย่างต่อเนื่องกับชิ้นงาน โดยลวดเชื่อมจะหลอมละลายเติมในรอยเชื่อม และบางครั้งอาจเติมแท่งลวดเชื่อมเสริมเข้าไป บริเวณอาร์กจะถูกปกคลุมด้วยฟลักซ์ป่นเป็นผงละเอียด ทำให้เกิดการอาร์กอยู่ใต้ฟลักซ์ ซึ่งฟลักซ์ส่วนหนึ่งจะหลอมละลายเป็นสแลกปกคลุมรอยเชื่อม



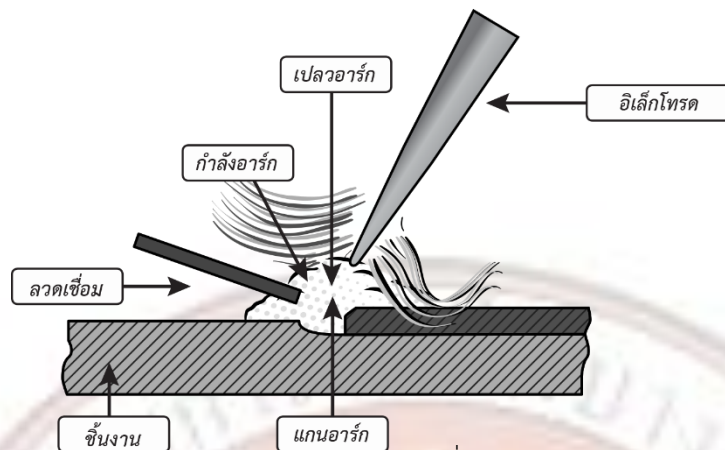
6. การเชื่อมแก๊ส (Oxyfuel Gas Welding) การเชื่อมแก๊ส (OFW) เป็นกระบวนการเชื่อมแบบหลอมละลายโลหะให้ติดกันด้วยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของแก๊สออกซิเจนกับแก๊สเชื้อเพลิง การเชื่อมอาจใช้ลวดเชื่อมและแรงกดงานหรือไม่ก็ได้ แก๊สเชื้อเพลิงที่นำมาใช้คือแก๊สอะเซทิลีน



7. การเชื่อมอาร์กคาร์บอน (Carbon Arc Welding) การเชื่อมอาร์กคาร์บอน (CAW) เป็นกระบวนการเชื่อมซึ่งใช้การอาร์กกันระหว่างแท่งอิเล็กโทรดที่ไม่สิ้นเปลือง (Nonconsumable) หรือแท่งคาร์บอนชนิดกราไฟต์ (Carbon Graphite Electrode) กับชิ้นงานหรือระหว่างแท่งอิเล็กโทรดคาร์บอนคู่ (Twin Carbon Arc Welding)

การเชื่อมด้วยแท่งคาร์บอนมีขอบเขตการใช้งานมาก เป็นการเชื่อมที่ใช้ความร้อนเป็นพลังงานอย่างเดียว คล้ายกับกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (GTAW) ซึ่งอุณหภูมิที่เกิดระหว่างการอาร์กจะอยู่ที่ 3,870–4,980 องศาเซลเซียส (7,000–9,000 องศาฟาเรนไฮต์) ซึ่งขึ้นอยู่กับกระแสที่ใช้ในระหว่างการอาร์ก คาร์บอนเล็ก

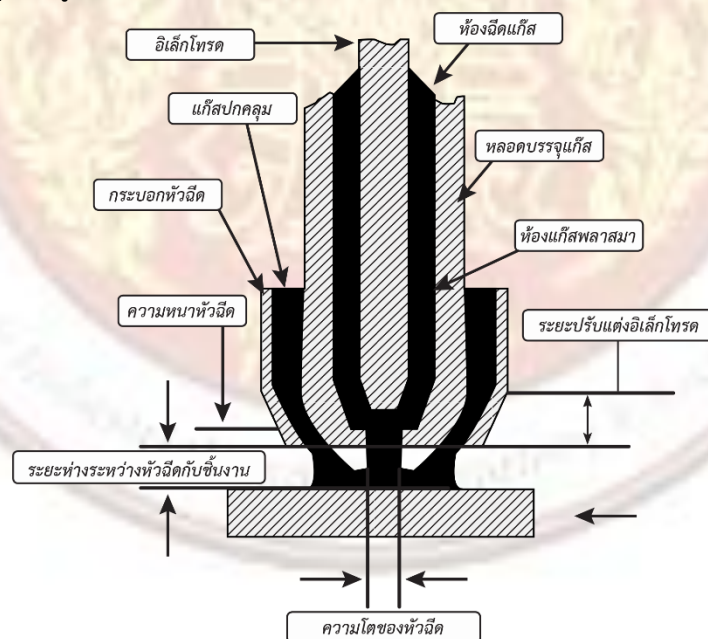
โทรดจะไหม้ไปกับการอาร์กน้อยมากโดยไม่มีผลต่อเนื้อรอยเชื่อม และรอยเชื่อมจะเกิดการเติมจากเนื้อโลหะชนิดเดียวกันกับโลหะชิ้นงานเท่านั้น การเชื่อมอาร์กคาร์บอน



8. ก ร

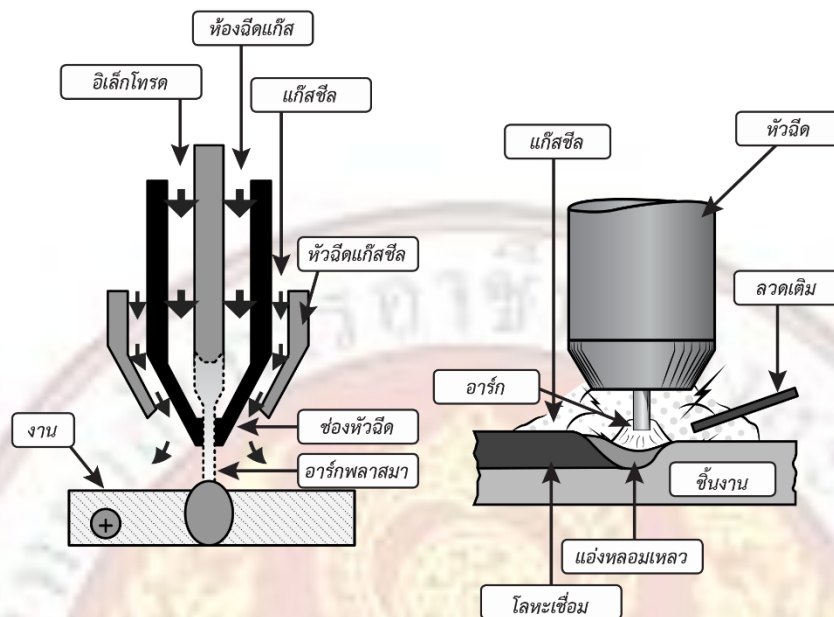
เชื่อมอาร์กพลาสมา (Plasma Arc Welding) การเชื่อม

อาร์กพลาสมา (PAW) มีพื้นฐานมาจากการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) แต่จะให้ความหนาแน่นของพลาสมาสูงกว่า การเชื่อมพลาสมาที่ได้รับความร้อนจากเพลวอาร์กที่บังคับให้ผ่านหลอดบรรจุ (Nozzle Constricted) ซึ่งอยู่ระหว่างแท่งอิเล็กโทรดกับชิ้นงาน แก๊สบางส่วนจะแตกตัวเป็นไอออนไนซ์ (Ionized) เรียกว่าพลาสมา ซึ่งประกอบไปด้วยอิเล็กตรอนอิสระที่มีประจุไฟฟ้าบวกและลบเกิดความต้านทานสูงจึงเร่งให้เกิดความร้อนอย่างรวดเร็ว และพลังงานความร้อนจะไหลผ่านช่องเล็กๆ (Orifice) ของหัวฉีด (Nozzle) เพื่อเพิ่มความเร็วสูง ทำให้เกิดการอาร์กพุ่งเข้าสู่ชิ้นงานเป็นพื้นที่เล็กๆ ทำให้รอยเชื่อมแคบและเล็ก



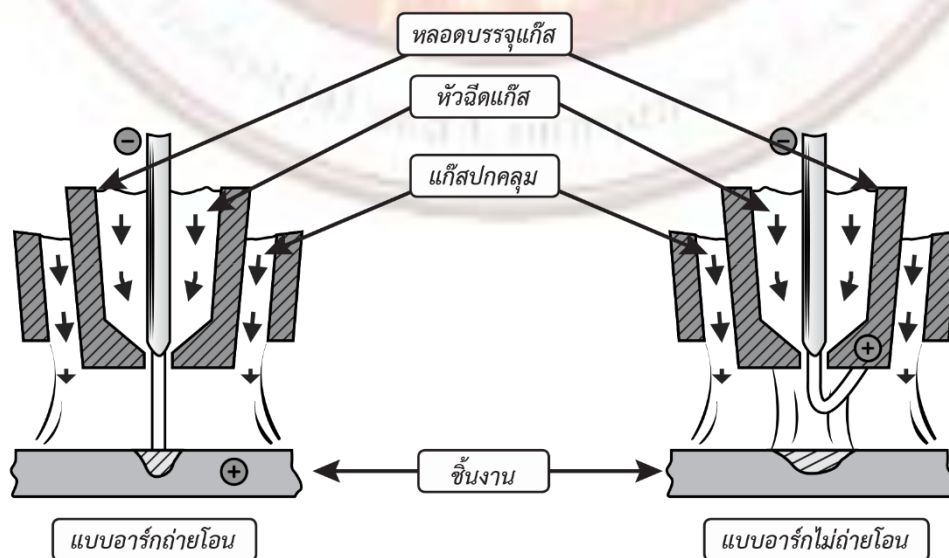
การเชื่อมอาร์กพลาสมาไม่เป็นที่นิยมเท่ากับการตัดด้วยพลาสมา ซึ่งการเชื่อมอาร์กพลาสมามีความเหมาะสมกับการเชื่อมโลหะจำพวกเหล็กสแตนเลส อะลูมิเนียม และโลหะที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องบินและอุปกรณ์พิเศษอื่นๆ ที่ใช้ในวงการแพทย์ เนื่องจากคุณภาพของรอยเชื่อมจะดี ในกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยไฟฟ้า

ทุกชนิดจะทำให้เกิดพลาสมา เช่น การเชื่อมโลหะแก๊สคลุม (GMAW) การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสแก๊สคลุม (GTAW) แต่จะมีจำนวนพลาสมาน้อยและสูญหายไปอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากมีปริมาณน้อยดังนั้นการพัฒนาการเชื่อมอาร์กพลาสมาที่มีโครงสร้างคล้ายกับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสแก๊สคลุมมากที่สุด



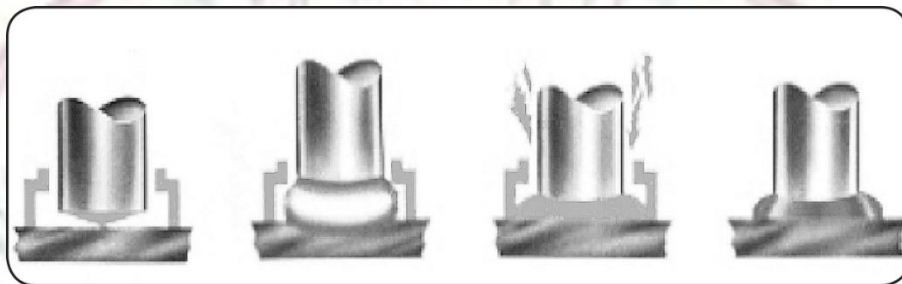
การเชื่อมอาร์กพลาสมาแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. การเชื่อมแบบอาร์กถ่ายโอน (Transferred Arc) การอาร์กเกิดขึ้นระหว่างอิเล็กโทรดกับชิ้นงาน เมื่อเกิดจากการอาร์กจะเกิดแก๊สไอออไนซ์ (Ionized) ไหลออกมาจากช่องเล็กๆ (Orifice) ของหัวฉีด (Nozzle) ทำให้เกิดพลังงานความร้อนสูงเรียกว่าพวยพลาสมา (Plasma Jet) ที่ใช้สำหรับการเชื่อม
2. การเชื่อมแบบอาร์กไม่ถ่ายโอน (Nontransferred Arc) การอาร์กเกิดขึ้นระหว่างอิเล็กโทรดกับคอนสตริกทอริไฟล์ (Constrict Orifice) ที่อยู่ภายในหัวเชื่อมจะต่อไว้กับวงจรเชื่อม โดยความร้อนที่เกิดขึ้นจะไหลผ่านรูหัวฉีด ทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นต่ำกว่าการเชื่อมแบบอาร์กถ่ายโอนจึงเหมาะกับการตัดและเชื่อมงานที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า



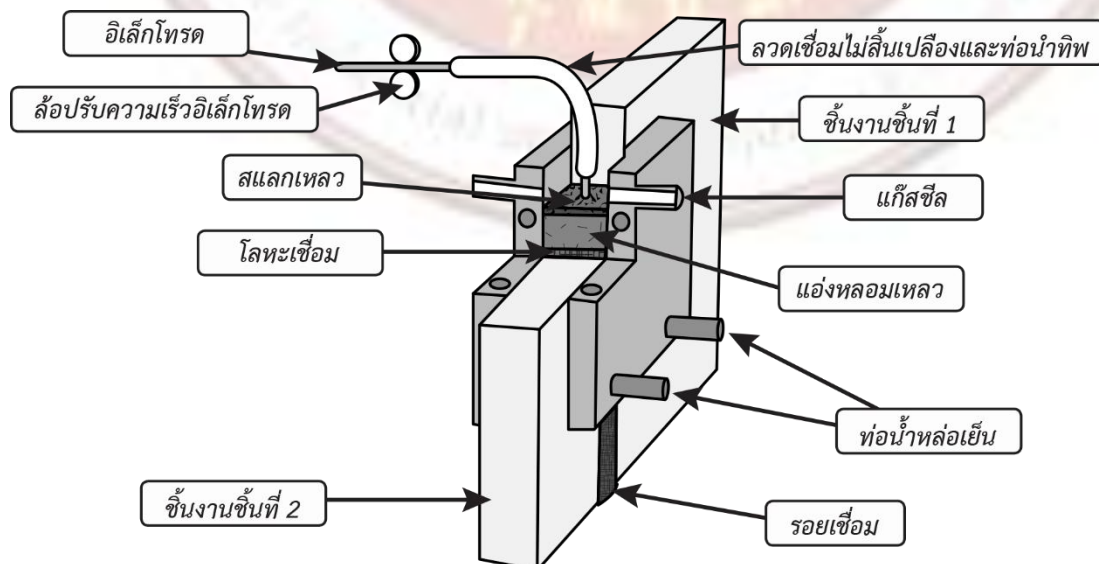
9. การเชื่อมสลัก (Stud Welding) การเชื่อมสลัก (SW) คือการเชื่อมปลายสลักหรือชิ้นงานที่รูปร่างคล้ายสลัก มาเชื่อมต่อกัน ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การอาร์ก การใช้ความต้านทาน (Resistance) การใช้แรงเสียดทาน (Friction) และการเชื่อมกระทบ (Percussion Welding) แต่จะกล่าวเฉพาะการเชื่อมแบบอาร์ก

การเชื่อมสลักแบบอาร์ก คือการเชื่อมปลายสลักกับชิ้นงานโดยอาศัยความร้อนจากการอาร์กระหว่างปลาย สลักกับพื้นผิวชิ้นงานภายใต้แรงกดดันต่ำ ทั้งนี้หัวเชื่อมจะเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับการจับสลักและเคลื่อนสลักสู่ ตำแหน่งที่ติดตั้งสลัก ขณะเดียวกันก็จะปล่อยกระแสไฟฟ้าสูงสู่ปลายสลัก โดยขณะอาร์กต้องมีวัสดุที่ป้องกัน บรรยากาศภายนอกซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ครอบบริเวณอาร์ก เรียกว่าเฟอร์รูล (Ferrule) ส่วนมากจะเป็นพวกเซรามิก



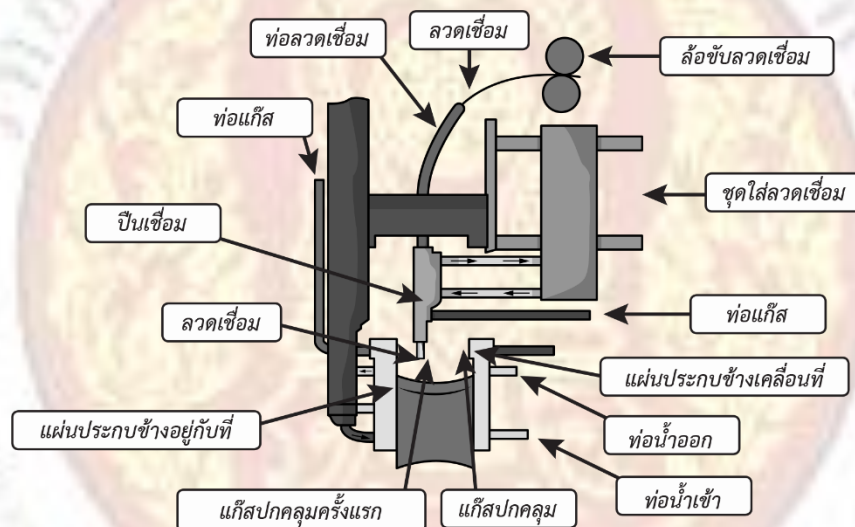
10. การเชื่อมอิเล็กโตรสแลก (Electro Slag Welding) การเชื่อมอิเล็กโตรสแลก (ESW) คือกระบวนการเชื่อมที่ ได้รับความร้อนจากการต้านทานไฟฟ้าเป็นตัวหลอมละลายฟลักซ์ ฟลักซ์ที่หลอมละลายเรียกว่าสแลก และการ หลอมละลายของอิเล็กโตรดจะทำให้ผิวหน้าของรอยต่อของโลหะชิ้นงานหลอมละลาย และฟลักซ์ที่หลอมเหลวทำ หน้าที่เป็นโลหะเติมเต็ม ลงรอยต่อของชิ้นงานอย่างต่อเนื่องและทำหน้าที่ป้องกันออกซิเจนจากอากาศและกำจัดสิ่ง สกปรกต่างๆ ออกจากรอยเชื่อม ใช้กับการเชื่อมอัตโนมัติและเชื่อมในตำแหน่งทำตั้งเชื่อมขึ้น

การเชื่อมอิเล็กโตรสแลกนี้จะใช้ในงานเชื่อมที่มีรอยต่อขนาดใหญ่และงานหนาๆ ซึ่งสามารถเชื่อมได้อย่าง รวดเร็วเชื่อมได้ครั้งละหลายๆ แนวในเวลาเดียวกัน เหมาะสำหรับงานโครงสร้างขนาดใหญ่ งานเครื่องจักรกล ภาชนะความดัน เป็นต้น



11. การเชื่อมอิเล็กโตรแก๊ส (Electro Gas Welding) การเชื่อมอิเล็กโตรแก๊ส (E G W) คือกระบวนการเชื่อมที่เกิดขึ้นระหว่างลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux Core Wire) หรือลวดเชื่อมแท่งตัน (Solid Wire) โดยอาศัยความร้อนที่เกิดจากการอาร์ระหว่างลวดเชื่อมและบ่อหลอมละลายในขอบเขตที่จำกัด ลวดเชื่อมจะถูกป้อนอย่างต่อเนื่องและการเชื่อมจะถูกกระทำในท่าตั้ง (Vertical Up) แต่กระบวนการเชื่อมอิเล็กโตรแก๊สนี้อาจจะใช้แก๊สคลุมหรือไม่คลุมก็ได้และไม่ต้องการแรงกดเลย โดยการลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ไม่ต้องใช้แก๊สปกคลุม แต่ถ้าเป็นลวดแบบไส้ตันต้องใช้แก๊สปกคลุม โดยแก๊สปกคลุมที่ใช้คือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ผสมกับแก๊สอาร์กอน การเชื่อมอิเล็กโตรแก๊สใช้สำหรับการเชื่อมอัตโนมัติ เหมือนกับการเชื่อมอิเล็กโตรสแลก

การเชื่อมอิเล็กโตรแก๊สใช้สำหรับการเชื่อมโครงสร้าง งานต่อเรือ ถึงความดัน ถึงเก็บของเหลวโดยความหนาของชิ้นงานที่ 10–100 มิลลิเมตร



6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1.SMAW ย่อมาจากกระบวนการเชื่อมแบบใด

- ก. Shield Arc Welding
- ข. Shield MIG Arc Welding
- ค. Shield MAG Arc Welding
- ง. Shield Metal Arc Welding
- จ. Gas Metal Arc Welding

2.AWS ย่อมาจากคำว่าอะไร

- ก. Arc Welding Society
- ข. American Weld Society
- ค. American Weld Standard
- ง. American Welding Society
- จ. American Welding Standard

3.Fusion Welding เป็นการเชื่อมแบบใด

- ก. การเชื่อมแบบกด
- ข. การเชื่อมแบบกระทบ
- ค. การเชื่อมแบบหลอมละลาย
- ง. การเชื่อมโดยใช้เสียดทาน
- จ. การเชื่อมด้วยความร้อนและแรงกด

4.กระบวนการเชื่อมใดไม่เกิดการสิ้นเปลืองของแท่งอิเล็กโทรด

- ก. SAW ข. OFW ค. SMAW ง. GTAW จ. GMAW

5.กระบวนการเชื่อมใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับขั้วไฟฟ้า

- ก. SAW ข. OFW ค. SMAW ง. GTAW จ. GMAW

6.การเชื่อมอาร์กพลาสมาสามารถแบ่งออกเป็นกี่ชนิด

- ก. 2 ชนิด ข. 3 ชนิด ค. 4 ชนิด ง. 5 ชนิด จ. 6 ชนิด

7.การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมใช้แก๊สชนิดใดปกคลุมแนวเชื่อม เพื่อป้องกันบรรยากาศภายนอกเข้าไปรวมตัวกับแนวเชื่อม

- ก. แก๊สฮีเลียม
- ข. แก๊สอาร์กอน
- ค. แก๊สอะเซทิลีน

ง. คาร์บอนไดออกไซด์

จ. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

8.วัสดุที่เรียกว่า เฟอร์รูล เป็นวัสดุที่ใช้ครอบบริเวณอาร์กกระบวนการเชื่อมใด

ก. การเชื่อมพลาสมา

ข. การเชื่อมสลักแบบอาร์ก

ค. การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

ง. การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม

จ. การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

9.การเชื่อมอิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมเหล็กที่มีความหนาตั้งแต่กี่มิลลิเมตร

ก. 1 - 3 มิลลิเมตร

ข. 4 - 6 มิลลิเมตร

ค. 6 - 9 มิลลิเมตร

ง. 9 - 15 มิลลิเมตร

จ. 10 - 100 มิลลิเมตร

10.Shield Metal Arc Welding หมายถึงกระบวนการเชื่อมแบบใด

ก.กระบวนการเชื่อมแบบบัดกรี

ข.กระบวนการเชื่อมแบบอาร์กโลหะแก๊สคลุม

ค.กระบวนการเชื่อมแบบแก๊สออกซิ-อะเซทิลีน

ง.กระบวนการเชื่อมแบบอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

จ.กระบวนการเชื่อมแบบอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1.SMAW ย่อมาจากกระบวนการเชื่อมแบบใด

- ก. Shield Arc Welding
- ข. Shield MIG Arc Welding
- ค. Shield MAG Arc Welding
- ง. Shield Metal Arc Welding
- จ. Gas Metal Arc Welding

2.AWS ย่อมาจากคำว่าอะไร

- ก. Arc Welding Society
- ข. American Weld Society
- ค. American Weld Standard
- ง. American Welding Society
- จ. American Welding Standard

3.Fusion Welding เป็นการเชื่อมแบบใด

- ก. การเชื่อมแบบกด
- ข. การเชื่อมแบบกระทบ
- ค. การเชื่อมแบบหลอมละลาย
- ง. การเชื่อมโดยใช้เสียดทาน
- จ. การเชื่อมด้วยความร้อนและแรงกด

4.กระบวนการเชื่อมใดไม่เกิดการสั่นเปลืองของแท่งอิเล็กโทรด

- ก. SAW ข. OFW ค. SMAW ง. GTAW จ. GMAW

5.กระบวนการเชื่อมใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับขั้วไฟฟ้า

- ก. SAW ข. OFW ค. SMAW ง. GTAW จ. GMAW

6.การเชื่อมอาร์กพลาสมาสามารถแบ่งออกเป็นกี่ชนิด

- ก. 2 ชนิด ข. 3 ชนิด ค. 4 ชนิด ง. 5 ชนิด จ. 6 ชนิด

7.การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมใช้แก๊สชนิดใดปกคลุมแนวเชื่อม เพื่อป้องกันบรรยากาศภายนอกเข้าไปรวมตัวกับแนวเชื่อม

- ก. แก๊สฮีเลียม

ข. แก๊สอาร์กอน

ค. แก๊สอะเซทิลีน

ง. คาร์บอนไดออกไซด์

จ. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

8. วัสดุที่เรียกว่า เฟอร์รูล เป็นวัสดุที่ใช้ครอบบริเวณอาร์กกระบวนการเชื่อมใด

ก. การเชื่อมพลาสมา

ข. การเชื่อมสลักแบบอาร์ก

ค. การเชื่อมอาร์กใต้ฟลักซ์

ง. การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม

จ. การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

9. การเชื่อมอิเล็กโตรแก๊สสามารถเชื่อมเหล็กที่มีความหนาตั้งแต่กี่มิลลิเมตร

ก. 1 - 3 มิลลิเมตร

ข. 4 - 6 มิลลิเมตร

ค. 6 - 9 มิลลิเมตร

ง. 9 - 15 มิลลิเมตร

จ. 10 - 100 มิลลิเมตร

10. Shield Metal Arc Welding หมายถึงกระบวนการเชื่อมแบบใด

ก. กระบวนการเชื่อมแบบบัดกรี

ข. กระบวนการเชื่อมแบบอาร์กโลหะแก๊สคลุม

ค. กระบวนการเชื่อมแบบแก๊สออกซิ-อะเซทิลีน

ง. กระบวนการเชื่อมแบบอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

จ. กระบวนการเชื่อมแบบอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

	ใบงาน ที่ 1	หน่วยที่ ... 1
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะสแตนเลส (GMAW) เชื่อมไฟฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมไฟฟ้า (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับ ลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะพื้นฐาน
3. รอบทำงานของเครื่องเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจิตตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ สะอาด รอบคอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 1
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

..

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวถึงลักษณะของกระบวนการเชื่อมอย่างง่ายเป็นอย่างไร ผู้ใช้มีความต้องการที่จะให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน จะแตกต่างกันบ้างก็ตรงลักษณะของการใช้งาน

2. ครูเล่าเรื่องกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shield Metal Arc Welding : SMAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่ยังใช้ในอุตสาหกรรมอยู่ทั่วไป โดยความร้อนจะเกิดจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์กับโลหะชิ้นงาน ซึ่งมีอุณหภูมิสูงจนสามารถทำให้โลหะชิ้นงานเกิดการหลอมเหลวติดกัน

ขั้นสอน

1. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ตามหัวข้อดังนี้

- หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะพื้นฐาน
- รอบทำงานของเครื่องเชื่อม
- อุปกรณ์ที่ใช้กับงานเชื่อมไฟฟ้า

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 2 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

1. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

2. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

3. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

8. สรุปและวิจารณ์ผล

กระบวนการเชื่อมโลหะที่นำมาใช้งาน ในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายกระบวนการ ซึ่งแต่ละกระบวนการจะมีวิธีการนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้ที่ศึกษาในเรื่องงานเชื่อมโลหะจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้กระบวนการเชื่อมโลหะ ซึ่งมีการแบ่งกลุ่มของกระบวนการเชื่อมเป็นวิธีใหญ่ๆ 2 วิธี ผู้เรียนต้องศึกษาเพื่อที่จะได้รู้และนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องตามกระบวนการ

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 1
รายวิชา กระบวนการเชื่อม รหัสวิชา 30103-0001
เรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	ด้านคุณธรรม จริยธรรม เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	ด้านทักษะการปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสัญญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 1 เรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ- นามสกุล	การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																รวม คะแนน
		การสนใจเรียน				การแสดงความคิดเห็น				การตอบคำถาม				การยอมรับฟังคนอื่น				ทำงานตามที่ ครูมอบหมาย
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

- ดีมาก = 4 สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยในชั้น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 90 - 100%
- ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70 - 89%
- ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50 - 69 %
- ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบฉบับสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ลงชื่อครูผู้สอนสังเกต
(.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา สาขางาน ระดับชั้น กลุ่ม

[illegible]

14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 2
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมแก๊ส	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน กระบวนการเชื่อมแก๊ส		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะ แกสคลุม (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้อฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้ เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับ ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความ ปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.1 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการ ดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้

1.4 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการ ติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้

1.5 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการ รื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี
2. สาคิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการในการปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง
3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎข้อบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน
2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ
2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บุรณาการกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้หลักการเชื่อม SMAW
- 2 แสดงการเลือกใช้ เครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ ลวดเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

1. หลักการเชื่อมแก๊ส
2. กระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน
3. แก๊สออกซิเจน
4. แก๊สอะเซทิลีน
5. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส
6. กฎสำหรับการปฏิบัติเมื่อใช้เครื่องปรับความดันแก๊ส
7. เปลวไฟที่ใช้ในการเชื่อมแก๊ส
8. เทคนิควิธีในการเชื่อมแก๊ส

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวถึงลักษณะของกระบวนการเชื่อมอย่างง่ายเป็นอย่างไร ผู้ใช้มีความต้องการที่จะให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน จะแตกต่างกันบ้างก็ตรงลักษณะของการใช้งาน

2. ครูเล่าเรื่องกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shield Metal Arc Welding : SMAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่ยังใช้ในอุตสาหกรรมอยู่ทั่วไป โดยความร้อนจะเกิดจากการอาร์ระหว่างลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์กับโลหะชิ้นงาน ซึ่งมีอุณหภูมิสูงจนสามารถทำให้โลหะชิ้นงานเกิดการหลอมเหลวติดกัน

ขั้นสอน

1. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ตามหัวข้อดังนี้

- หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะพื้นฐาน
- รอบทำงานของเครื่องเชื่อม
- อุปกรณ์ที่ใช้กับงานเชื่อมไฟฟ้า

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 2 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรรกะวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

1. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

2. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

3. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. สื่อ VDO Power Power และ วิดีทัศน์
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. รูปภาพประกอบ

5. เครื่องมือและอุปกรณ์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอน

2.ผลงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แผนจัดการเรียนรู้

2. ใบเช็คชื่อเข้าห้องเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

2. ตรวจใบงาน

3. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้

4. ประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

5. สังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

6. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

2. แบบประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)

3. แบบสังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)

4. แบบประเมินกิจกรรมใบงาน

5. แบบประเมินผลการเรียนรู้

6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยครูและผู้เรียนร่วมกัน

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

2. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

4. กิจกรรมใบงาน เกณฑ์ผ่าน คือ 50%

5. แบบประเมินผลการเรียนรู้มีเกณฑ์ผ่าน 50%

6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 2	หน่วยที่ ... 2
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมแก๊ส	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมแก๊ส		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะแก๊ส (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้อฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 1 แสดงความรู้หลักการเชื่อม SMAW
- 2 แสดงการเลือกใช้ เครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ ลวดเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

การจ่ายแก๊สแบบแมนิโฟลด์ (Manifold)

ในการจ่ายแก๊สแบบแมนิโฟลด์นี้คือการจ่ายแก๊สแบบรวมจะใช้ในการเชื่อมที่เป็นโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานศึกษาโดยแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนจะถูกเก็บไว้อีกที่แล้วส่งจ่ายตามท่อมายังสถานีเชื่อม ซึ่งสถานีเชื่อมอาจจะมีหลายจุดที่ใช้ในการเชื่อม ท่อเก็บแก๊สอาจจะอยู่ใกล้กับสถานีเชื่อมหรือแยกออกไปเก็บไว้ที่ห่างจากสถานีเชื่อมแต่ไม่ไกลมากนัก ถ้าไกลมากจะมีปัญหาเกี่ยวกับการจ่ายแก๊สที่ต้องใช้ปริมาณมากจึงจะพอกับแรงดันที่ใช้ในการเชื่อม โดยจะใช้แก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนเพียงท่อเดียวหรือหลายท่อก็ได้ส่งแก๊สไปตามสถานีเชื่อม ความดันของแก๊สออกซิเจนที่มีความดันขนาด 30–100 ปอนด์ต่อตารางนิ้วทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของท่อและความยาวของท่อส่งแก๊สมาตรบังคับแก๊สที่ใช้ในแมนิโฟลด์จะเป็นเครื่องบังคับแก๊สขนาดใหญ่ (Master Regulator) สำหรับควบคุมความดันส่งแก๊สในท่อจะมี 2 ตัว ตัวแรกใช้วัดความดันแก๊สในแมนิโฟลด์

ส่วนตัวที่ 2 วัดความดันแก๊สที่ส่งไปตามท่อ ซึ่งจะใช้ท่อทองแดงต่อเข้ากับท่อแก๊สออกซิเจนโดยท่อทองแดงจะต้องผ่านการอบคืนตัว สำหรับแก๊สอะเซทิลีนจะกล่าวเฉพาะแมนิโฟลด์ที่ใช้กับท่อแก๊สอะเซทิลีน ซึ่งการติดตั้งระบบแมนิโฟลด์ของแก๊สอะเซทิลีน จะต้องเพิ่มเครื่องบังคับแก๊ส ลีนควบคุมและระบบป้องกันไฟย้อนกลับทางเพิ่มขึ้น ท่อที่ใช้ให้ใช้ท่อทองเหลืองแทนท่อทองแดงเพราะถ้าใช้ท่อทองแดงแก๊สอะเซทิลีนจะทำปฏิกิริยาในรูปคอปเปอร์อะเซทิลีน (Copper-Acetylene) อาจทำให้ผู้ใช้มีอาการชกกระตุกได้ ส่วนที่สถานีเชื่อมแก๊สจะใช้มาตรวัดความดันเพียงตัวเดียว คือมาตรวัดความดันที่นำไปใช้งานอย่างเดียว และเมื่อนำออกไปใช้งานจะวางตำแหน่งการเชื่อมงาน



แสดงพื้นที่การเชื่อมแบบแมนิโฟลด์

ลวดเชื่อมแก๊ส (Filler Rod)

ในการเชื่อมแก๊สจะสามารถทำได้โดยไม่เติมลวดเชื่อมแก๊สก็ได้ เช่น การเชื่อมมุม การเชื่อมขอบส่วนการเชื่อมต่อแบบต่อชน ต่อเกยและต่อรูปตัวที่จำเป็นต้องใช้ลวดเชื่อมแก๊ส ลวดเชื่อมแก๊สเป็นลวดเติม (Filler Rod) ชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นเส้นโลหะที่ใช้สำหรับเติมลงในรอยเชื่อมขณะเชื่อม การเลือกต้องเลือกให้ถูกต้องและเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน ลวดเชื่อมแก๊สแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ลวดเชื่อมเหล็ก

มีหลายประเภท เช่น ลวดเชื่อมแก๊สเหล็กเหนียว ลวดเชื่อมแก๊สเหล็กหล่อ เป็นต้น มีลักษณะเป็นเส้นกลม ส่วนผสมของลวดเชื่อมประเภทนี้จะมีธาตุเหล็กเป็นหลัก และมีส่วนผสมของธาตุอื่นบ้าง

2. ลวดเชื่อมนอกกลุ่มเหล็ก

มีหลายประเภท เช่น ลวดเชื่อมทองแดงและทองแดงผสม ลวดเชื่อมอะลูมิเนียม ลวดเชื่อมเงิน เป็นต้น การเชื่อมแก๊สโดยใช้ลวดเชื่อมที่ไม่ใช่เหล็กส่วนใหญ่จะใช้ฟลักซ์ (Flux) เป็นตัวประสานในการเชื่อมแก๊ส องค์ประกอบในการพิจารณาเลือกลวดเชื่อมแก๊ส

1. ชนิดของโลหะงานที่นำมาเชื่อม
2. ความหนาของโลหะงานที่จะนำมาเชื่อม
3. ชนิดและขนาดของรอยต่องานเชื่อม

หลักการเชื่อมแก๊ส (Oxyfuel Gas Welding)

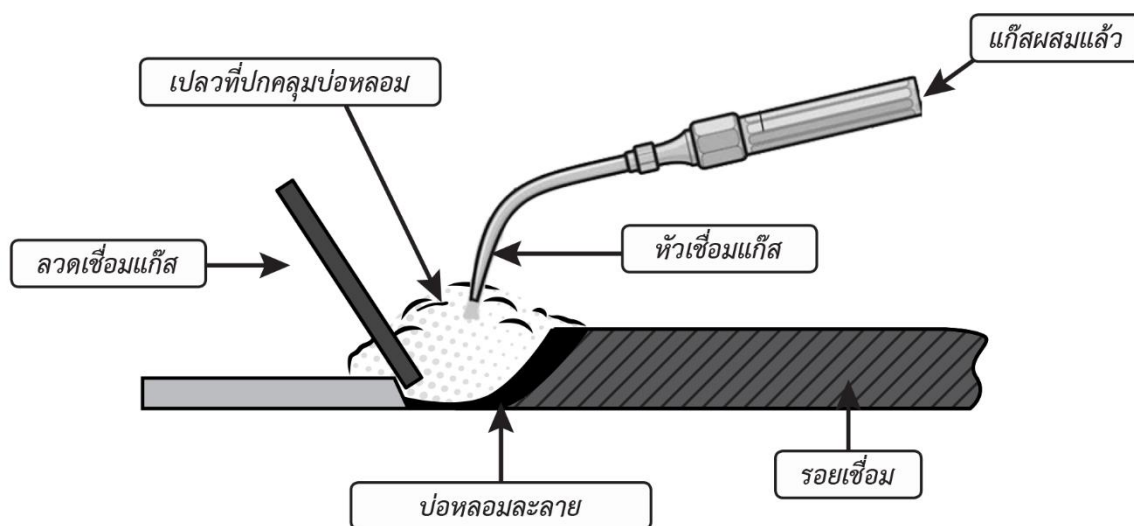
การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding) คือ กระบวนการเชื่อมที่ได้ความร้อนมาจากเปลวไฟระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับแก๊สออกซิเจน แก๊สเชื้อเพลิงมีหลายชนิด ได้แก่ แก๊สอะเซทิลีน แก๊สมีเทน แก๊สโพรเพน ฯลฯ ซึ่งจะมีการให้ความร้อนในเปลวของการเชื่อมแก๊สที่ต่างกันแต่ที่นิยมใช้กันคือแก๊สอะเซทิลีนกับแก๊สออกซิเจน แก๊สอะเซทิลีนผสมกับแก๊สออกซิเจนในอัตราส่วนประมาณ 1:1 โดยปริมาตร เปลวไฟที่เกิดจากการลุกไหม้จะมีความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 6000 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 3315 องศาเซลเซียส ซึ่งเหมาะแก่การเชื่อมเหล็กและโลหะผสมต่างๆ ซึ่งเรียกวิธีเชื่อมแบบนี้ว่า ออกซี-อะเซทิลีน (Oxy-Acetylene) การเลือกใช้แก๊สจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในด้านราคา ปริมาณความร้อน และคุณภาพที่เกิดขึ้นกับงาน แก๊สเชื้อเพลิงที่สามารถรวมกับแก๊สออกซิเจน เมื่อจุดเปลวไฟแล้วจะให้ความร้อนสูงมีหลายชนิด ซึ่งมีอุณหภูมิแตกต่างกัน

แสดงอุณหภูมิและปริมาณความร้อนของแก๊สเชื้อเพลิง

แก๊สเชื้อเพลิง	เปลวกลาง (Neutral Flame) อุณหภูมิ °F (°C)	เปลวปฐม (Primary Flame) BTU/ft ³ (Kg-cal/ m ³)	เปลวปฐม (Primary Flame) BTU/ft ³ (Kg-cal/ m ³)	รวมปริมาณความร้อน ทั้งหมด BTU/ft ³ (Kg-cal/ m ³)
อะเซทิลีน (Acetylene)	5,589 (3,087)	507 (4,510)	963 (8,570)	1,470 (13,090)
แมพ (MAPP)	5,301 (2,927)	4,510 (517)	1,889 (16,820)	2,406 (21,420)
แก๊สธรรมชาติ (Natural Gas)	4,600 (2,538)	11 (98)	989 (8,810)	1,000 (8,900)
โพรเพน (Propane)	4,579 (2,526)	255 (2,270)	2,243 (19,970)	2,498 (22,240)
โพรพิลีน (Propylene)	5,163 (2,867)	438 (3,900)	1,962 (17,470)	2,371 (21,110)

กระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน

การเชื่อมแก๊สคือกระบวนการเชื่อมแบบหลอมละลาย โดยเกิดจากการสันดาประหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับแก๊สออกซิเจน โดยทั่วไปแก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้คือแก๊สอะเซทิลีน ทำให้โลหะเกิดการหลอมละลายเป็นแอ่ง (Puddle) แล้วเติมลวดเชื่อม (Filler Metal) เข้าไปเติมเป็นรอยเชื่อม หรือให้เนื้อโลหะงานหลอมละลายประสานกันเองโดยไม่ต้องเติมลวดเชื่อม เมื่อใช้แก๊สอะเซทิลีนเชื่อมจึงเรียกว่า การเชื่อมออกซิอะเซทิลีน (Oxyacetylene Welding) โดยมีอุณหภูมิประมาณ 6000 องศาฟาเรนไฮต์ (3316 องศาเซลเซียส) แก๊สที่นำมาใช้เชื่อมที่สำคัญได้แก่ แก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน



แก๊สออกซิเจน (Oxygen Gas)

แก๊สออกซิเจนมีสัญลักษณ์ทางเคมีว่า O_2 มีมากในอากาศประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ มีแก๊สไนโตรเจนอยู่ 78 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นแก๊สชนิดอื่นๆ อีกเล็กน้อย แก๊สออกซิเจนจัดว่าเป็นแก๊สที่มีประโยชน์ต่อคน สัตว์ พืช ที่ช่วยในการดำรงชีวิต

ใน ค.ศ. 1774 นักเคมีชาวอังกฤษชื่อ Joseph Priestley เป็นผู้ค้นพบแก๊สออกซิเจนโดยการเผาปรอทแดง (Mercuric Oxide) และอีกร้อยกว่า ใน ค.ศ. 1884 ได้มีผู้ค้นคิดวิธีผลิตแก๊สออกซิเจนด้วยกรรมวิธีอากาศเหลว (Liquid Air Process) ซึ่งเป็นวิธีการผลิตแก๊สออกซิเจนที่ลดต้นทุนและผลิตได้เป็นจำนวนมาก

สมบัติของแก๊สออกซิเจน

1. เป็นแก๊สที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส
2. สามารถรวมตัวกับธาตุต่างๆ ได้มาก
3. เป็นได้ทั้ง 3 สถานะ คือ แก๊ส ของเหลว และของแข็ง
4. ไม่ติดไฟแต่สามารถช่วยให้ไฟติด
5. จะกลายเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ -183 องศาเซลเซียส และกลายเป็นของแข็งที่อุณหภูมิ -218 องศาเซลเซียส

การเตรียมแก๊สออกซิเจน

การเตรียมแก๊สออกซิเจนกระทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงต้นทุนในการผลิต และกระบวนการผลิต ซึ่งการเตรียมแก๊สออกซิเจน มีดังนี้

1. การผลิตแก๊สออกซิเจนจากน้ำ

เป็นที่ทราบกันดีว่าในน้ำจะประกอบไปด้วยธาตุไฮโดรเจน 2 ส่วนและออกซิเจน 1 ส่วนมีสัญลักษณ์ H_2O เราสามารถแยกออกซิเจนออกจากไฮโดรเจนได้ โดยนำกระแสไฟฟ้าตรงผ่านลงไปในน้ำ ออกซิเจนจะถูกแยกและเกิดที่ขั้วบวก 1 ส่วน ไฮโดรเจนจะเกิดที่ขั้วลบ 2 ส่วน ส่วนน้ำที่นำมาใช้ในการแยกหาออกซิเจน และไฮโดรเจนเติมด้วยโซเดียมคลอไรด์เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย โดยมีสายไฟต่อจากขั้วบวก และขั้วลบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงนำไปจุ่มไว้ทั้ง 2 ขั้ว วิธีนี้ไม่นิยมเพราะเสียค่าใช้จ่ายสูงและได้แก๊สไฮโดรเจนเป็นจำนวนมากกว่า และอาจเกิดอันตรายจากการระเบิดได้

2. การผลิตแก๊สออกซิเจนจากอากาศ

ในอากาศประกอบไปด้วยแก๊สหลายชนิด ซึ่งแก๊สแต่ละชนิดมีอุณหภูมิที่อยู่ในสถานะต่างๆ เช่น แก๊สของเหลวและของแข็ง ดังนั้นการเตรียมออกซิเจนด้วยวิธีดึงออกซิเจนจากอากาศเหลวจึงเอาความแตกต่างของอุณหภูมิในสถานะของเหลวของแก๊สชนิดต่างๆ มาใช้ คือนำอากาศที่อยู่ในบรรยากาศไปเก็บในถังเก็บกักจัดสิ่งสกปรกน้ำมันที่ติดมากับอากาศจากนั้นลดอุณหภูมิให้ต่ำจนถึง -200 องศาเซลเซียส และเพิ่มความดันให้มากขึ้นด้วยอุณหภูมิและความดันที่เพิ่มขึ้นมาทำให้อากาศกลายเป็นของเหลวเรียกว่า “อากาศเหลว” อากาศเหลวที่ได้จะมีทั้งออกซิเจนและไนโตรเจน แต่มีจุดเดือดที่ต่างกัน จากจุดเดือดที่แตกต่างกันนี้ทำให้อากาศเหลวที่ได้จะมีทั้งออกซิเจนและไนโตรเจน แต่มีจุดเดือดที่ต่างกัน จากจุดเดือดที่ต่างกันนี้ทำให้

สามารถแยกออกซิเจนและไนโตรเจนได้ โดยการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น และลดความดันลงที่อุณหภูมิ -195.7 องศาเซลเซียส แก๊สไนโตรเจนที่เป็นของเหลวอยู่จะกลายเป็นแก๊สระเหยขึ้นมาและนำไปจัดเก็บ ฉะนั้นอากาศเหลวที่เหลืออยู่ จะมีเพียงแก๊สออกซิเจนเท่านั้น เมื่อลดความดันลงและเพิ่มอุณหภูมิอีกประมาณ -182.6 องศาเซลเซียส ออกซิเจนเหลวจะกลายเป็นแก๊สระเหยขึ้นมาและนำไปจัดเก็บกระบวนการนี้สามารถเตรียมได้จำนวนมาก จึงเหมาะแก่การนำไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรมต่างๆ โดยมีความบริสุทธิ์ถึง 99%

แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Gas)

แก๊สอะเซทิลีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีสัญลักษณ์ทางเคมีว่า C_2H_2 เป็นแก๊สเชื้อเพลิงที่ติดไฟมีกลิ่นฉุน เมื่อมาเผาไหม้ร่วมกับแก๊สออกซิเจนจะให้ความร้อนสูง เชื่อมและตัดโลหะได้ดี แก๊สอะเซทิลีนผลิตได้โดยนำแคลเซียมคาร์ไบด์มาผสมกับน้ำ ทำให้เกิดปฏิกิริยาโดยคาร์บอนที่อยู่ในก้อนแคลเซียมคาร์ไบด์กับไฮโดรเจนที่อยู่ในน้ำจะแยกตัวออกมาพร้อมกับแก๊สอะเซทิลีน

ปริมาณของแก๊สอะเซทิลีนที่ผลิตได้ตามหลักทฤษฎี 350 ลิตร ซึ่งในทางปฏิบัติเพื่อให้ 270–300 ลิตร ต่อแคลเซียมคาร์ไบด์ 1 กิโลกรัมให้ความร้อน 1700 kJ (กิโลจูล) แคลเซียมคาร์ไบด์เป็นผลผลิตที่ได้จากการเผาแคลเซียมออกไซด์กับถ่านโค้กในเตาไฟฟ้า โดยไม่ให้อากาศเข้าไปรวมตัวในขณะหลอมละลาย และเมื่อปล่อยให้แข็งตัวจะมีลักษณะเป็นก้อนแข็งคล้ายหิน

สมบัติของแก๊สอะเซทิลีน

1. เป็นแก๊สไม่มีรส มีกลิ่นฉุน (กลิ่นคล้ายอีเธอร์ ธาตุจำพวกหนึ่งที่ใช้ทำยาสลบ)
2. เบากว่าอากาศ
3. ไม่มีสี
4. เมื่อบริสุทธิ์ละลายน้ำได้ และเป็นพิษต่อร่างกาย
5. เมื่อรวมตัวกับแก๊สออกซิเจนในอัตราส่วนที่เหมาะสม จะได้เปลวไฟที่มีความร้อนสูงอุณหภูมิประมาณ 3037–3315 องศาเซลเซียส
6. อันตรายถ้ามีความดันเกิน 30 psi (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรืออุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส อาจเกิดระเบิดได้

1. ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cylinder)

ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนมีลักษณะทรงกระบอกทำจากเหล็กกล้าแมงกานีส (Manganese Steel) เป็นท่อที่ไม่มีตะเข็บหรือผ่านการเชื่อม มีความหนาของท่อไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร สัญลักษณ์สีที่ตัวท่อจะทาสีเขียวหรือสีดำ ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนผ่านการทดสอบด้วยกำลังอัดของน้ำที่มากกว่า 3300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) ผ่านการอบคืนตัว (Annealing) เพื่อลดความเครียด (Strain) และผ่านการทำความสะอาดด้วยน้ำโซดาไฟ วาล์วของท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนเป็นวาล์วที่ออกแบบพิเศษทนต่อแรงดันได้สูง ทำด้วยทองเหลืองโดยวิธีการอัดขึ้นรูป และมีเบาะรองรับวาล์วพิเศษเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งตัวเพื่อทำหน้าที่ป้องกันแก๊สรั่วรอบๆ แกนวาล์ว ดังแสดงในรูปที่ 8.3 ที่

รอบคอท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนจะมีเกลียวไว้สำหรับขันฝาครอบเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศได้รับความเสียหายเวลาเคลื่อนย้าย ขนาดความดันของแก๊สที่บรรจุภายในท่อจะมีความดันสูงสุด 2,200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ขนาดของท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนที่ใช้กันมีหลายขนาด ได้แก่ขนาด 55 , 80 , 100 , 125 , 220, 250 และ 300 ลูกบาศก์ฟุต แต่ที่นิยมใช้ในโรงงาน คือขนาดบรรจุ 220 ลูกบาศก์ฟุต



แสดงลักษณะท่อบรรจุแก๊สออกซิเจน

2. ท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Cylinder)

ท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีนมีขนาดและรูปร่างต่างกัน ที่นิยมใช้กันความสูงของฐานล่างถึงบริเวณคอท่อประมาณ 1025 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 304 มิลลิเมตร บรรจุแก๊สได้ 275 ลูกบาศก์ฟุตอัดความดัน 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เนื่องจากท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีนบรรจุด้วยความดันต่ำกว่าท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนมาก ดังนั้นความหนาท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีนจึงน้อยกว่าท่อบรรจุแก๊สออกซิเจน และสามารถทำได้โดยนำเหล็กมาขึ้นรูปและเชื่อมประกอบเป็นท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีน ที่หัวท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีนจะเป็นเกลียวตัวเมียติดลิ้นหัวท่อ ด้านนอกทำเป็นเกลียวตัวผู้สำหรับปิดฝาครอบหัวท่อบรรจุแก๊ส สำหรับด้านล่างของท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีนจะทำเข้าด้านในเพื่อทนต่อความดันของแก๊สภายในและเวลาตั้งจะได้ไม่ล้ม สัญลักษณ์สีที่ตัวท่อจะหาด้วยสีน้ำตาล แก๊สอะเซทิลีนเป็นแก๊สเชื้อเพลิงที่มีสมบัติติดไฟง่ายที่ท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีนจึงต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายติดอยู่ที่คอท่ออาจมีเพียงแห่งเดียวหรือมากกว่า ตำแหน่งที่ใช้ติดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายมีนิยมนิดไว้ที่ส่วนเว้าของคอท่อบรรจุแก๊สหรือก้นท่อบรรจุแก๊สตรงส่วนที่เว้า ลักษณะของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายมีลักษณะเป็นปลั๊กอุด เรียกว่าปลั๊กนิรภัย (Safety Plug) ยึดติดกับท่อโดยใช้เกลียวตรงกลางปลั๊กเจาะรูผ่านตลอดภายในรูอุดด้วยโลหะอ่อนที่มีจุดหลอมตัวต่ำเช่นตะกั่วทำหน้าที่คล้ายฟิวส์ ถ้าอุณหภูมิภายในท่อบรรจุแก๊สสูงโลหะที่อุดจะหลอมละลายปล่อยแก๊สที่อยู่ภายในท่อไหลออกทิ้งเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายได้ภายในท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีนจะบรรจุด้วยสารที่มีรูพรุน (Porous material) ไว้ภายในจนเต็มซึ่งแตกต่างจากท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนที่ภายในกลวง สารที่มีรูพรุนมีลักษณะคล้ายฟองน้ำที่ประกอบด้วยวัสดุหลายอย่างเช่น โยหินชนิดอ่อน (Soft Asbestos) ไม้เนื้ออ่อน ถ่าน ไลม์ซิลิกา (Lime Cilica)

วาล์วควบคุมการไหล (Control Valve) ในตัวหัวเชื่อมแก๊สจะมีวาล์วควบคุมการไหลอยู่ 2 ตัวคือตัวหนึ่งใช้กับแก๊สอะเซทิลีนซึ่งจะมีอักษร F ติดที่วาล์วและใช้สัญลักษณ์สีแดงเกลียวที่ต่อเข้าเป็นเกลียวซ้าย ส่วนอีกตัวใช้กับแก๊สออกซิเจนซึ่งจะมีอักษร O ติดที่วาล์วและใช้สัญลักษณ์สีเขียวหรือสีฟ้าเกลียวที่ต่อเข้าเป็นเกลียวขวา

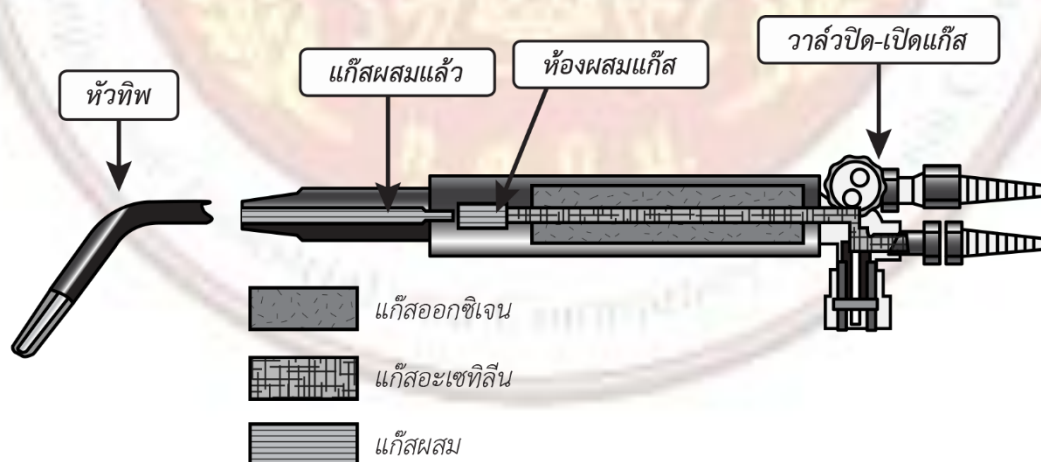
- **หัวเชื่อมแก๊ส (Torch Body)** มีลักษณะเป็นทรงกระบอก ที่ด้านล่างจะมีเกลียวที่ต่อกับสายยางเชื่อมแก๊สโดยที่เกลียวจะมีวาล์วเปิดปิดทางเดินของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนและยังเป็นมือจับสำหรับการเชื่อมแก๊สด้วย

- **ห้องผสมแก๊ส (Mixing Chamber)** เป็นส่วนที่แก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนเข้ามาผสมกันเพื่อให้แก๊สทั้งสองเกิดการสันดาปได้สมบูรณ์

หัวเชื่อมแก๊สแบ่งออกได้ 2 ชนิดตามลักษณะแรงดันของแก๊สอะเซทิลีน เนื่องจากแก๊สอะเซทิลีนที่ใช้กันอยู่มี 2 ชนิด คือแบบท่อที่บรรจุสำเร็จรูปที่มีความดันสูง ทำให้สามารถควบคุมแรงดันมาใช้งานได้ดี กับอีกแบบหนึ่งก็นำเอาแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมกับน้ำในเครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีน แรงดันต่ำควบคุมได้ยาก ดังนั้นจึงแบ่งหัวเชื่อมแก๊สได้ 2 ชนิดดังนี้

1. หัวเชื่อมแก๊สแบบความดันสมดุล (Equal Pressure Torch)

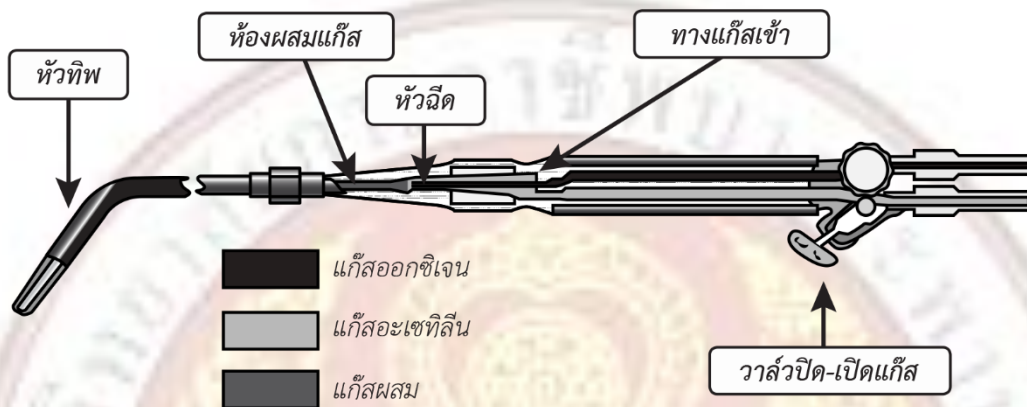
หัวเชื่อมแก๊สแบบความดันสมดุล ใช้กับแก๊สอะเซทิลีนแบบท่อที่บรรจุสำเร็จ ซึ่งให้ความดันของแก๊สสูงกว่าแบบเครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีนจากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมกับน้ำโดยที่หัวเชื่อมแก๊สชนิดนี้ต้องใช้ความดันของแก๊สสูงพอที่จะดันเข้าไปยังห้องผสมแก๊ส ความดันที่ใช้อยู่ระหว่าง 1-15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หัวเชื่อมแก๊สชนิดนี้บางทีเรียกว่า บาลานซ์ เพรสเชอร์ (Balance Pressure) ความดันของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนโดยปกติแล้วจะใช้เท่ากัน



แสดงลักษณะภาพตัดหัวเชื่อมแก๊สแบบความดันสมดุล

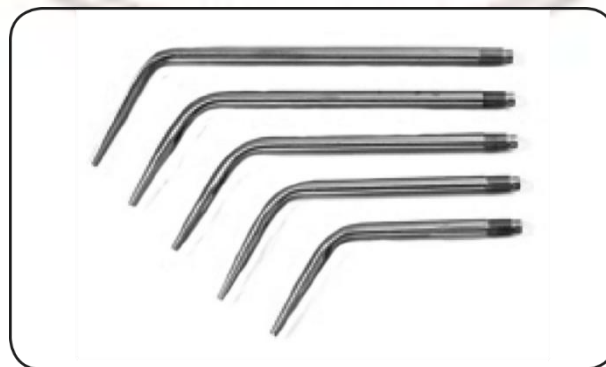
2. หัวเชื่อมแก๊สแบบหัวฉีด (Injector Torch)

หัวเชื่อมแก๊สแบบหัวฉัดเรียกอีกชื่อว่าโล พรессเซอร์ ไทป์ (Low Pressure Type) ซึ่งเป็นหัวเชื่อมแก๊สที่ใช้ความดันต่ำ โดยเฉพาะแก๊สอะเซทิลีนที่ได้จากเครื่องกำเนิดแก๊สและยังสามารถใช้ได้กับท่อที่บรรจุสำเร็จได้อีกด้วย หัวเชื่อมแก๊สแบบหัวฉัดมีลักษณะเหมือนกับหัวเชื่อมแก๊สแบบความดันสมดุลจะแตกต่างกันตรงโครงสร้างภายใน โดยที่หัวเชื่อมด้านในมีท่อแก๊สออกซิเจนอยู่กลางและล้อมด้วยแก๊สอะเซทิลีนโดยที่ท่อแก๊สออกซิเจนจะมีความดันสูงกว่าที่ใช้กับหัวเชื่อมแก๊สแบบความดันสมดุลและแก๊สออกซิเจนที่มีความดันสูงจะผ่านหัวฉัดเข้าไปยังห้องผสมแก๊ส พร้อมกับดึงแก๊สอะเซทิลีนที่มีความดันต่ำ เข้าไปยังห้องผสมแก๊สด้วย



แสดงลักษณะภาพตัดหัวเชื่อมแก๊สแบบหัวฉัด

- **หัวทิว (Welding Tip)** หัวทิวทำมาจากทองแดงผสม ซึ่งมีคุณสมบัติในการนำความร้อนและถ่ายเทความร้อนได้ดี ที่ปลายของหัวทิวมีรูเมื่อจุดไฟจะเกิดเปลวไฟที่ปลายหัวทิว หัวทิวมีขนาดรูที่แตกต่างกันที่มีรูใหญ่จะให้เปลวไฟใหญ่ สำหรับรูขนาดเล็กก็จะให้เปลวไฟขนาดเล็ก ขนาดของรูหัวทิวจะกำหนดเป็นเบอร์โดยเบอร์น้อยขนาดรูหัวทิวจะเล็กเบอร์ใหญ่ขนาดรูหัวทิวจะใหญ่ เช่นเบอร์ 0 จะเล็กกว่า เบอร์ 1 เป็นต้น การเลือกขนาดของหัวทิวจะต้องคำนึงถึงขนาดความหนาของโลหะ งานที่จะเชื่อม เช่น ถ้าเลือกใช้หัวทิวใหญ่เกินไปจะทำให้รอยเชื่อมใหญ่และงานอาจทะลุ ถ้าเลือกหัวทิวขนาดเล็กไปจะทำให้เสียเวลามากเพราะปริมาณความร้อนที่ออกจากหัวทิวไม่พอสำหรับการหลอมละลายงาน ถ้าขนาดของหัวทิวใหญ่หรือเล็กเกินไปห้ามแก้ไขโดยการเพิ่มหรือลดแรงดันของแก๊ส เพราะอาจเกิดอันตรายได้ เช่น ไฟอาจย้อนกลับเข้าสู่ท่อบรรจุแก๊ส



แสดงลักษณะขนาดหัวทิพ

6. อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal Safety Equipment) อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยส่วนบุคคลในงานเชื่อมแก๊ส จะเป็นชุดเชื่อมแก๊สที่ช่างเชื่อมทุกคนจะต้องสวมใส่ในการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ตัวเอง ได้แก่

6.1 ถุงมือหนัง (Gloves) ควรเป็นถุงมือที่ทำด้วยหนัง หรืออาจเป็นวัสดุอื่นที่ไม่ติดไฟ ใช้สวมใส่เพื่อป้องกันความร้อนจากการเชื่อมแก๊ส

แสดงลักษณะถุงมือหนัง



6.2

เสื้อคลุมหนัง

(Apron) ควรทำด้วยหนัง หรืออาจเป็นวัสดุอื่นที่ไม่ติดไฟใช้เพื่อป้องกันไม่ให้เสื้อผ้าที่ปฏิบัติงานที่สวมใส่อยู่โดนสะเก็ดไฟไหม้ และยังป้องกันความร้อนจากการเชื่อมด้วย



แสดงเสื้อคลุมหนัง

6.3 แว่นตาเชื่อมแก๊ส (Welding Goggles) ในการเชื่อมแก๊สทุกครั้งผู้เชื่อมจะต้องสวมใส่แว่นตาที่ใช้สำหรับเชื่อมแก๊สอยู่เสมอ การที่เชื่อมแก๊สด้วยตาเปล่าอาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้สายตาเสียได้ในภายภาคหน้า

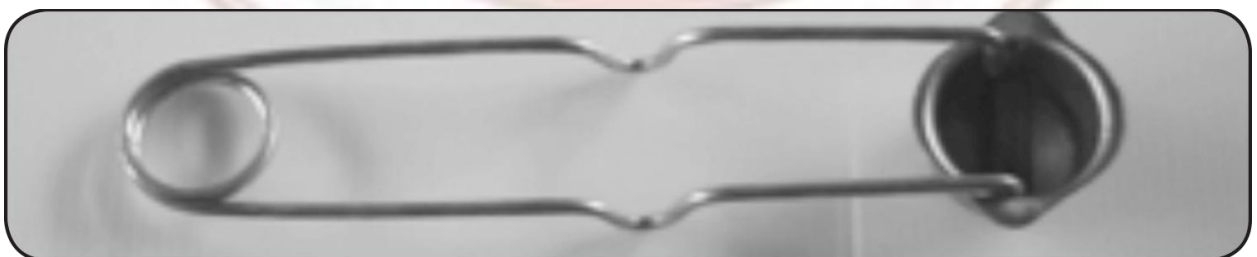
การใช้แว่นตาเชื่อมแก๊สเพื่อป้องกันอันตรายจากสะเก็ดไฟ ความร้อนและแสงจ้าจากเปลวไฟแก๊ส ทำให้ผู้เชื่อมสามารถมองเห็นน้ำโลหะได้อย่างชัดเจน ส่วนประกอบของแว่นตาเชื่อมแก๊สตัวโครงจะทำด้วยพลาสติกที่ทนต่อความร้อน มีสายรัดอยู่ติดกับตัวโครงตัวโครงจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบคูมีลักษณะเป็นรูปร่างทรงกลมจำนวน 2 อัน ส่วนอีกแบบจะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



แสดงลักษณะแว่นตาเชื่อมแก๊ส

7. อุปกรณ์จุดไฟ (Friction Lighter)

เป็นอุปกรณ์สำหรับจุดไฟสำหรับงานเชื่อมแก๊ส เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้เชื่อม อุปกรณ์จุดไฟประกอบด้วยแกนถ่าน ภายในถ่านจะมีแกนเหล็กกล้าซึ่งทำเป็นคมคล้ายตะไบ เมื่อใช้มือบังคับให้แกนถ่านถูกับแท่งเหล็กจะเกิดเป็นประกายไฟ เพื่อไปจุดไฟแกนถ่านเมื่อใช้ไปเรื่อยๆจะสึกหรองจนไม่สามารถทำให้เกิดประกายไฟได้ สามารถถอดเปลี่ยนได้เพราะแกนถ่านทำเป็นเกลียวเพื่อใช้ถอดเข้าออกได้



แสดงลักษณะอุปกรณ์จุดไฟ

8. อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพ (Tip Cleaner)

อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพมีหน้าที่ทำความสะอาดหัวทิพ เนื่องจากเวลาเชื่อมแก๊สอาจเกิดเม็ดโลหะเล็กๆ กระเด็นขึ้นมาติดอยู่ที่รอบหัวทิพ หรือปิดรูหัวทิพทำให้แก๊สเดินออกมาไม่สะดวกและทำให้เปลวเชื่อมเปลี่ยนไป และอาจเกิดเสียงดังที่หัวทิพจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพทำความสะอาดภายในรูของหัวทิพ ลักษณะของอุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพจะเป็นตลับโลหะหรือตลับพลาสติกข้างในตลับจะประกอบด้วยลวดเส้นเล็กๆ มีผิวคล้ายตะไบกลมมีขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่วางเรียงอยู่ในตลับและยังมีตะไบขนาดเล็กๆ อีก 1 อัน การใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพต้องเลือกขนาดที่มีขนาดเล็กกว่ารูของหัวทิพถ้าขนาดพอดีอาจจะทำให้อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพหักครู่หัวทิพ หรืออาจจะทำให้รูของหัวทิพมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิม เมื่อใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพเสร็จให้ใช้ตะไบตบแต่งหัวทิพอีกครั้งหนึ่ง

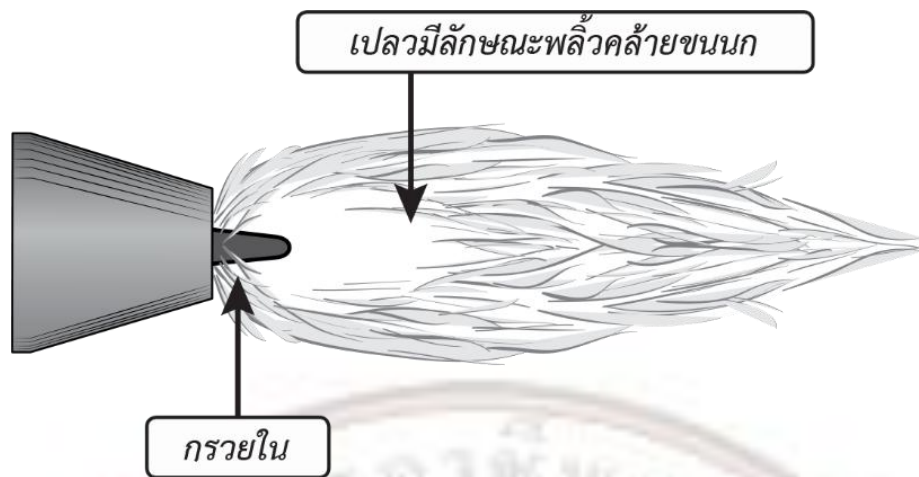


แสดงลักษณะอุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพเชื่อม

แสดงลักษณะอุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพเชื่อม

1. เปลวลด (Reducing Flame)

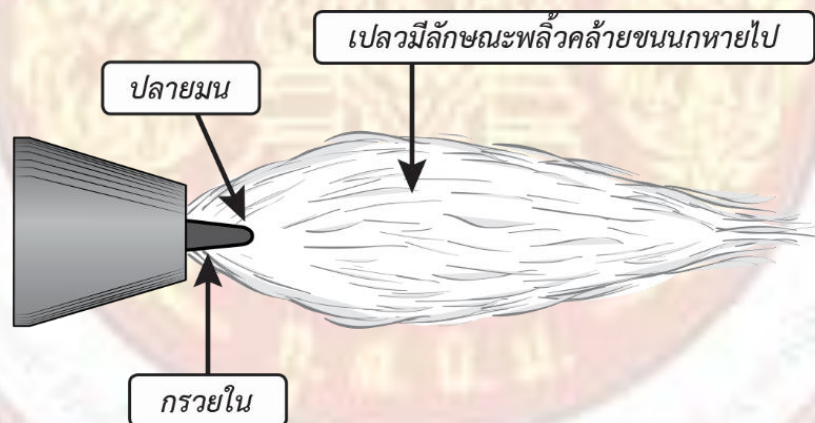
เกิดจากการผสมของแก๊สอะเซทิลีนที่มีมากกว่าแก๊สออกซิเจน ลักษณะของเปลวไฟเปลวชั้นนอกจะเป็นเปลวไฟยาวสีส้มอ่อนล้อมรอบเปลวชั้นใน ซึ่งมีความยาวเพียงครึ่งหนึ่งของเปลวชั้นนอกเปลวชั้นในจะมีลักษณะเหมือนขนนกในระยะที่ห่างจากเปลวไฟประมาณ 3 มิลลิเมตร มีอุณหภูมิประมาณ 5,700 องศาฟาเรนไฮต์ (3,150 องศาเซลเซียส) เปลวลดเหมาะสำหรับการเชื่อมอะลูมิเนียม การถ่ำนประสาน (Brazing)



แสดงลักษณะเปลวลด

2. เปลวกลาง (Neutral Flame)

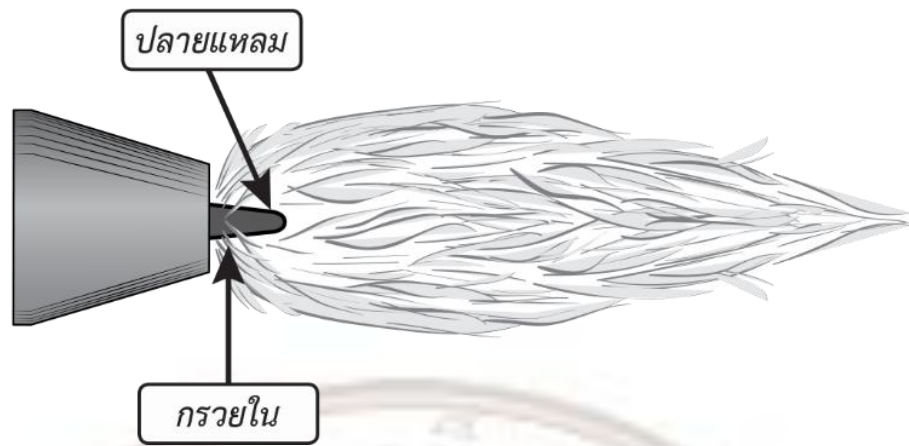
เกิดจากการสันดาประหว่างแก๊สออกซิเจน 1 ส่วน กับ แก๊สอะเซทิลีน 1 ส่วน โดยที่กรวยไฟในสุดเกิดจากการสันดาประหว่างแก๊สออกซิเจน 1 ส่วน กับ แก๊สอะเซทิลีน 1 ส่วน สำหรับเปลวไฟชั้นนอกได้รับแก๊สออกซิเจนจากบรรยากาศรอบหัวเชื่อม $\frac{1}{2}$ ส่วน ลักษณะของเปลวไฟประกอบไปด้วยเปลวไฟ 2 ชั้นชั้นในกรวยมนสีขาวนวลมีอุณหภูมิประมาณ 6,000 องศาฟาเรนไฮต์ (3,315 องศาเซลเซียส) เปลวกลางนิยมใช้ในการเชื่อมแก๊ส เหมาะกับการเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอน



แสดงลักษณะเปลวกลาง

3. เปลวเพิ่ม (Oxidizing Flame)

เกิดจากการสันดาปของแก๊สอะเซทิลีนกับแก๊สออกซิเจน ซึ่งมีปริมาณแก๊สออกซิเจนอยู่มาก กรวยไฟชั้นในจะมีลักษณะเป็นปลายแหลมคม หดสั้นมีเสียงดังวีด อุณหภูมิประมาณ 6,300 องศาฟาเรนไฮต์ (3,400 องศาเซลเซียส) ไม่เหมาะกับการเชื่อมเหล็ก เพราะจะเกิดการเติมแก๊สออกซิเจนให้กับรอยเชื่อมทำให้แนวเชื่อมเปราะไม่แข็งแรง เหมาะสำหรับการอุ้งงาน



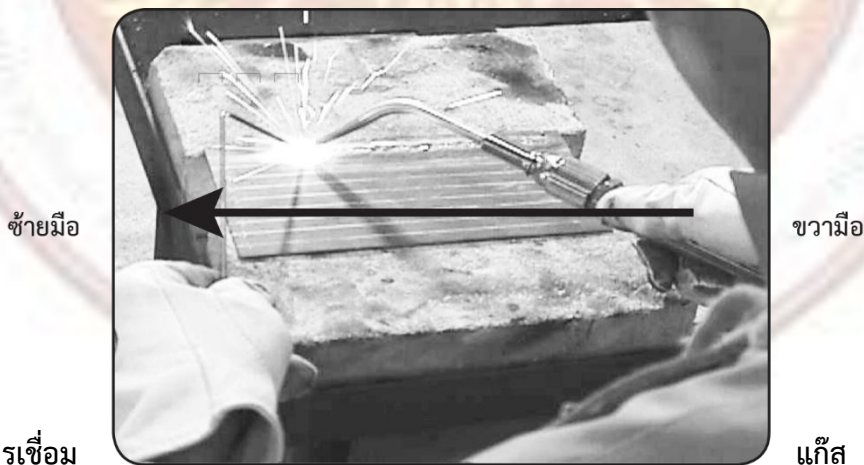
แสดงลักษณะเปลวเพิ่ม

เทคนิควิธีในการเชื่อมแก๊ส

1. การเชื่อมจากขวามือไปซ้ายมือ (Forehand Welding)

วิธีนี้เหมาะแก่การเชื่อมโลหะที่บางมีความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร เปลวเชื่อมและลวดเชื่อมจะเดินทางไปทิศทางเดียวกันคือจากขวามือไปยังซ้ายมือสำหรับผู้ถนัดขวา โดยที่ผู้เชื่อมจะถือหัวเชื่อมแก๊สด้วยมือขวาและมือซ้ายถือลวดเชื่อมแก๊ส หัวทิฟเชื่อมแก๊สทำมุมกับชิ้นงานประมาณ 30 – 45 องศา เปลวไฟจะพุ่งไปยังชิ้นงานพร้อมกับสายหัวเชื่อมแก๊ส ถ้าต้องการเพิ่มความร้อนให้ผู้ปฏิบัติตั้งมุมหัวทิฟขึ้น หรือโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

แสดงลักษณะการเชื่อมจากขวามือไปซ้ายมือ



เทคนิควิธีในการเชื่อม

2. การเชื่อมจากซ้ายมือไปขวามือ (Backhand Welding)

วิธีนี้เหมาะแก่การเชื่อมโลหะที่มีความหนาเกิน 3 มิลลิเมตร เปลวเชื่อมและลวดเชื่อมจะเดินสวนทิศทางกันคือจากซ้ายมือไปยังขวามือสำหรับผู้ถนัดขวา โดยผู้เชื่อมจะถือหัวเชื่อมแก๊สด้วยมือขวาและมือซ้ายถือลวดเชื่อมแก๊ส มุมของหัวทิฟเชื่อมจะเหมือนกับการเชื่อมจากขวามือไปซ้ายมือ หัวทิฟเชื่อมจะเดินนำหน้าลวดเชื่อม

แสดงลักษณะการเชื่อมจากซ้ายมือไปขวามือ

ซ้ายมือ



ขวามือ

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1.กระบวนการเชื่อมแก๊ส Oxyfuel Gas Welding นิยมใช้แก๊สชนิดใด

ก. แก๊สอะเซทิลีน – แก๊สออกซิเจน

- ข. แก๊สไฮโดรเจน – แก๊สออกซิเจน
- ค. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ – แก๊สไนโตรเจน
- ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ – ออกซิเจน
- จ. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ – อากาศ

2. สารอะซิโตน ที่บรรจุภายในถังอะซิโตนทำหน้าที่ใด

- ก. ป้องกันการระเบิด
- ข. ดูดซึมแก๊สอะซิโตน
- ค. ป้องกันการรั่วซึมของอะซิโตน
- ง. ดูดซึมแก๊สออกซิเจนที่อยู่ภายในถัง
- จ. ช่วยเพิ่มแรงดันให้กับแก๊สอะซิโตน

3. ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนโดยทั่วไปที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีสีอะไร

- ก. สีดำ
- ข. สีฟ้า
- ค. สีน้ำตาล
- ง. สีน้ำเงิน
- จ. สีแดง

4. แก๊สอะซิโตนบรรจุเต็มที่จะอัดด้วยความดันเท่าไร

- ก. 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ข. 220 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ค. 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ง. 280 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- จ. 330 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

5. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของแก๊สอะซิโตน

- ก. มีกลิ่นฉุน
- ข. ไม่มีสี
- ค. น้ำหนักหนักกว่าอากาศ
- ง. เมื่อบริสุทธิ์ละลายน้ำได้ และเป็นพิษต่อร่างกาย
- จ. ถ้ามีความดันเกิน 30 psi อาจเกิดการระเบิดได้

6. เมื่อเกิดความร้อนในถังแก๊สอะซิโตน ปลั๊กนิรภัยจะหลอมเหลวให้แก๊สไหลออกมาที่อุณหภูมิเท่าใด

- ก. 415°F
- ข. 515°F
- ค. 615°F
- ง. 715°F
- จ. 815°F

7. สายเชื่อมแก๊สออกซิเจนกับอะซิโตนมีสีอะไร

- ก. ฟ้า – น้ำตาล

ข. ดำ – น้ำเงิน

ค. ส้ม– น้ำเงิน

ง. แดง – เขียว

จ. ส้ม – เขียว

8. แก๊สเชื้อเพลิงชนิดใดให้ความร้อนสูงที่สุด

ก. อะเซทิลีน + ออกซิเจน

ข. ไฮโดรเจน + ออกซิเจน

ค. โพรเพน + ออกซิเจน

ง. อะเซทิลีน + อากาศ

จ. โพรเพน + อากาศ

9. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของเชื้อเพลิงแก๊สอะเซทิลีน

ก. O_2

ข. CO_2

ค. Ar

ง. C_2H_2

จ. C

10. เปลวไฟชนิดใดเหมาะสำหรับการเชื่อมและตัดเหล็กบางได้ดี

ก. Carburizing Flame

ข. Neutral Flame

ค. Oxidizing Flame

ง. Reducing Flame

จ. ถูกทั้งข้อ ก และ ค

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. กระบวนการเชื่อมแก๊ส Oxyfuel Gas Welding นิยมใช้แก๊สชนิดใด

ก. แก๊สอะเซทิลีน – แก๊สออกซิเจน

ข. แก๊สไฮโดรเจน – แก๊สออกซิเจน

ค. แก๊สคาร์โบพรเพน – แก๊สไนโตรเจน

ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ – ออกซิเจน

จ. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ – อากาศ

2. สารอะซีโตน ที่บรรจุภายในถังอะเซทิลีนทำหน้าที่ใด

ก. ป้องกันการระเบิด

ข. ดูดซึมแก๊สอะเซทิลีน

ค. ป้องกันการรั่วซึมของอะเซทิลีน

ง. ดูดซึมแก๊สออกซิเจนที่อยู่ภายในถัง

จ. ช่วยเพิ่มแรงดันให้กับแก๊สอะเซทิลีน

3. ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนโดยทั่วไปที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีสีอะไร

ก. สีดำ

ข. สีฟ้า

ค. สีน้ำตาล

ง. สีน้ำเงิน

จ. สีแดง

4. แก๊สอะเซทิลีนบรรจุเต็มถังจะอัดด้วยความดันเท่าไร

ก. 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ข. 220 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ค. 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ง. 280 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

จ. 330 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

5. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของแก๊สอะเซทิลีน

ก. มีกลิ่นฉุน

ข. ไม่มีสี

ค. น้ำหนักหนักกว่าอากาศ

ง. เมื่อบริสุทธิ์ละลายน้ำได้ และเป็นพิษต่อร่างกาย

จ. ถ้ามีความดันเกิน 30 psi อาจเกิดการระเบิดได้

6. เมื่อเกิดความร้อนในถังแก๊สอะเซทิลีน ปลั๊กนิรภัยจะหลอมเหลวให้แก๊สไหลออกมาที่อุณหภูมิเท่าใด

ก. 415°F

ข. 515°F

ค. 615°F

ง. 715°F

จ. 815°F

7. สายเชื่อมแก๊สออกซิเจนกับอะเซทิลีนมีสีอะไร

ก. ฟ้ำ - น้ำตาล

ข. ดำ - น้ำเงิน

ค. ส้ม - น้ำเงิน

ง. แดง - เขียว

จ. ส้ม - เขียว

8. แก๊สเชื้อเพลิงชนิดใดให้ความร้อนสูงที่สุด

ก. อะเซทิลีน + ออกซิเจน

ข. ไฮโดรเจน + ออกซิเจน

ค. โพรเพน + ออกซิเจน

ง. อะเซทิลีน + อากาศ

จ. โพรเพน + อากาศ

9. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของเชื้อเพลิงแก๊สอะเซทิลีน

ก. O_2

ข. CO_2

ค. Ar

ง. C_2H_2

จ. C

10. เปลวไฟชนิดใดเหมาะสำหรับการเชื่อมและตัดเหล็กบางได้ดี

ก. Carburizing Flame

ข. Neutral Flame

ค. Oxidizing Flame

ง. Reducing Flame

จ. ถูกทั้งข้อ ก และ ค

	ใบงาน ที่ 2	หน่วยที่ ... 2
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อม	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อม		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะแกสคูลม (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต่ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. อธิบายหลักการเชื่อมแก๊สได้
2. อธิบายกระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีนได้
3. อธิบายแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนได้
4. บอกชื่อเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊สได้
5. บอกหน้าที่เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมแก๊สได้
6. บอกกฎสำหรับการปฏิบัติเมื่อใช้เครื่องปรับความดันแก๊สได้
7. อธิบายเปลวไฟที่ใช้ในการเชื่อมแก๊สได้
8. อธิบายเทคนิควิธีในการเชื่อมแก๊สได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 2
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

..

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวถึงลักษณะของกระบวนการเชื่อมอย่างง่ายเป็นอย่างไร ผู้ใช้มีความต้องการที่จะให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน จะแตกต่างกันบ้างก็ตรงลักษณะของการใช้งาน

2. ครูเล่าเรื่องกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shield Metal Arc Welding : SMAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่ยังใช้ในอุตสาหกรรมอยู่ทั่วไป โดยความร้อนจะเกิดจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์กับโลหะชิ้นงาน ซึ่งมีอุณหภูมิสูงจนสามารถทำให้โลหะชิ้นงานเกิดการหลอมเหลวติดกัน

ขั้นสอน

1. ครูพูดคุยกับผู้เรียนถึงการเชื่อมแก๊สเป็นกระบวนการต่อโลหะให้ติดกันโดยการให้ความร้อนจากเปลวไฟที่เกิดจากการผสมระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับแก๊สออกซิเจน ทำให้โลหะเกิดการหลอมละลายลักษณะเป็นแอ่ง (Puddle) เมื่อโลหะถูกทำให้หลอมละลายเป็นแอ่งเล็กๆ รวมตัวเป็นแอ่งเดียวกัน โลหะจะถูกประสานเข้าด้วยกันซึ่งอาจมีการเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมก็ได้

2. ครูและผู้เรียนกล่าวเพิ่มเติมถึงการเชื่อมแก๊สว่ามีอันตรายมาก แล้วยกตัวอย่างการเกิดอันตรายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา ให้ระมัดระวัง

3. ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นในการเชื่อมแก๊ส

ขั้นสอน

4. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง การเชื่อมแก๊ส ตามหัวข้อดังนี้

- หลักการเชื่อมแก๊ส
- กระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน
- แก๊สออกซิเจน
- แก๊สอะเซทิลีน
- เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส
- กฎสำหรับการปฏิบัติเมื่อใช้เครื่องปรับความดันแก๊ส
- เปลวไฟที่ใช้ในการเชื่อมแก๊ส
- เทคนิควิธีในการเชื่อมแก๊ส

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 8 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

5. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

6. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 8 จากหนังสือเรียนวิชาการะบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

7. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 8 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 8 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 2
รายวิชา กระบวนการเชื่อม รหัสวิชา 30103-0001
เรื่อง กระบวนการเชื่อมแก๊ส

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	<u>ด้านคุณธรรม จริยธรรม</u> เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	<u>ด้านทักษะการปฏิบัติงาน</u> การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสุขภาพอนามัยของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 2 เรื่อง กระบวนการเชื่อมแก๊ส

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ- นามสกุล	การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																รวม คะแนน				
		การสนใจ เรียน				การแสดง ความคิดเห็น				การตอบ คำถาม				การยอมรับ ฟังคนอื่น					ทำงานตามที่ ครู มอบหมาย			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		4	3	2	1
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

- ดีมาก = 4 สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยนั่น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 90 - 100%
- ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70 - 89%
- ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50 - 69 %
- ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบฉบับสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ลงชื่อครูผู้สอนสังกัด
(.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา สาขางาน ระดับชั้น กลุ่ม

[illegible]

13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 3					
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 3-4					
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสปีคัลลุ่มหรือการเชื่อมทิก	<table> <tr> <td>ทฤษฎี</td> <td>4</td> <td>ชม.</td> </tr> <tr> <td>ปฏิบัติ</td> <td>0</td> <td>ชม.</td> </tr> </table>	ทฤษฎี	4	ชม.	ปฏิบัติ	0
ทฤษฎี	4	ชม.					
ปฏิบัติ	0	ชม.					
ชื่อเรื่อง/งาน กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสปีคัลลุ่มหรือการเชื่อมทิก							

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสปีคัลลุ่ม (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะ แกสคัลลุ่ม (GMAW) เชื่อมไส้ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้อฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.1 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้

1.6 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้

1.7 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการ

รื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี
2. สถิติการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการในการปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง
3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎข้อบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน
2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ
2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้หลักการเชื่อม SMAW
2. แสดงการเลือกใช้ เครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ ลวดเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สาระการเรียนรู้

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก ได้
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก ได้
5. อธิบายอิเล็กทรอนิกส์สแตนเลสและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก ได้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาในสัปดาห์ที่แล้ว
2. ครูสรุปว่าในสัปดาห์นี้จะเรียนในเนื้อหาต่อจากสัปดาห์ที่แล้ว คือ เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล อีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม และลำดับขั้นตอนการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล ตามหัวข้อดังนี้

- เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล
อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล มีดังนี้
 1. เครื่องเชื่อม (Power Source)
 2. แก๊สปกคลุม (Shielding gas)
 3. หัวเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ (Welding Torch & Equipment)
 4. อีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม (Tungsten & Electrode)
- อีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม

แท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสจะแตกต่างจากลวดเชื่อมชนิดอื่นจะทำหน้าที่เกิดการอาร์ก ไม่ใช่โลหะเติมหรือลวดเชื่อม จึงเป็นอีเล็กโทรดที่ไม่หลอมละลาย ทั้งสแตนเลสมีจุดหลอมละลาย (Melting Point) สูงมาก สูงกว่าโลหะชนิดอื่น คือมีจุดหลอมละลายที่ 3,410 องศาเซลเซียส แท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสจะผสมด้วยธาตุทอเรียม (Thorium) และเซอร์โคเนียม (Zirconium) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสมีตั้งแต่ 0.010, 0.020, 0.040, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{3}{16}$, $\frac{3}{32}$ และ $\frac{5}{32}$ นิ้ว ขนาดความยาว ตั้งแต่ 3, 5, 6, 7, 18 และ 24 นิ้ว ตัวแท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสต้องไม่มีรอยแตกและสแลกไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่ที่แท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลส เพราะจะทำให้รอยเชื่อมมีคุณภาพไม่ดี ผิวของแท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสมี 2 แบบ คือแบบผิวล้างด้วยน้ำยาเคมี (Chemical Clean Finish) และแบบผิวเจียรไน (Grind Finish) ซึ่งแบบผิวเจียรไนจะมีผิวเป็นมัน

- ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล

1. ตรวจสอบความถูกต้องของกระแสไฟเสียก่อน ใช้กระแสไฟแบบ DCEP , DCEN หรือ AC ถ้าเป็น AC ต้องตั้งสวิตช์ความถี่สูงให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และตั้งกระแสไฟให้เหมาะสม
2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสที่ใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบดูว่าหัวฉีด (Nozzle) กับแท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสเข้ากันได้หรือไม่ ให้อ่านตารางที่ 4.4 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด

3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กทรอนิกส์ทั้งสแตนท์ที่ยื่นพ้นหัวฉีดให้ถูกต้อง โดยรอยต่อชน (Butt Joint) จะมีความยาวยื่นออกมา $18 - \frac{3}{16}$ นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที่ (T Joint) หรือรอยเชื่อมฟิลเล็ท มีความยาวยื่นออกมา ประมาณ $14 - \frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว ดังรูปที่ 4.18 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด
4. การปรับการไหลของแก๊สปกคลุม ปกติจะใช้ประมาณ 15–20 CFH (ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง) เปิดสวิตช์ต่างๆ ที่เครื่องเชื่อมให้ครบ เช่น สวิตช์ ปรับชั่วกระแสไฟ เปิดน้ำ สวิตช์รีโมต และกำลังของเครื่องเชื่อม

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 4 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน
5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด
6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อทำให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชาการกระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. สื่อ VDO Power Power และ วิดีทัศน์
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. รูปภาพประกอบ
5. เครื่องมือและอุปกรณ์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. บันทึกการสอน
2. ผลงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แผนจัดการเรียนรู้

2. ใบเช็คชื่อเข้าห้องเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. ตรวจใบงาน
3. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้
4. ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
5. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
6. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
4. แบบประเมินกิจกรรมใบงาน
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยครูและผู้เรียนร่วมกัน

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
4. กิจกรรมใบงาน เกณฑ์ผ่าน คือ 50%
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้มีเกณฑ์ผ่าน 50%
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 3	หน่วยที่ ... 3
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 3-4
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก	ทฤษฎี 5 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะแก๊สคลุม (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก ได้
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก ได้
5. อธิบายอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก ได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

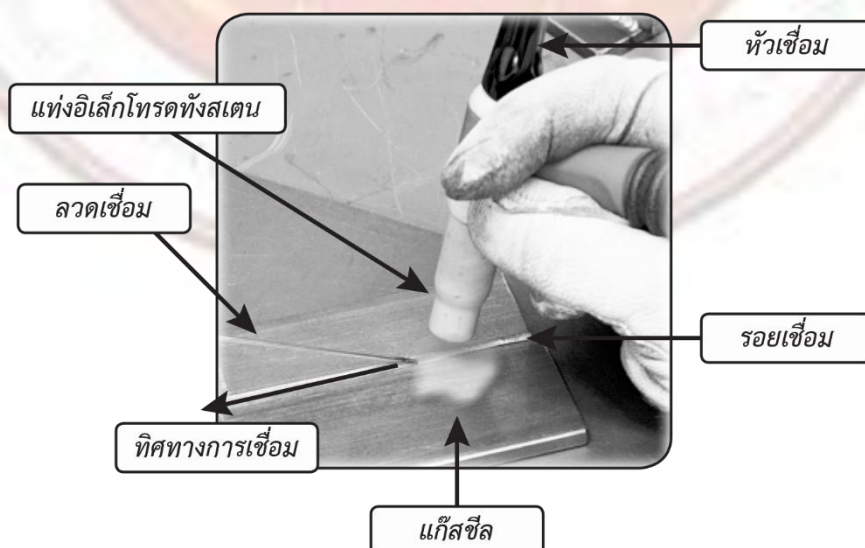
การจ่ายแก๊สแบบแมนิโฟลด์ (Manifold)

การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือเรียกว่า การเชื่อมทิก (TIG: Tungsten Inert Gas) เรียกตามมาตรฐาน EN และ Gas Tungsten Arc Welding โดยใช้คำย่อว่า GTAW ตามมาตรฐาน AWS

เป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะโดยขึ้นงานหลอมละลายด้วยความร้อนจากการอาร์กกระหว่างแท่งทังสเตนกับโลหะขึ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยหรือแก๊สเฉื่อยผสมปกคลุมรอยเชื่อมขณะเกิดการอาร์ก รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมก็ได้ การเชื่อมทิกเป็นการเชื่อมที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง โดยมีการพัฒนาเครื่องเชื่อม และวิธีการเชื่อมใหม่ๆ ขึ้นมาสามารถเชื่อมต่อโลหะได้เกือบทุกชนิด

กรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล

การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลเป็นการเชื่อมด้วยการอาร์ก การอาร์กทำให้เกิดความร้อนอย่างรุนแรง ซึ่งเกิดจากการอาร์กกระหว่างแท่งอิเล็กโทรดทังสเตน (Tungsten Electrode) กับโลหะขึ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยหรือแก๊สเฉื่อยผสมปกคลุมบริเวณบ่อหลอมละลายและรอยเชื่อมเพื่อป้องกันบรรยากาศจากภายนอกเข้ามาทำรวมตัวกับรอยเชื่อม โดยแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนถือว่าเป็นลวดเชื่อมแต่จะไม่เกิดการสิ้นเปลือง (Non – Consumable Electrode) ซึ่งมีหน้าที่สำหรับการอาร์กเท่านั้น รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมก็ต้องใช้โลหะเติมเรียกว่าลวดเชื่อม หรือไม่เติมก็ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะงาน



แสดงกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (ทิก)

ข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม

1. รอยเชื่อมสะอาดไม่มีสแลกเพราะไม่ต้องใช้ฟลักซ์
2. สามารถเชื่อมได้ทุกตำแหน่งท่าเชื่อม
3. ไม่มีเม็ดโลหะ (Spatter) เพราะการเชื่อมทิกไม่มีการส่งถ่านน้ำโลหะลวดเชื่อมข้ามผ่านการอาร์กสู่บ่อ

หลอมละลาย จึงไม่มีเม็ดโลหะกระเด็นติดบริเวณขอบรอยเชื่อม

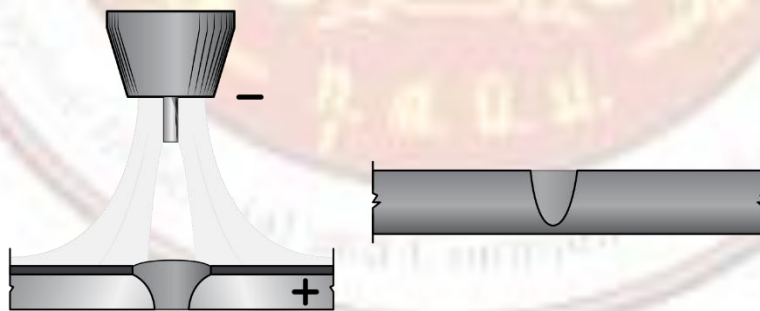
4. การบิดงอของชิ้นงานมีน้อย
5. รอยเชื่อมมีคุณภาพสูง ทนต่อการสึกกร่อนได้ดีกว่าการเชื่อมด้วยวิธีอื่น
6. ในขณะที่เชื่อมสามารถมองเห็นการอาร์กและบ่อหลอมละลายได้ชัดเจน เพราะไม่มีควัน และเขม่า
7. การเชื่อมแนวแรก (Root Pass) ให้การซึมลึกที่ดีตลอดแนว
8. สามารถเชื่อมโลหะได้เกือบทุกชนิด

การเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม

กระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม มี 3 ประเภท ดังนี้

1. กระแสตรงขั้วลบ (DCEN) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ
2. กระแสตรงขั้วบวก (DCEP) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก
3. กระแสสลับความถี่สูง
1. กระแสตรงขั้วลบ (dcen) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ (Direct Current Electrode Negative)

การต่อด้วยวิธีนี้ความร้อนจะเกิดที่ชิ้นงานมากกว่าในอัตรา 70 : 30 โดยอยู่ที่อิเล็กโทรด 30% ชิ้นงาน 70% แท่งทั้งสแตนจะมีขนาดเล็กกว่ากระแสตรงขั้วบวก และใช้กระแสไฟสูงกว่า ดังนั้นรอยเชื่อมที่เกิดขึ้นจะมีความแคบและหลอมละลายลึก

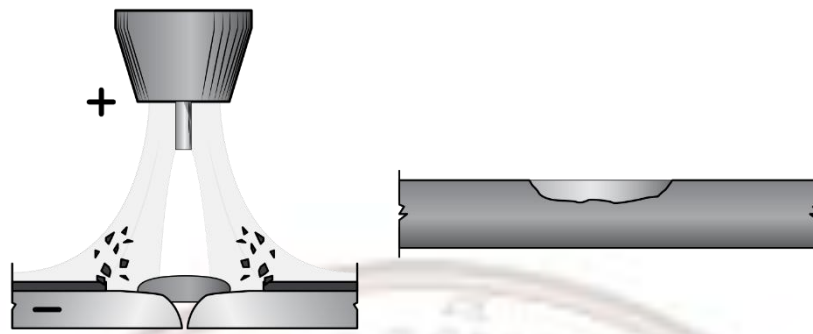


แสดงการหลอมละลายของรอยเชื่อมการต่อแบบ DCEN

2. กระแสตรงขั้วบวก (DCEP) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก (Direct Current Electrode Positive)

การต่อด้วยวิธีนี้ความร้อนจะเกิดที่มากกว่าอิเล็กโทรดในอัตรา 70 : 30 โดยอยู่ที่อิเล็กโทรด 70% ชิ้นงาน 30% ดังนั้นแท่งทั้งสแตนจะมีขนาดใหญ่กว่าการต่อกระแสไฟเชื่อมด้วยวิธีอื่นๆ รอยเชื่อมที่เกิดขึ้นจะมีรอยกว้างและ

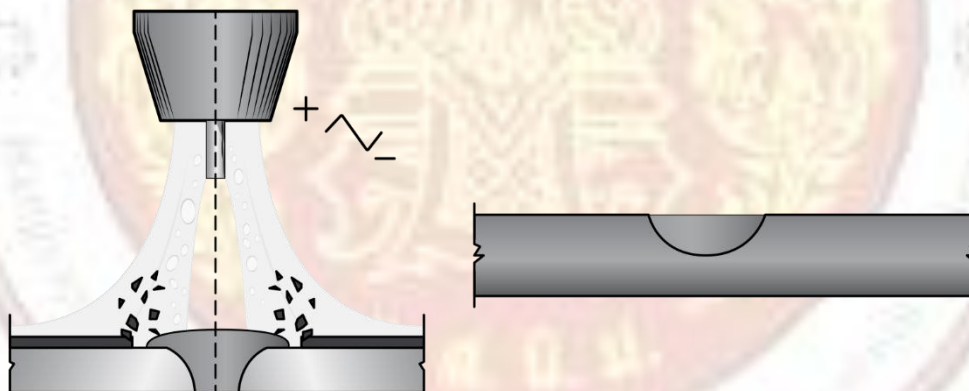
ซึมลึกน้อย การต่อแบบนี้นำมาใช้ในการเชื่อมทิกน้อยมาก ในการต่อกระแสดตรงทั้ง 2 แบบนี้สามารถเชื่อมโลหะได้ทุกชนิดยกเว้นอะลูมิเนียมและแมกนีเซียม



แสดงการหลอมละลายของรอยเชื่อมการต่อแบบ DCEP

3. กระแสสลับความถี่สูง (Alternating Current – High Frequency : ACHF)

การต่อด้วยวิธีนี้ใช้ระบบความถี่สูงอย่างต่อเนื่องขณะเชื่อมทำให้เริ่มต้นเชื่อมได้ง่ายโดยกระแสไฟฟ้าที่ชั่วลบจะทำให้ชิ้นงานมีความร้อนมาก ให้มีรอยเชื่อมกว้างและการซึมลึกดี ดังรูปที่ 4.4 และในขณะเดียวกันกระแสไฟฟ้าชั่ววอกจะช่วยขจัดออกไซด์ที่เคลือบผิวของโลหะให้แตกออกจากกันก่อนที่จะขึ้นงานจะหลอมละลาย กระแสไฟฟ้าจะช่วยขจัดสิ่งสกปรกออกได้อีกด้วย ความร้อนจะเกิดที่อิเล็กโทรดและชิ้นงานเท่าๆ กัน โดยอยู่ที่อิเล็กโทรด 50% ชิ้นงาน 50%



แสดงการหลอมละลายของรอยเชื่อมการต่อแบบ ACHF

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล

1. เครื่องเชื่อม (Power Source)

เครื่องเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล คาร์บอน เป็นเครื่องเชื่อมที่มีการออกแบบเป็นพิเศษ มีทั้ง กระแสไฟฟ้าตรงและกระแสไฟฟ้าสลับ โดยทั่วไปเครื่องเชื่อมจะเป็นแบบทรานส์ฟอร์มเมอร์ – เรกติไฟเออร์ (Transformer – Rectifier) หรือเครื่องแบบเจนเนอเรเตอร์ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องยนต์ก็ได้รวมไปถึง เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์ ที่สามารถนำมาใช้งานได้สะดวกและมี ฟังก์ชันเพื่อให้สะดวกมากยิ่งขึ้น เครื่องเชื่อมจะมีระบบผลิตความถี่สูงและคงที่ (High Frequency – Constant – Current) ติดตั้งไว้ด้วย สำหรับกรณี ที่เชื่อมด้วยกระแสไฟฟ้าสลับระบบความถี่สูงจะถูกใช้อย่างต่อเนื่อง กรณีที่เชื่อมด้วยกระแสไฟฟ้าตรงสวิตซ์ความถี่สูงจะเริ่มใช้ในการ เริ่มต้นอาร์ก ในแบบทรานส์ฟอร์มเมอร์เรกติไฟเออร์ ผู้ปฏิบัติ เลือกกระแสไฟฟ้าเชื่อมตามลักษณะของชิ้นงานได้คือ กระแสตรงขั้วลบ (DCEN) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ และกระแสตรงขั้วบวก (DCEP) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วบวกและกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) โดย กระแสไฟฟ้าตรงใช้เชื่อมกับพวกเหล็กสแตนเลส เหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กหล่อ เงิน ทองแดง นิกเกิลและนิกเกิลผสม ส่วนกระแสไฟฟ้า สลับเหมาะสำหรับการเชื่อมอะลูมิเนียมและแมกนีเซียม เครื่องเชื่อม จะเรียกว่าเครื่องเชื่อมทิก ปัจจุบันมีการพัฒนาออกแบบให้มีช่วง กระแสเชื่อมได้ 0.5-400 แอมแปร์ และอาร์ตโวลต์เตจ 10-30 โวลต์ และมีรอบทำงาน (Duty Cycle) 60%



2. แก๊สปกคลุม (Shielding Gas)

แก๊สปกคลุมที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล คาร์บอน เป็นแก๊สที่ใช้สำหรับปกคลุมรอยเชื่อมและบ่อหลอม ละลาย เพื่อป้องกันมิให้อากาศภายนอกมาทำปฏิกิริยากับรอยเชื่อมขณะเชื่อมซึ่งวิธีนี้มีมานานแล้วเช่น การเชื่อม ด้วยแก๊สออกซิ-อะเซทิลีน ซึ่งการเผาไหม้ของแก๊สอะเซทิลีนกับแก๊สออกซิเจนทำให้เกิดความร้อนและทำให้เกิด แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และไอน้ำ ซึ่งแก๊สเหล่านี้จะทำหน้าที่ปกคลุมรอยเชื่อมที่กำลังหลอม ละลาย หรือในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ รอยเชื่อมที่หลอมละลาย และบริเวณอาร์กจะถูกปกคลุม ด้วยแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ของฟลักซ์เช่นกัน และทำหน้าที่การอาร์กให้สม่ำเสมอ ชนิดของแก๊สปกคลุมที่ใช้มี ดังนี้

2.1 แก๊สอาร์กอน

แก๊สอาร์กอน สัญลักษณ์ทางเคมี Ar เป็นแก๊สที่นิยมใช้กันมากเพราะเปลวอาร์กที่เกิดแคบและต่ำแต่มีความ เข้มสูง ทำให้ชิ้นงานได้รับความร้อนสูง ดังนั้นรอยเชื่อมจะมีการซึมลึกสูงแต่รอยแคบ สมบัติของแก๊สอาร์กอน มี ดังนี้

- การเริ่มต้นอาร์กทำได้ง่าย การอาร์กคงที่เหมาะกับโลหะบาง
- ปริมาตรของแก๊สต่ำ มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ ใช้แก๊สน้อยกว่าแก๊สชนิดอื่นที่ใช้เชื่อมทิก เช่น แก๊สฮีเลียม ควบคุมบ่อหลอมละลายได้ดี โดยเฉพาะท่าเชื่อมท่าตั้งและท่าเหนือศีรษะ ถ้าโลหะหนามากกว่า 4 มิลลิเมตรควรใช้ แก๊สอาร์กอนผสมแก๊สฮีเลียม

- มีความต่างศักย์ต่ำ ปฏิกริยาที่ได้สะอาด เหมาะกับการเชื่อมผิวโลหะที่เป็นออกไซด์ เช่น อะลูมิเนียม
- แก๊สอาร์กอนมีอยู่ในบรรยากาศ 0.94% มีสมบัติไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ติดไฟ เนื่องจากแก๊สอาร์กอนในบรรยากาศมีน้อย

2.2 แก๊สฮีเลียม

แก๊สฮีเลียม สัญลักษณ์ทางเคมี He เหมาะสำหรับการเชื่อมที่ต้องการซึมลึกสูง และต้องการเชื่อมด้วยความเร็ว เหมาะสำหรับการเชื่อมเหล็กสแตนเลส สมบัติของแก๊สฮีเลียมมีดังนี้

- ความเร็วในการเชื่อมสูง บริเวณรับความร้อนแคบ จึงทำให้ชิ้นงานมีการเปลี่ยนแปลงน้อยทำให้มีสมบัติทางกลสูง
- มีความต่างศักย์สูง ความร้อนสูงเหมาะกับการเชื่อมงานที่มีความหนามากกว่า 4 มิลลิเมตร
- เหมาะสำหรับการเชื่อมในแบบอัตโนมัติสำหรับการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาและต้องการความเร็วสูง แต่อาร์กโวลต์เตจสูง ทำให้รอยเชื่อมไม่เกิดรูพรุน (Porosity) แต่มีรอยเว้าแหว่ง (Undercut)

2.3 แก๊สอาร์กอนผสมฮีเลียม

โดยทั่วไปจะมีการผสมของแก๊สอาร์กอนผสมฮีเลียมในอัตราส่วน แก๊สฮีเลียม 80% และแก๊สอาร์กอน 20% หรือแก๊สฮีเลียม 75% และแก๊สอาร์กอน 25% จะทำให้การอาร์กเกิดความร้อนเพิ่มขึ้นการอาร์กเรียบรอยเชื่อมมีการซึมลึกที่ดี เหมาะแก่การเชื่อมอัตโนมัติ ในการเชื่อมงานที่มีความหนาหรือต้องการความเร็วสูงควรใช้แก๊สผสมระหว่างแก๊สฮีเลียมและแก๊สอาร์กอนในอัตราส่วน 2 : 1 เพื่อลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงระยะอาร์กและลดปัญหาการเกิดรูพรุนในรอยเชื่อม

2.4 แก๊สอาร์กอนผสมแก๊สไฮโดรเจน

แก๊สไฮโดรเจนที่ผสม 1-15% กับแก๊สอาร์กอน จะใช้ได้ดีกับการเชื่อมเหล็กสแตนเลส ส่วนผสมของแก๊สอาร์กอนผสมแก๊สไฮโดรเจนไม่สามารถเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนหรือเหล็กกล้าคาร์บอนผสมต่ำได้ แต่ถ้าไปเชื่อมกับโลหะต่างๆ เมื่อใช้งานแล้วมักพบปัญหากับชิ้นงาน เช่น โนเนลหรือเงิน อาจเกิดปัญหารูพรุนส่วนผสมของแก๊สอาร์กอนผสมแก๊สไฮโดรเจน 2% ใช้ได้ดีโดยไม่มีแก๊สอื่นผสม ทำให้ลดปัญหาการเกิดรูพรุนการใช้แก๊สไฮโดรเจนผสมกับแก๊สอาร์กอนจะติดไฟตลอดเวลาที่เชื่อม เมื่อนำแก๊สไฮโดรเจนไปใช้ทำอย่างอื่นต้องระมัดระวังในอันตรายจากระเบิด แต่ถ้าใช้แก๊สไฮโดรเจนบริสุทธิ์จะไม่เกิดการระเบิด เพียงแต่ลุกไหม้เท่านั้น แต่ถ้ามีอากาศเข้าไปเพียงเล็กน้อยอาจเกิดการระเบิดได้ การใช้ส่วนผสมของแก๊สไฮโดรเจนผสมกับแก๊สอาร์กอนจะน้อยกว่า 1 ใน 10 ของ 1% ของปริมาตรแก๊สทั้งหมดที่ใช้ในการเชื่อม จุดประสงค์ของส่วนผสมของแก๊สอาร์กอนกับแก๊สไฮโดรเจนเพื่อช่วยเพิ่มความร้อนจากการอาร์ก

2.5 แก๊สไนโตรเจน

แก๊สไนโตรเจน สัญลักษณ์ทางเคมี N เป็นแก๊สที่นำไปผสมอีกชนิดหนึ่งแต่ไม่ค่อยได้ใช้ เพราะต้องใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่สูง จึงจะได้กระแสไฟเชื่อมที่สูง การถ่ายเทความร้อนจะสูงกว่าแก๊สอาร์กอนและแก๊สฮีเลียมแก๊สไนโตรเจนที่บริสุทธิ์นำไปผสมส่วนมากใช้เชื่อมทองแดงเพื่อป้องกันอากาศเข้าไปรวมตัวกับทองแดง แรงเคลื่อนจาก

การอาร์กจะให้กระแสไฟเชื่อมสูงกว่าการใช้แก๊สอาร์กอนและแก๊สฮีเลียมที่ผสมกัน แต่จะทำให้อิเล็กโทรดทั้งสแตนสกรุปมากหน้าหนึ่งของแก๊สปกคลุมคือต้องไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะชิ้นงาน และต้องทำการอาร์กให้สม่ำเสมอ

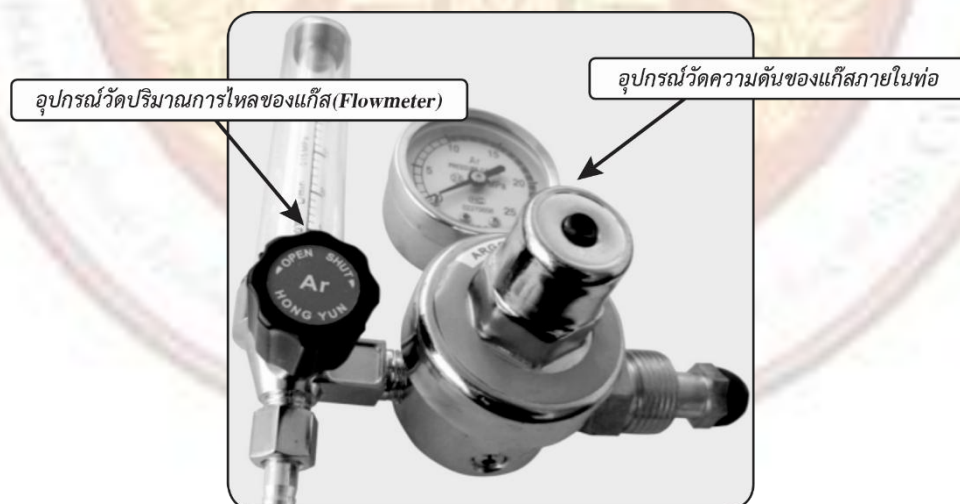
อุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊สปกคลุม(Regulator & Flowmeter)

แก๊สที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลและแก๊สอะลูมิเนียมจะถูกรวบรวมไว้ในท่อบรรจุด้วยความดันสูง ซึ่งในการนำไปใช้งานจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊ส ซึ่งอุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊สแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. อุปกรณ์วัดความดันของแก๊สภายในท่อ (Regulator)
2. อุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของแก๊ส (Flowmeter)

อุปกรณ์วัดความดันของแก๊สภายในท่อมักจะคล้ายกับอุปกรณ์ควบคุมความดันแก๊สออกซิเจนโดยจะมีอุปกรณ์วัดความดันภายในท่อ มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือเป็นบาร์ ส่วนอุปกรณ์วัดปริมาณ

การไหลของแก๊สมีหน้าที่ควบคุมการไหลของแก๊ส มีหน่วยวัดเป็น CFH (ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง) หรือ lpm (ลิตรต่อ นาที) โดยรูปร่างของอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของแก๊สจะมีลักษณะเป็นหลอดแก้วมีลูกเหล็กกลมบรรจุอยู่ในหลอดแก้ว บอกอัตราการไหลเมื่อแก๊สผ่านเข้าไปในหลอดแก๊สจะดันทำให้ลูกเหล็กลอยตัว นอกจากนี้ยังสามารถปรับเปลี่ยนปริมาณการไหลของแก๊สได้ หลอดแก้วของอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของแก๊สจะต้องตั้งอยู่ในแนวตั้ง (Vertical) เสมอจึงจะอ่านค่าได้ละเอียดถูกต้อง



แสดงอุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊สปกคลุม

3. หัวเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ (Welding Torch & Equipment)

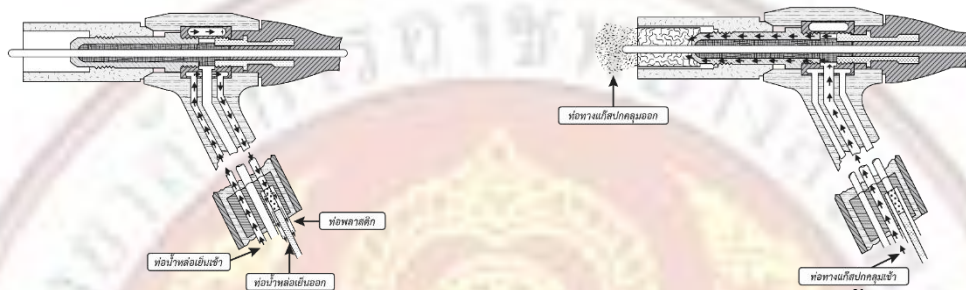
หัวเชื่อมสำหรับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลและแก๊สอะลูมิเนียม (ทิก) สำหรับงานเชื่อมที่ควบคุมด้วยมือ มีอยู่ 2 ชนิด คือ

- 3.1 หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Torch)

หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยอากาศจะใช้ในการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาน้อย ใช้กระแสไฟฟ้าต่ำในการเชื่อมระยะสั้นๆ การระบายความร้อนจะใช้อากาศที่อยู่บริเวณรอบๆ หัวเชื่อมเป็นตัวระบายซึ่งระบายความร้อนได้น้อยมาก

3.2 หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Torch)

หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยน้ำ ออกแบบไว้สำหรับการเชื่อมติดต่อกันเป็นเวลานาน ใช้กระแสไฟสูงภายใน หัวเชื่อมชนิดนี้จะถูกออกแบบให้น้ำสามารถไหลหมุนเวียนอยู่ภายในและไหลผ่านออกทางสายเชื่อมได้ ต้องคอยตรวจสอบให้น้ำไหลหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันอุปกรณ์หัวเชื่อมเสียหาย และในตัวหัวเชื่อมยังมีการไหลของแก๊สที่มากคลุมรอยเชื่อม



หน้าที่ที่สำคัญของหัวเชื่อมสำหรับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสแก๊สคลุมที่สำคัญมีดังนี้

1. เป็นที่ใช้จับขณะถือ
2. เป็นตัวจับอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลส
3. เป็นตัวนำไฟฟ้าสู่บริเวณการเชื่อม
4. เป็นทางผ่านของแก๊สปกคลุม เพื่อไหลปกคลุมบริเวณการเชื่อม
5. เป็นทางผ่านของน้ำเพื่อระบายความร้อนภายในหัวเชื่อม

ชิ้นส่วนประกอบของหัวเชื่อมทิก ในหัวเชื่อมทิก มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. ทอρχเชื่อม (Torch Body)

เป็นชิ้นส่วนหลักของหัวเชื่อม ทำด้วยทองแดงผสมเป็นทางผ่านของแก๊สปกคลุมและน้ำที่ใช้ระบายความร้อน และกระแสไฟเชื่อม ซึ่งหุ้มด้วยวัสดุที่ทำเป็นฉนวนป้องกันความร้อนและกระแสเชื่อมอย่างดี



แสดงทอρχเชื่อม

2. ตัวจับยึดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตน (Electrode Collect)

ใช้สำหรับจับยึดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนซึ่งต้องใช้ให้ตรงกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตน ทำด้วยทองแดงผสมบางชนิดทำด้วยนิกเกิลโครเมียมผสม



แสดงตัวจับยึดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตน (Electrode Collect)

3. คอลเล็ตโฮลเดอร์ (Collet Holder)

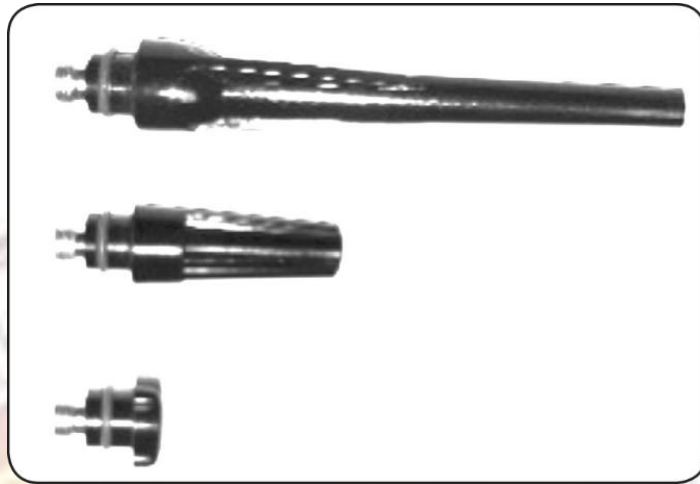
เป็นอุปกรณ์จับยึดด้วยเกลียวต่อจากส่วนลำตัวของหัวเชื่อมทำหน้าที่บีบจับตัวจับยึดแท่งทั้งสแตน (Electrode Collect) ให้จับยึดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนให้แน่นขึ้น



แสดงคอลเล็ตโฮลเดอร์ (Collet Holder)

4. ฝาครอบ (Cap)

เป็นตัวครอบแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้แก๊สไหลออก และป้องกันอากาศภายนอกเข้ามาปนกับแก๊สภายในหัวเชื่อม ฝาครอบมีหลายขนาดตามความยาวของแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลส ซึ่งแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสจะมีขนาดยาว 2 นิ้ว 3 นิ้ว และ 7 นิ้ว รูปหัวครอบ



5. ลวดเชื่อม (Filler Metal)

ลวดเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่มเป็นลวดเชื่อมที่เติมลงในบ่อหลอมละลายนี้จะมีส่วนผสมที่ใกล้เคียงกับสมบัติของชิ้นงานที่จะเชื่อม การเลือกลวดเชื่อมต้องพิจารณาจากโลหะงานความหนาของชิ้นงานสมบัติเชิงกล การออกแบบรอยต่อและกระแสไฟที่ใช้ลวดเชื่อมมีทั้งแบบเป็นแท่ง (Rod) และลวดม้วน (Wire) ซึ่งจะต้องมีผิวเรียบ และมีคุณภาพตลอดความยาว

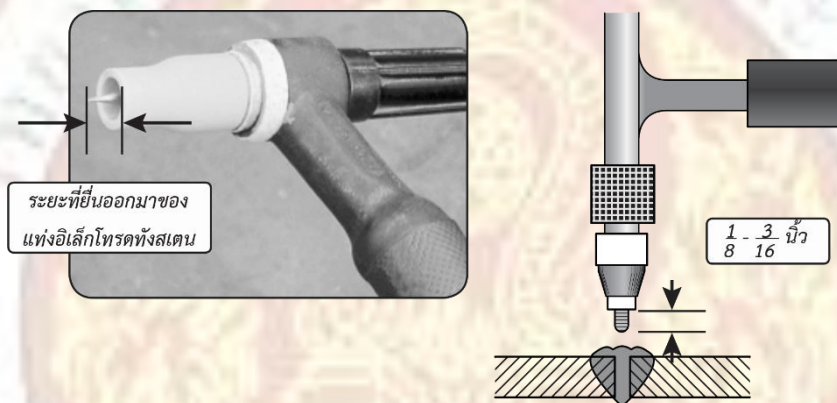


แสดงลวดเชื่อมเติมในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม

1. ตรวจสอบความถูกต้องของกระแสไฟเสียก่อน ใช้กระแสไฟแบบ DCEP , DCEN หรือ AC ถ้าเป็น AC ต้องตั้งสวิตซ์ความถี่สูงให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และตั้งกระแสไฟให้เหมาะสม

2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสว่าใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบดูว่าหัวฉีดยุท (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสเข้ากันได้หรือไม่

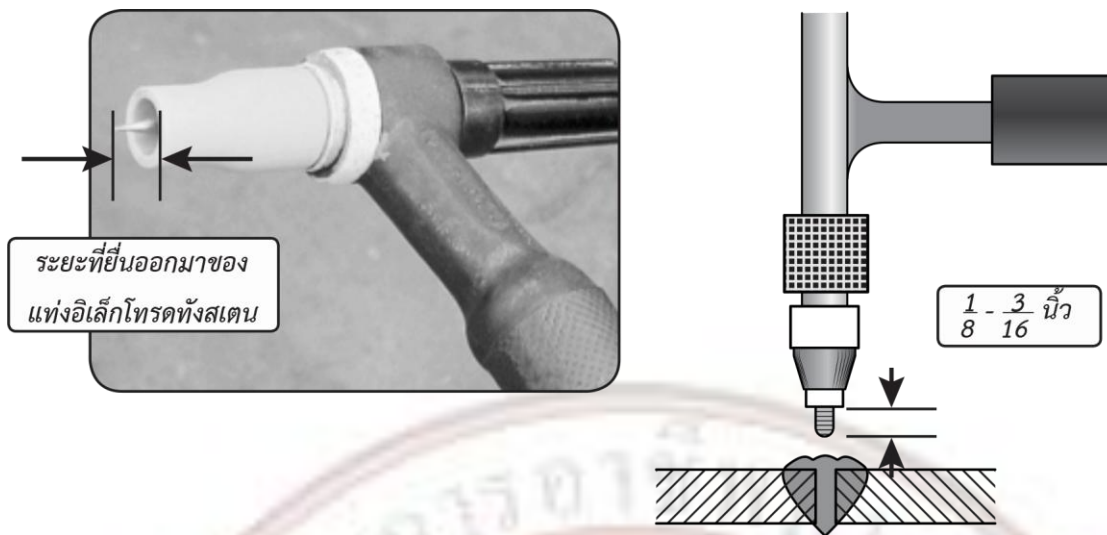
3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสที่ยื่นพ้นหัวฉีดยุทให้ถูกต้อง โดยรอยต่อชน (Butt Joint) จะมีความยาวยื่นออกมา $18 - \frac{3}{16}$ นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที (T Joint) หรือรอยเชื่อมฟิลเล็ท มีความยาวยื่นออกมาประมาณ $1 - \frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว



1. ตรวจสอบความถูกต้องของกระแสไฟเสียก่อน ใช้กระแสไฟแบบ DCEP , DCEN หรือ AC ถ้าเป็น AC ต้องตั้งสวิตซ์ความถี่สูงให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และตั้งกระแสไฟให้เหมาะสม

2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสว่าใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบดูว่าหัวฉีดยุท (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสเข้ากันได้หรือไม่

3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสที่ยื่นพ้นหัวฉีดยุทให้ถูกต้อง โดยรอยต่อชน (Butt Joint) จะมีความยาวยื่นออกมา $18 - \frac{3}{16}$ นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที (T Joint) หรือรอยเชื่อมฟิลเล็ท มีความยาวยื่นออกมาประมาณ $1 - \frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว



แสดงปรับระยะแท่งอิเล็กโทรดทังสเตน (1)

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

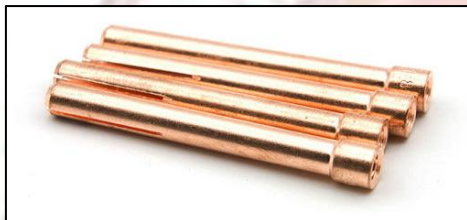
คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- การประกระแสไฟเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมแบบใด ทำให้รอยเชื่อมมีความแคบและหลอมละลายลึก
 - AC
 - ACHF
 - DCEP
 - DCEN
 - ถูกทั้ง ค และ ง
- ข้อใดกล่าวถูกต้องสำหรับกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม
 - เกิดเมตโลหะ (Spetter)
 - เชื่อมได้เกือบทุกตำแหน่งท่าเชื่อม
 - เชื่อมโลหะได้บางชนิด
 - รอยเชื่อมเกิด Slag ปกคลุม
 - เหมาะสำหรับเชื่อมแนวซึมลึก
- เวลดิงเกรด (Welding Grade) มีแก๊สอาร์กนอนอยู่ที่เปอร์เซ็นต์
 - 99.98%

- ข. 99.99%
- ค. 99.993%
- ง. 98.998%
- จ. 99.997%

4. ในส่วนผสมของแก๊สอาร์กอนจะมีแก๊สไนโตรเจนผสมอยู่กี่ส่วน

- ก. น้อยกว่า 10 ppm
- ข. น้อยกว่า 5 ppm
- ค. น้อยกว่า 30 ppm
- ง. น้อยกว่า 50 ppm
- จ. น้อยกว่า 1 ppm



5. จากภาพคือส่วนประกอบอุปกรณ์เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและกลุ่มที่มีชื่อเรียกว่าอะไร

- ก. Cap
- ข. Nozzle
- ค. Tungsten
- ง. Collet Holder
- จ. Electrode Correct

6. กระแสไฟเชื่อมในกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและกลุ่ม มีกี่ชนิด

- ก. 2
- ข. 3
- ค. 4
- ง. 5
- จ. มีเพียงชนิดเดียว

7. ข้อใดเป็นการเลือกใช้ทั้งสแตนเลสและไทเทเนียมได้อย่างถูกต้องที่สุด

- ก. ทั้งสแตนเลสและไทเทเนียมนำมาเชื่อมด้วยสแตนเลสให้เร็ว และใช้กับกระแสไฟ (DCEN)
- ข. ทั้งสแตนเลสและไทเทเนียมใช้กับกระแสไฟ (AC/CF) ปลายทั้งสแตนเลสมีลักษณะปลายกลมมด
- ค. ทั้งสแตนเลสและไทเทเนียมใช้กับกระแสไฟ (AC/CF) ปลายทั้งสแตนเลสมีลักษณะปลายแหลม
- ง. ทั้งสแตนเลสและไทเทเนียมใช้กับกระแสไฟ (AC) ในงานเชื่อมอะลูมิเนียม
- จ. ทั้งสแตนเลสและไทเทเนียมใช้กับกระแสไฟตรงขั้วลบ (DCEN) มีลักษณะปลายเร็ว

8.สัญลักษณ์ใดหมายถึงกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม

- ก. SMAW
- ข. GTAW
- ค. GMAW
- ง. FCAW
- จ. SAW

9.การเชื่อมอะลูมิเนียมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม เรียกว่าอะไร

- ก. MAG
- ข. MIG
- ค. TIG
- ง. Flux Core
- จ. Submerge

10.การเชื่อมแบบ MAG ใช้เชื่อมโลหะชนิดใด

- ก. เหล็ก
- ข. ทองเหลือง
- ค. ทองแดง
- ง. อะลูมิเนียม
- จ. ถูกทั้ง ข และ ค

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1.การประกระแสไฟฟ้าเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมแบบใด ทำให้ออยเชื่อมมีความแคบและหลอมละลายลึก

- ก. AC
- ข. ACHF
- ค. DCEP
- ง. DCEN
- จ. ถูกทั้ง ค และ ง

2.ข้อใดกล่าวถูกต้องสำหรับกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

- ก. เกิดเมตโลหะ (Spetter)
- ข. เชื่อมได้เกือบทุกตำแหน่งท่าเชื่อม
- ค. เชื่อมโลหะได้บางชนิด
- ง. รอยเชื่อมเกิด Slag ปกคลุม
- จ. เหมาะสำหรับเชื่อมแนวซิมลิก

3. เวลดิงเกรด (Welding Grade) มีแก๊สอาร์กอนอยู่กึ่งเปอร์เซ็นต์

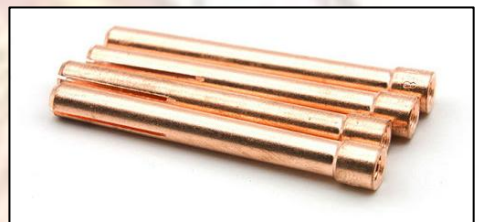
- ก. 99.98%
ข. 99.99%
ค. 99.993%
ง. 98.998%
จ. 99.997%

4. ในส่วนผสมของแก๊สอาร์กอนจะมีแก๊สไนโตรเจนผสมอยู่กี่ส่วน

- ก. น้อยกว่า 10 ppm
ข. น้อยกว่า 5 ppm
ค. น้อยกว่า 30 ppm
ง. น้อยกว่า 50 ppm
จ. น้อยกว่า 1 ppm

5.จากภาพคือส่วนประกอบอุปกรณ์เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลที่มีชื่อเรียกว่าอะไร

- ก. Cap ข. Nozzle
ค. Tungste ง. Collet Holder
จ. Electrode Correct



6.กระแสไฟฟ้าเชื่อมในกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม มีกี่ชนิด

- ก. 2
ข. 3
ค. 4
ง. 5
จ. มีเพียงชนิดเดียว

7.ข้อใดเป็นการเลือกใช้ทั้งส텐อิล็กโทรดได้อย่างถูกต้องที่สุด

- ก. ทั้งสเดนบริสุทธิ์นำมาลบลายทั้งสเดนให้เร็ว และใช้กับกระแสไฟ (DCEN)
 ข. ทั้งสเดนบริสุทธิ์ใช้กับกระแสไฟ (ACHF) ลายทั้งสเดนมีลักษณะลายกลมมด
 ค. ทั้งสเดนบริสุทธิ์ใช้กับกระแสไฟ (ACHF) ลายทั้งสเดนมีลักษณะลายแหลม
 ง. ทั้งสเดนผสมทอริเอทเต็ด 1 – 2 % นำมาใช้กับกระแสไฟ (AC) ในงานเชื่อมอะลูมิเนียม
 จ. ทั้งสเดนผสมทอริเอทเต็ด 1 – 2 % ใช้กับกระแสตรงขั้วลบ (DCEN) มีลักษณะลายเร็ว

8.สัญลักษณ์ใดหมายถึงกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม

- ก. SMAW
ข. GTAW
ค. GMAW

ง. FCAW

จ. SAW

9.การเชื่อมอะลูมิเนียมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม เรียกว่าอะไร

ก. MAG

ข. MIG

ค. TIG

ง. Flux Core

จ. Submerge

10.การเชื่อมแบบ MAG ใช้เชื่อมโลหะชนิดใด

ก. เหล็ก

ข. ทองเหลือง

ค. ทองแดง

ง. อะลูมิเนียม

จ. ถูกทั้ง ข และ ค

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ ... 3
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 3-4
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสปีคคลุมหรือการเชื่อมทิก	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสปีคคลุมหรือการเชื่อมทิก		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสปีคคลุม (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะแก๊สคลุม (GMAW) เชื่อมไฟฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสปีคคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้

2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก ได้
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก ได้
5. อธิบายอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก ได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 3
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

..

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาในสัปดาห์ที่แล้ว
2. ครูสรุปว่าในสัปดาห์นี้จะเรียนในเนื้อหาต่อจากสัปดาห์ที่แล้ว คือ เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล อิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม และลำดับขั้นตอนการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก ตามหัวข้อดังนี้
 - เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมทิก มีดังนี้
 1. เครื่องเชื่อม (Power Source)
 2. แก๊สปกคลุม (Shielding gas)
 3. หัวเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ (Welding Torch & Equipment)
 4. อิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม (Tungsten & Electrode)
 - อิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม

แท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนจะแตกต่างจากลวดเชื่อมชนิดอื่นจะทำหน้าที่เกิดการอาร์ก ไม่ใช่โลหะเดิมหรือลวดเชื่อม จึงเป็นอิเล็กโทรดที่ไม่หลอมละลาย ทั้งสแตนมีจุดหลอมละลาย (Melting Point) สูงมาก สูงกว่าโลหะชนิดอื่น คือมีจุดหลอมละลายที่ 3,410 องศาเซลเซียส แท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนจะผสมด้วยธาตุทอเรียม (Thorium) และเซอร์โคเนียม (Zirconium) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนมีตั้งแต่ 0.010, 0.020, 0.040, $\frac{1}{4}$ นิ้ว, $\frac{1}{8}$ นิ้ว, $\frac{1}{16}$ นิ้ว, $\frac{3}{16}$ นิ้ว, $\frac{3}{32}$ นิ้ว และ $\frac{5}{32}$ นิ้ว ขนาดความยาว ตั้งแต่ 3, 5, 6, 7, 18 และ 24 นิ้ว ตัวแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนต้องไม่มีรอยแตกและสเกลไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่ที่แท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตน เพราะจะทำให้รอยเชื่อมมีคุณภาพไม่ดี ผิวของแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนมี 2 แบบ คือแบบผิวล้างด้วยน้ำยาเคมี (Chemical Clean Finish) และแบบผิวเจียรไน (Grind Finish) ซึ่งแบบผิวเจียรไนจะมีผิวเป็นมัน

- ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุม

1. ตรวจสอบความถูกต้องของกระแสไฟเสียก่อน ใช้กระแสไฟแบบ DCEP , DCEN หรือ AC ถ้าเป็น AC ต้องตั้งสวิตช์ความถี่สูงให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และตั้งกระแสไฟให้เหมาะสม
2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนว่าใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบว่าหัวฉีดยา (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเข้ากันได้หรือไม่ ให้ดูในตารางที่ 4.4 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด
3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนที่ยื่นพ้นหัวฉีดยาให้ถูกต้อง โดยรอยต่อชน (Butt Joint) จะมีความยาวยื่นออกมา $18 - \frac{3}{16}$ นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที (T Joint) หรือรอยเชื่อมฟิลเลต มีความยาวยื่นออกมาประมาณ $14 - \frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว ดังรูปที่ 4.18 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด
4. การปรับการไหลของแก๊สปกคลุม ปกติจะใช้ประมาณ 15-20 CFH (ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง) เปิดสวิตช์ต่างๆ ที่เครื่องเชื่อมให้ครบ เช่น สวิตช์ ปรับหัวกระแสไฟ เปิดน้ำ สวิตช์รีโมต และกำลังของเครื่องเชื่อม

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 4 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

8. สรุปและวิจารณ์ผล

การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล หรือเรียกว่า การเชื่อมทิก (TIG: Tungsten Inert Gas) เรียกตามมาตรฐาน EN และ Gas Tungsten Arc Welding โดยใช้คำย่อว่า GTAW ตามมาตรฐาน AWS

เป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะโดยขึ้นงานหลอมละลายด้วยความร้อนจากการอาร์กกระหว่างแท่งสแตนเลสกับโลหะขึ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยหรือแก๊สเฉื่อยผสมปกคลุมรอยเชื่อมขณะเกิดการอาร์ก รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมไม่เติมก็ได้ การเชื่อมทิกเป็นการเชื่อมที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง โดยมีการพัฒนาเครื่องเชื่อมและวิธีการเชื่อมใหม่ๆ ขึ้นมาสามารถเชื่อมต่อโลหะได้เกือบทุกชนิด

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 3

รายวิชา กระบวนการเชื่อม รหัสวิชา 30103-0001

เรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลปกคลุมหรือการเชื่อมทิก

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น.....สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	ด้านคุณธรรม จริยธรรม เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
	ด้านทักษะการปฏิบัติงาน						

5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 4
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะ แกสคลุม (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้ เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับ ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความ ปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.1 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการ
ดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้

1.8 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการ
ติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้

1.9 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการ
รื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี

2. สาคิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานที่ประกอบการใน
การปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง

3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการ
ปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎข้อบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน

2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผน
กระบวนการ

2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการ
ปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้หลักการเชื่อม SMAW

2 แสดงการเลือกใช้ เครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ ลวดเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมมิก ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมมิก ได้
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมมิกได้
5. อธิบายอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมมิกได้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาในสัปดาห์ที่แล้ว
2. ครูสรุปว่าในสัปดาห์นี้จะเรียนในเนื้อหาต่อจากสัปดาห์ที่แล้ว คือ เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล อีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม และลำดับขั้นตอนการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิกตามหัวข้อดังนี้

- เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล
อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล มีดังนี้
 1. เครื่องเชื่อม (Power Source)
 2. แก๊สปกคลุม (Shielding gas)
 3. หัวเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ (Welding Torch & Equipment)
 4. อีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม (Tungsten & Electrode)
- อีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม

แท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสจะแตกต่างจากลวดเชื่อมชนิดอื่นจะทำหน้าที่เกิดการอาร์ก ไม่ใช่โลหะเดิมหรือลวดเชื่อม จึงเป็นอีเล็กโทรดที่ไม่หลอมละลาย ทั้งสแตนเลสมีจุดหลอมละลาย (Melting Point) สูงมาก สูงกว่าโลหะชนิดอื่น คือมีจุดหลอมละลายที่ 3,410 องศาเซลเซียส แท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสจะผสมด้วยธาตุทอเรียม (Thorium) และเซอร์โคเนียม (Zirconium) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสมีตั้งแต่ 0.010, 0.020, 0.040, $\frac{1}{4}$ ", $\frac{1}{8}$ ", $\frac{1}{16}$ ", $\frac{3}{16}$ ", $\frac{3}{32}$ " และ $\frac{5}{32}$ " นิ้ว ขนาดความยาว ตั้งแต่ 3, 5, 6, 7, 18 และ 24 นิ้ว ตัวแท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสต้องไม่มีรอยแตกและสแลกไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่ที่แท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลส เพราะจะทำให้รอยเชื่อมมีคุณภาพไม่ดี ผิวของแท่งอีเล็กโทรดทั้งสแตนเลสมี 2 แบบ คือแบบผิวล้างด้วยน้ำยาเคมี (Chemical Clean Finish) และแบบผิวเจียรไน (Grind Finish) ซึ่งแบบผิวเจียรไนจะมีผิวเป็นมัน

- ลำดับขั้นการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล

1. ตรวจสอบความถูกต้องของกระแสไฟเสียก่อน ใช้กระแสไฟแบบ DCEP , DCEN หรือ AC ถ้าเป็น AC ต้องตั้งสวิตช์ความถี่สูงให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และตั้งกระแสไฟให้เหมาะสม

2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสที่ใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบดูว่าหัวฉีด (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสเข้ากันได้หรือไม่ ให้อ่านตารางที่ 4.4 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด

3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสที่ยื่นพ้นหัวฉีดให้ถูกต้อง โดยรอยต่อชน (Butt Joint) จะมีความยาวยื่นออกมา $18 - \frac{3}{16}$ นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที (T Joint) หรือรอยเชื่อมฟิลเลต มีความยาวยื่นออกมาประมาณ $14 - \frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว ดังรูปที่ 4.18 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด

4. การปรับการไหลของแก๊สปกคลุม ปกติจะใช้ประมาณ 15–20 CFH (ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง) เปิดสวิตช์ต่างๆ ที่เครื่องเชื่อมให้ครบ เช่น สวิตช์ ปรับหัวกระแสไฟ เปิดน้ำ สวิตช์รีโมต และกำลังของเครื่องเชื่อม

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 4 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด

6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชาการกระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์
2. สื่อ VDO Power Power และ วีดิทัศน์
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. รูปภาพประกอบ

5. เครื่องมือและอุปกรณ์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอน

2.ผลงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แผนจัดการเรียนรู้

2. ใบเช็คชื่อเข้าห้องเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. ตรวจใบงาน
3. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้
4. ประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
5. สังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
6. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
3. แบบสังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
4. แบบประเมินกิจกรรมใบงาน
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยครูและผู้เรียนร่วมกัน

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
4. กิจกรรมใบงาน เกณฑ์ผ่าน คือ 50%
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้มีเกณฑ์ผ่าน 50%
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 4		หน่วยที่ ... 4		
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม		สอนครั้งที่ 5-6		
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก		ทฤษฎี	4 ชม.	ปฏิบัติ
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก					

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะแก๊สคลุม (GMAW) เชื่อมไฟฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมไต้ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่รวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมมิก ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อม ได้มิก
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมมิก ได้
5. อธิบายอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมมิกได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

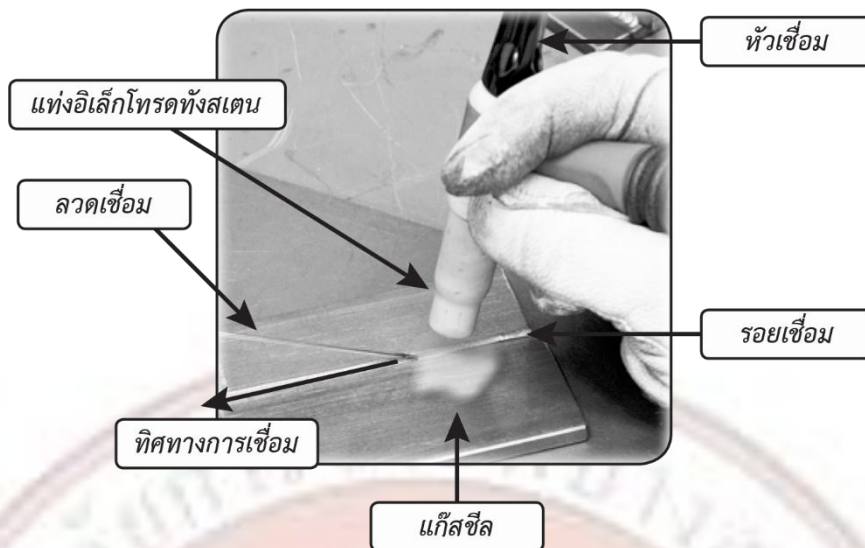
การจ่ายแก๊สแบบแมนิโฟลด์ (Manifold)

การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล หรือเรียกว่า การเชื่อมทิก (TIG: Tungsten Inert Gas) เรียกตามมาตรฐาน EN และ Gas Tungsten Arc Welding โดยใช้คำย่อว่า GTAW ตามมาตรฐาน AWS

เป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะโดยชิ้นงานหลอมละลายด้วยความร้อนจากการอาร์กกระหว่างแท่งทั้งสแตนกับโลหะชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยหรือแก๊สเฉื่อยผสมปกคลุมรอยเชื่อมขณะเกิดการอาร์ก รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมก็ได้ การเชื่อมทิกเป็นการเชื่อมที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง โดยมีการพัฒนาเครื่องเชื่อม และวิธีการเชื่อมใหม่ๆ ขึ้นมาสามารถเชื่อมต่อโลหะได้เกือบทุกชนิด

กรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล

การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลเป็นการเชื่อมด้วยการอาร์ก การอาร์กทำให้เกิดความร้อนอย่างรุนแรง ซึ่งเกิดจากการอาร์กกระหว่างแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตน (Tungsten Electrode) กับโลหะชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อย หรือแก๊สเฉื่อยผสมปกคลุมบริเวณบ่อหลอมละลายและรอยเชื่อมเพื่อป้องกันบรรยากาศจากภายนอกเข้ามาทำรวมตัวกับรอยเชื่อม โดยแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนถือว่าเป็นลวดเชื่อมแต่จะไม่เกิดการสิ้นเปลือง (Non – Consumable Electrode) ซึ่งมีหน้าที่สำหรับการอาร์กเท่านั้น รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมก็ต้องใช้โลหะเติมเรียกว่าลวดเชื่อม หรือไม่เติมก็ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะงาน



แสดงกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (ทิก)

ข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

1. รอยเชื่อมสะอาดไม่มีสแลกเพราะไม่ต้องใช้ฟลักซ์
2. สามารถเชื่อมได้ทุกตำแหน่งท่าเชื่อม
3. ไม่มีเม็ดโลหะ (Spatter) เพราะการเชื่อมทิกไม่มีการส่งถ่ายน้ำโลหะลวดเชื่อมเข้าผ่านการอาร์กสู่บ่อหลอมละลาย จึงไม่มีเม็ดโลหะกระเด็นติดบริเวณขอบรอยเชื่อม
4. การบิดงอของชิ้นงานมีน้อย
5. รอยเชื่อมมีคุณภาพสูง ทนต่อการสึกกร่อนได้ดีกว่าการเชื่อมด้วยวิธีอื่น
6. ในขณะที่เชื่อมสามารถมองเห็นการอาร์กและบ่อหลอมละลายได้ชัดเจน เพราะไม่มีควัน และเขม่า
7. การเชื่อมแนวแรก (Root Pass) ให้การซึมลึกที่ดีตลอดแนว
8. สามารถเชื่อมโลหะได้เกือบทุกชนิด

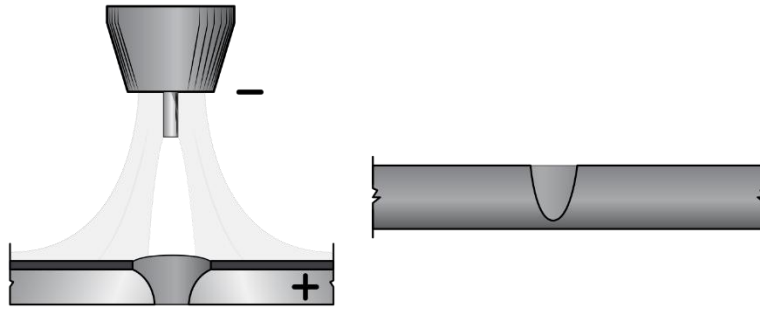
การเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม

กระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม มี 3 ประเภท ดังนี้

1. กระแสตรงขั้วลบ (DCEN) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ
2. กระแสตรงขั้วบวก (DCEP) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก
3. กระแสสลับความถี่สูง

1. กระแสตรงขั้วลบ (dcen) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ (Direct Current Electrode Negative)

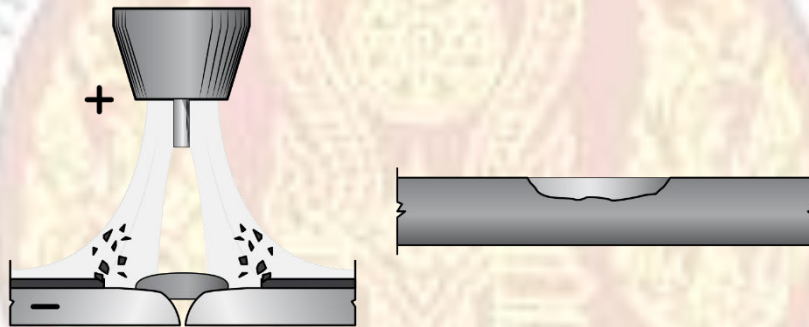
การต่อดังวิธีนี้ความร้อนจะเกิดที่ชิ้นงานมากกว่าในอัตรา 70 : 30 โดยอยู่ที่อิเล็กโทรด 30% ชิ้นงาน 70% แท่งทังสเตนจะมีขนาดเล็กกว่ากระแสตรงขั้วบวก และใช้กระแสไฟสูงกว่า ดังนั้นรอยเชื่อมที่เกิดขึ้นจะมีความแคบและหลอมละลายลึก



แสดงการหลอมละลายของรอยเชื่อมการต่อแบบ DCEN

2. กระแสตรงขั้วบวก (DCEP) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก (Direct Current Electrode Positive)

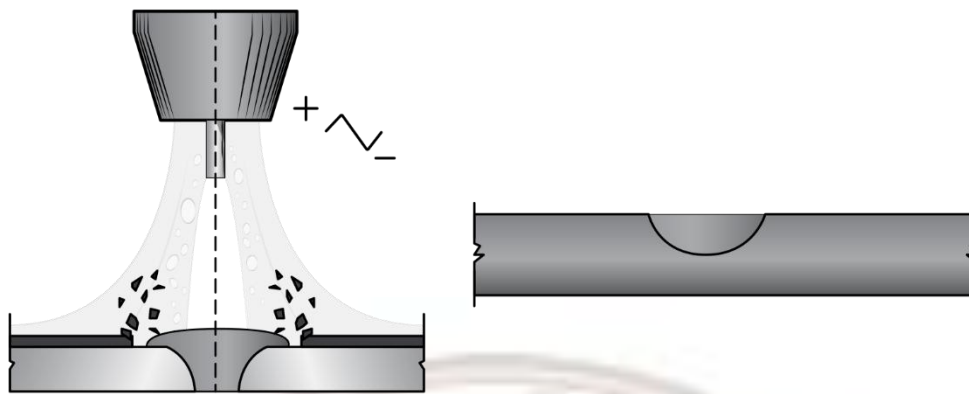
การต่อดังวิธีนี้ความร้อนจะเกิดที่มากกว่าอิเล็กโทรดในอัตรา 70 : 30 โดยอยู่ที่อิเล็กโทรด 70% ขึ้นงาน 30% ดังนั้นแท่งทั้งสแตนจะมีขนาดโตกว่าการต่อกระแสไฟเชื่อมด้วยวิธีอื่นๆ รอยเชื่อมที่เกิดขึ้นจะมีรอยกว้างและซึมลึกน้อย การต่อแบบนี้นำมาใช้ในการเชื่อมทิกน้อยมาก ในการต่อกระแสตรงทั้ง 2 แบบนี้สามารถเชื่อมโลหะได้ทุกชนิดยกเว้นอะลูมิเนียมและแมกนีเซียม



แสดงการหลอมละลายของรอยเชื่อมการต่อแบบ DCEP

3. กระแสสลับความถี่สูง (Alternating Current – High Frequency : ACHF)

การต่อดังวิธีนี้ใช้ระบบความถี่สูงอย่างต่อเนื่องขณะเชื่อมทำให้เริ่มต้นเชื่อมได้ง่ายโดยกระแสไฟฟ้าที่ขั้วลบจะทำให้ชิ้นงานมีความร้อนมาก ให้มีรอยเชื่อมกว้างและการซึมลึกดี ดังรูปที่ 4.4 และในขณะเดียวกันกระแสไฟฟ้าขั้วบวกจะช่วยขจัดออกไซด์ที่เคลือบผิวของโลหะให้แตกออกจากกันก่อนที่ชิ้นงานจะหลอมละลาย กระแสไฟฟ้าจะช่วยขจัดสิ่งสกปรกออกได้อีกด้วย ความร้อนจะเกิดที่อิเล็กโทรดและชิ้นงานเท่าๆ กัน โดยอยู่ที่อิเล็กโทรด 50% ชิ้นงาน 50%



แสดงการหลอมละลายของรอยเชื่อมการต่อแบบ ACHF

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและสแตนเลส

1. เครื่องเชื่อม (Power Source)

เครื่องเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและสแตนเลส ควรเป็นเครื่องเชื่อมที่มีการออกแบบเป็นพิเศษ มีทั้งกระแสไฟฟ้าตรงและกระแสไฟฟ้าสลับ โดยทั่วไปเครื่องเชื่อมจะเป็นแบบทรานส์ฟอร์มเมอร์ - เรกติไฟเออร์ (Transformer - Rectifier) หรือเครื่องแบบเจเนอเรเตอร์ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องยนต์ก็ได้รวมไปถึงเครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์ ที่สามารถนำมาใช้งานได้สะดวกและมี ฟังก์ชันเพื่อให้สะดวกมากยิ่งขึ้น เครื่องเชื่อมจะมีระบบผลิตความถี่สูงและคงที่ (High Frequency - Constant - Current) ติดตั้งไว้ด้วย สำหรับกรณีที่เชื่อมด้วยกระแสไฟฟ้าสลับระบบความถี่สูงจะถูกใช้อย่างต่อเนื่อง กรณีที่เชื่อมด้วยกระแสไฟฟ้าตรงสวิตช์ความถี่สูงจะเริ่มใช้ในการเริ่มต้นอาร์ก ในแบบทรานส์ฟอร์มเมอร์เรกติไฟเออร์ ผู้ปฏิบัติเลือกกระแสไฟฟ้าเชื่อมตามลักษณะของชิ้นงานได้คือ กระแสตรงขั้วลบ (DCEN) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ และกระแสตรงขั้วบวก (DCEP) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วบวกและกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) โดยกระแสไฟฟ้าตรงใช้เชื่อมกับพวกเหล็กสแตนเลส เหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กหล่อ เงิน ทองแดง นิกเกิลและนิกเกิลผสม ส่วนกระแสไฟฟ้าสลับเหมาะสำหรับการเชื่อมอะลูมิเนียมและแมกนีเซียม เครื่องเชื่อมจะเรียกว่าเครื่องเชื่อมทิก ปัจจุบันมีการพัฒนาออกแบบให้มีช่วงกระแสเชื่อมได้ 0.5-400 แอมแปร์ และอาร์ตโวลต์เตจ 10-30 โวลต์ และมีรอบทำงาน (Duty Cycle) 60%



2. แก๊สปกคลุม (Shielding Gas)

แก๊สปกคลุมที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสและสแตนเลส เป็นแก๊สที่ใช้สำหรับปกคลุมรอยเชื่อมและบ่อหลอมละลาย เพื่อป้องกันมิให้อากาศภายนอกมาทำปฏิกิริยากับรอยเชื่อมขณะเชื่อมซึ่งวิธีนี้มีมานานแล้วเช่น การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิ-อะเซทิลีน ซึ่งการเผาไหม้ของแก๊สอะเซทิลีนกับแก๊สออกซิเจนทำให้เกิดความร้อนและทำให้เกิด

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และไอน้ำ ซึ่งแก๊สเหล่านี้จะทำหน้าที่ปกคลุมรอยเชื่อมที่กำลังหลอมละลาย หรือในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ รอยเชื่อมที่หลอมละลาย และบริเวณอาร์กจะถูกปกคลุมด้วยแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ของฟลักซ์เช่นกัน และทำหน้าที่การอาร์กให้สม่ำเสมอ ชนิดของแก๊สปกคลุมที่ใช้มีดังนี้

2.1 แก๊สอาร์กอน

แก๊สอาร์กอน สัญลักษณ์ทางเคมี Ar เป็นแก๊สที่นิยมใช้กันมากเพราะเปลวอาร์กที่เกิดแคบและต่ำแต่มีความเข้มข้นสูง ทำให้ชิ้นงานได้รับความร้อนสูง ดังนั้นรอยเชื่อมจะมีการซึมลึกสูงแต่รอยแคบ สมบัติของแก๊สอาร์กอน มีดังนี้

- การเริ่มต้นอาร์กทำได้ง่าย การอาร์กคงที่เข้ากับโลหะบาง
- ปริมาตรของแก๊สต่ำ มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ ใช้แก๊สน้อยกว่าแก๊สชนิดอื่นที่ใช้เชื่อมทิก เช่น แก๊สฮีเลียม ควบคุมบ่อหลอมละลายได้ดี โดยเฉพาะท่าเชื่อมท่าตั้งและท่าเหนือศีรษะ ถ้าโลหะหนามากกว่า 4 มิลลิเมตรควรใช้แก๊สอาร์กอนผสมแก๊สฮีเลียม
- มีความต่างศักย์ต่ำ ปฏิกริยาที่ได้สะอาด เหมาะกับการเชื่อมผิวโลหะที่เป็นออกไซด์ เช่น อะลูมิเนียม
- แก๊สอาร์กอนมีอยู่ในบรรยากาศ 0.94% มีสมบัติไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ติดไฟ เนื่องจากแก๊สอาร์กอนในบรรยากาศมีน้อย

2.2 แก๊สฮีเลียม

แก๊สฮีเลียม สัญลักษณ์ทางเคมี He เหมาะสำหรับการเชื่อมที่ต้องการซึมลึกสูง และต้องการเชื่อมด้วยความเร็ว เหมาะสำหรับการเชื่อมเหล็กสแตนเลส สมบัติของแก๊สฮีเลียมมีดังนี้

- ความเร็วในการเชื่อมสูง บริเวณรับความร้อนแคบ จึงทำให้ชิ้นงานมีการเปลี่ยนแปลงน้อยทำให้มีสมบัติทางกลสูง
- มีความต่างศักย์สูง ความร้อนสูงเหมาะกับการเชื่อมงานที่มีความหนามากกว่า 4 มิลลิเมตร
- เหมาะสำหรับการเชื่อมในแบบอัตโนมัติสำหรับการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาและต้องการความเร็วสูง แต่อาร์กโวลต์เตจสูง ทำให้รอยเชื่อมไม่เกิดรูพรุน (Porosity) แต่มีรอยเว้าแหว่ง (Undercut)

2.3 แก๊สอาร์กอนผสมฮีเลียม

โดยทั่วไปจะมีการผสมของแก๊สอาร์กอนผสมฮีเลียมในอัตราส่วน แก๊สฮีเลียม 80% และแก๊สอาร์กอน 20% หรือแก๊สฮีเลียม 75% และแก๊สอาร์กอน 25% จะทำให้การอาร์กเกิดความร้อนเพิ่มขึ้นการอาร์กเรียบรอยเชื่อมมีการซึมลึกที่ดี เหมาะแก่การเชื่อมอัตโนมัติ ในการเชื่อมงานที่มีความหนาหรือต้องการความเร็วสูงควรใช้แก๊สผสมระหว่างแก๊สฮีเลียมและแก๊สอาร์กอนในอัตราส่วน 2 : 1 เพื่อลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงระยะอาร์กและลดปัญหาการเกิดรูพรุนในรอยเชื่อม

2.4 แก๊สอาร์กอนผสมแก๊สไฮโดรเจน

แก๊สไฮโดรเจนที่ผสม 1-15% กับแก๊สอาร์กอน จะใช้ได้ดีกับการเชื่อมเหล็กสแตนเลส ส่วนผสมของแก๊สอาร์กอนผสมแก๊สไฮโดรเจนไม่สามารถเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนหรือเหล็กกล้าคาร์บอนผสมต่ำได้ แต่ถ้าไปเชื่อมกับ

โลหะต่างๆ เมื่อใช้งานแล้วมักพบปัญหากับชิ้นงาน เช่น โนเนลหรือเงิน อาจเกิดปัญหาพ่นส่วนผสมของแก๊สอาร์กอนผสมแก๊สไฮโดรเจน 2% ใช้ได้ดีโดยไม่มีแก๊สอื่นผสม ทำให้ลดปัญหาการเกิดรูพ่นการใช้แก๊สไฮโดรเจนผสมกับแก๊สอาร์กอนจะติดไฟตลอดเวลาที่เชื่อม เมื่อนำแก๊สไฮโดรเจนไปใช้ทำอย่างอื่นต้องระมัดระวังในอันตรายจากระเบิด แต่ถ้าใช้แก๊สไฮโดรเจนบริสุทธิ์จะไม่เกิดการระเบิด เพียงแต่ลุกไหม้เท่านั้น แต่ถ้ามีอากาศเข้าไปเพียงเล็กน้อยอาจเกิดการระเบิดได้ การใช้ส่วนผสมของแก๊สไฮโดรเจนผสมกับแก๊สอาร์กอนจะน้อยกว่า 1 ใน 10 ของ 1% ของปริมาตรแก๊สทั้งหมดที่ใช้ในการเชื่อม จุดประสงค์ของส่วนผสมของผสมแก๊สอาร์กอนกับแก๊สไฮโดรเจนเพื่อช่วยเพิ่มความร้อนจากการอาร์ก

2.5 แก๊สไนโตรเจน

แก๊สไนโตรเจน สัญลักษณ์ทางเคมี N เป็นแก๊สที่นำไปผสมอีกชนิดหนึ่งแต่ไม่ค่อยได้ใช้ เพราะต้องใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่สูง จึงจะได้กระแสไฟเชื่อมที่สูง การถ่ายเทความร้อนจะสูงกว่าแก๊สอาร์กอนและแก๊สฮีเลียมแก๊สไนโตรเจนที่บริสุทธิ์นำไปผสมส่วนมากใช้เชื่อมทองแดงเพื่อป้องกันอากาศเข้าไปรวมตัวกับทองแดง แรงเคลื่อนจากการอาร์กจะให้กระแสไฟเชื่อมสูงกว่าการใช้แก๊สอาร์กอนและแก๊สฮีเลียมที่ผสมกัน แต่จะทำให้อิเล็กโทรดทั้งสแตนสกริปมากหน้าที่ยของแก๊สปกคลุมคือต้องไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะชิ้นงาน และต้องทำการอาร์กให้สม่ำเสมอ

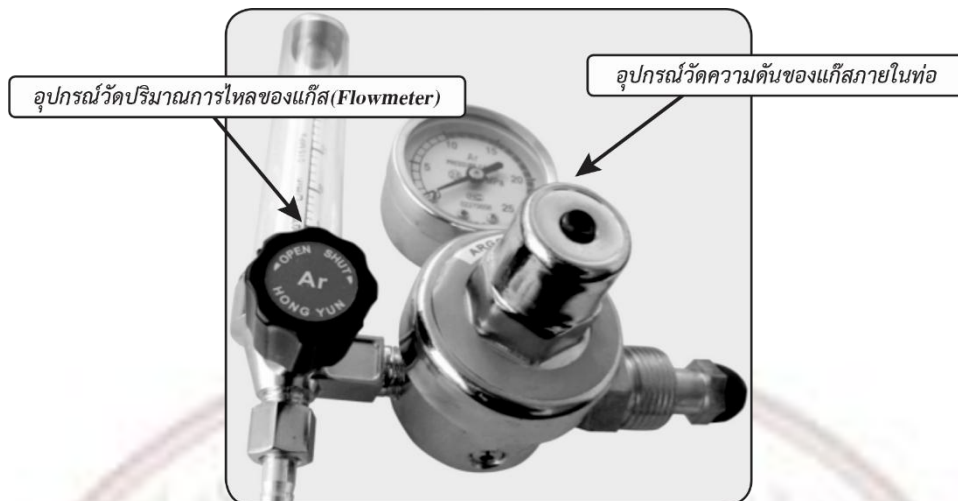
อุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊สปกคลุม(Regulator & Flowmeter)

แก๊สที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนสกริปและอลูมิเนียมจะถูกบรรจุไว้ในท่อบรรจุด้วยความดันสูง ซึ่งในการนำไปใช้งานจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊ส ซึ่งอุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊สแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. อุปกรณ์วัดความดันของแก๊สภายในท่อ (Regulator)
2. อุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของแก๊ส (Flowmeter)

อุปกรณ์วัดความดันของแก๊สภายในท่อมักจะคล้ายกับอุปกรณ์ควบคุมความดันแก๊สออกซิเจนโดยจะมีอุปกรณ์วัดความดันภายในท่อ มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือเป็นบาร์ ส่วนอุปกรณ์วัดปริมาณ

การไหลของแก๊สมีหน้าที่ควบคุมการไหลของแก๊ส มีหน่วยวัดเป็น CFH (ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง) หรือ lpm (ลิตรต่อ นาที) โดยรูปร่างของอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของแก๊สจะมีลักษณะเป็นหลอดแก้วมีลูกเหล็กกลมบรรจุอยู่ในหลอดแก้ว บอกอัตราการไหลเมื่อแก๊สผ่านเข้าไปในหลอดแก๊สจะดันทำให้ลูกเหล็กลอยตัว นอกจากนี้ยังสามารถปรับเปลี่ยนปริมาณการไหลของแก๊สได้ หลอดแก้วของอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของแก๊สจะต้องตั้งอยู่ในแนวตั้ง (Vertical) เสมอจึงจะอ่านค่าได้ละเอียดถูกต้อง



แสดงอุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊สปกคลุม

3. หัวเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ (Welding Torch & Equipment)

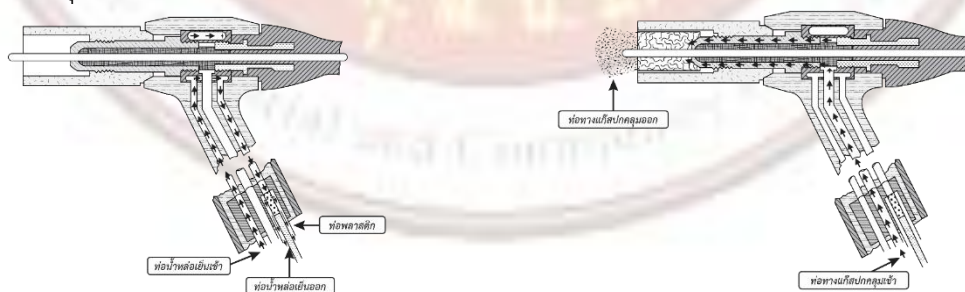
หัวเชื่อมสำหรับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (ทิก) สำหรับงานเชื่อมที่ควบคุมด้วยมือ มีอยู่ 2 ชนิด คือ

3.1 หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Torch)

หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยอากาศจะใช้ในการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาน้อย ใช้กระแสไฟต่ำใช้ในการเชื่อมระยะสั้นๆ การระบายความร้อนจะใช้อากาศที่อยู่บริเวณรอบๆ หัวเชื่อมเป็นตัวระบายซึ่งระบายความร้อนได้น้อยมาก

3.2 หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Torch)

หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยน้ำ ออกแบบไว้สำหรับการเชื่อมติดต่อกันเป็นเวลานาน ใช้กระแสไฟสูงภายในหัวเชื่อมชนิดนี้จะถูกออกแบบให้น้ำสามารถไหลหมุนเวียนอยู่ภายในและไหลผ่านช่องทางสายเชื่อมได้ ต้องคอยตรวจสอบให้น้ำไหลหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันอุปกรณ์หัวเชื่อมเสียหาย และในตัวหัวเชื่อมยังมีการไหลของแก๊สที่มากคลุมรอยเชื่อม



หน้าที่ที่สำคัญของหัวเชื่อมสำหรับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลที่สำคัญมีดังนี้

1. เป็นที่ใช้จับขณะถือ
2. เป็นตัวจับอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลส
3. เป็นตัวนำไฟฟ้าสู่บริเวณการเชื่อม
4. เป็นทางผ่านของแก๊สปกคลุม เพื่อไหลปกคลุมบริเวณการเชื่อม

5. เป็นทางผ่านของน้ำเพื่อระบายความร้อนภายในหัวเชื่อม

ชิ้นส่วนประกอบของหัวเชื่อมทิก ในหัวเชื่อมทิก มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. ทอร์ชเชื่อม (Torch Body)

เป็นชิ้นส่วนหลักของหัวเชื่อม ทำด้วยทองแดงผสมเป็นทางผ่านของแก๊สปกคลุมและน้ำที่ใช้ระบายความร้อน และกระแสไฟเชื่อม ซึ่งหุ้มด้วยวัสดุที่ทำเป็นฉนวนป้องกันความร้อนและกระแสเชื่อมอย่างดี



แสดงทอร์ชเชื่อม

2. ตัวจับยึดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตน (Electrode Collect)

ใช้สำหรับจับยึดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนซึ่งต้องใช้ให้ตรงกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตน ทำด้วยทองแดงผสมบางชนิดทำด้วยนิกเกิลโครเมียมผสม



แสดงตัวจับยึดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตน (Electrode Collect)

3. คอลเล็ตโฮลเดอร์ (Collet Holder)

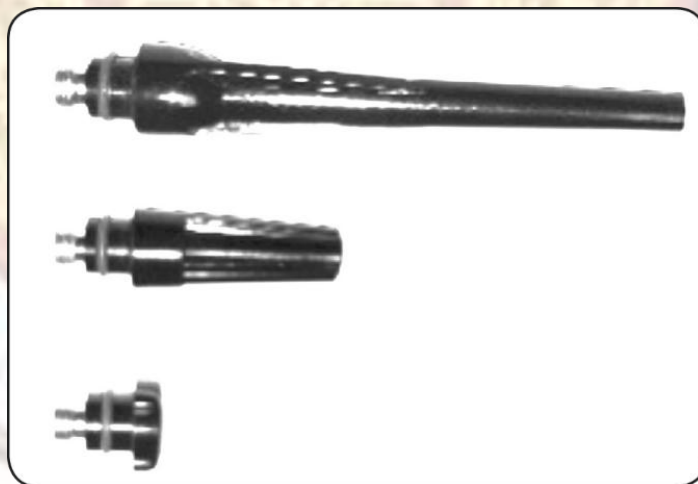
เป็นอุปกรณ์จับยึดด้วยเกลียวต่อจากส่วนลำตัวของหัวเชื่อมทำหน้าที่บีบจับตัวจับยึดแท่งทั้งสแตน (Electrode Collect) ให้จับยึดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนให้แน่นขึ้น



แสดงคอลเล็ตโฮลเดอร์ (Collet Holder)

4. ฝาครอบ (Cap)

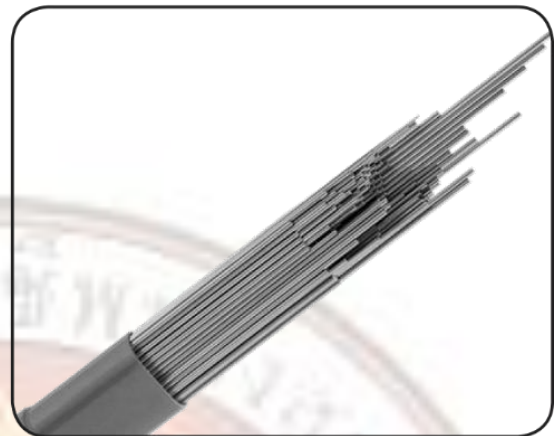
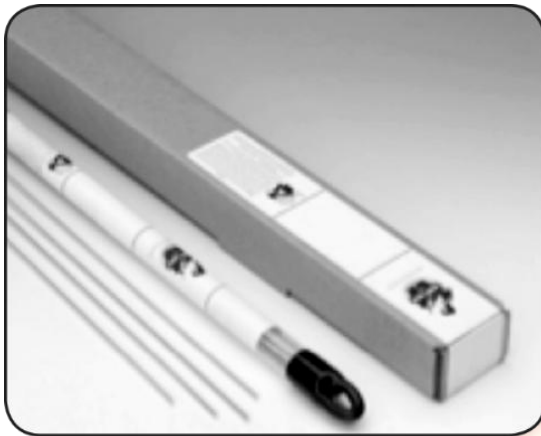
เป็นตัวครอบแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้แก๊สไหลออก และป้องกันอากาศภายนอกเข้ามาปนกับแก๊สภายในหัวเชื่อม ฝาครอบมีหลายขนาดตามความยาวของแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตน ซึ่งแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนจะมีขนาดยาว 2 นิ้ว 3 นิ้ว และ 7 นิ้ว รูปหัวครอบ



5. ลวดเชื่อม (Filler Metal)

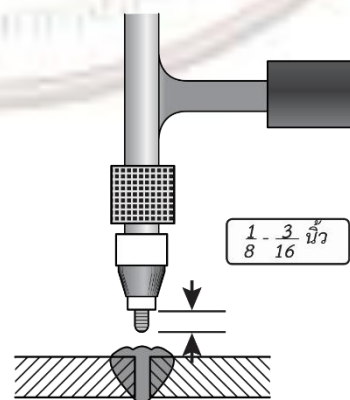
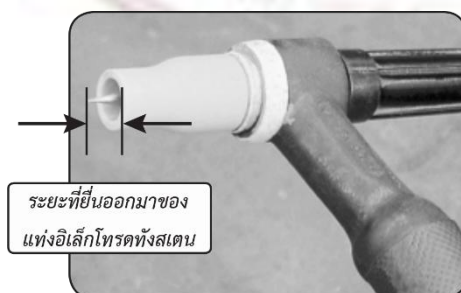
ลวดเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนแก๊สคลุมเป็นลวดเชื่อมที่เติมลงในบ่อหลอมละลายนี้จะมีส่วนผสมที่ใกล้เคียงกับสมบัติของชิ้นงานที่จะเชื่อม การเลือกลวดเชื่อมต้องพิจารณาจากโลหะงานความหนาของชิ้นงานสมบัติ

เชิงกล การออกแบบรอยต่อและกระแสไฟที่ใช้ลวดเชื่อมมีทั้งแบบเป็นแท่ง (Rod) และลวดม้วน (Wire) ซึ่งจะต้องมีผิวเรียบ และมีคุณภาพตลอดความยาว

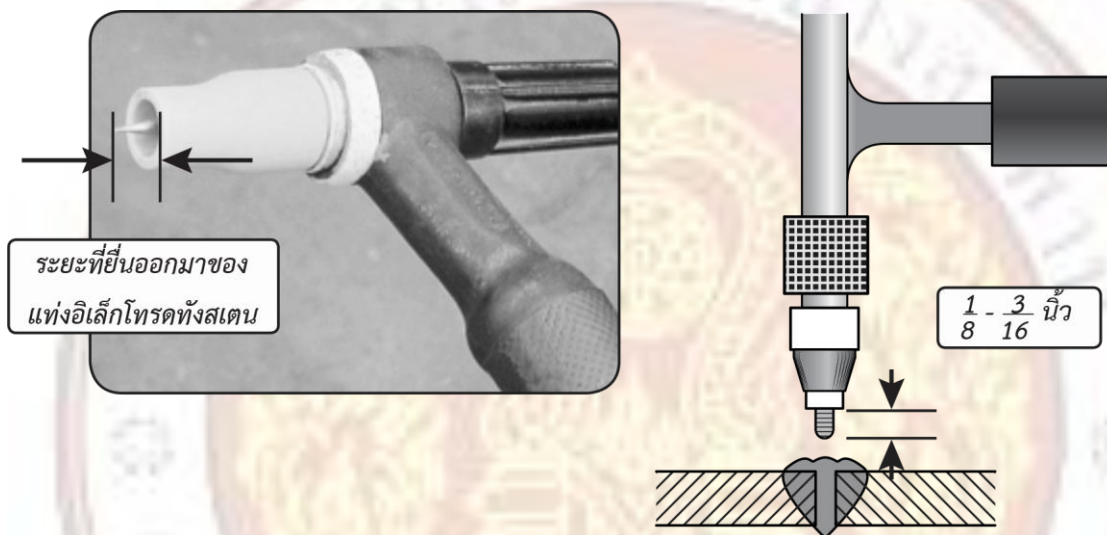


แสดงลวดเชื่อมเติมในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

1. ตรวจสอบความถูกต้องของกระแสไฟเสียก่อน ใช้กระแสไฟแบบ DCEP , DCEN หรือ AC ถ้าเป็น AC ต้องตั้งสวิตช์ความถี่สูงให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และตั้งกระแสไฟให้เหมาะสม
2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสว่าใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบว่าหัวฉีดยา (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสเข้ากันได้หรือไม่
3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสที่ยื่นพ้นหัวฉีดยาให้ถูกต้อง โดยรอยต่อชน (Butt Joint) จะมีความยาวยื่นออกมา $18 - \frac{3}{16}$ นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที (T Joint) หรือรอยเชื่อมฟิลเล็ท มีความยาวยื่นออกมาประมาณ $1 - \frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว



1. ตรวจสอบความถูกต้องของกระแสไฟเสียก่อน ใช้กระแสไฟแบบ DCEP , DCEN หรือ AC ถ้าเป็น AC ต้องตั้งสวิตซ์ความถี่สูงให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และตั้งกระแสไฟให้เหมาะสม
2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสว่าใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบว่าหัวฉีดยา (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสเข้ากันได้หรือไม่
3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสที่ยื่นพ้นหัวฉีดยาให้ถูกต้อง โดยรอยต่อชน (Butt Joint) จะมีความยาวยื่นออกมา $18 - \frac{3}{16}$ นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที (T Joint) หรือรอยเชื่อมฟิลเล็ต มีความยาวยื่นออกมาประมาณ $1 - \frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว



แสดงปรับระยะแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลส (1)

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การประกระแสไฟเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่มแบบใด ทำให้รอยเชื่อมมีความแคบและหลอมละลายลึก

- ก. AC
- ข. ACHF
- ค. DCEP

ง. DCEN

จ. ถูกทั้ง ค และ ง

2. ข้อใดกล่าวถูกต้องสำหรับกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล

ก. เกิดเมตโลหะ (Spetter)

ข. เชื่อมได้เกือบทุกตำแหน่งท่าเชื่อม

ค. เชื่อมโลหะได้บางชนิด

ง. รอยเชื่อมเกิด Slag ปกคลุม

จ. เหมาะสำหรับเชื่อมแนวซิมลิก

3. เวลดิงเกรด (Welding Grade) มีแก๊สอาร์กอนอยู่ที่เปอร์เซ็นต์

ก. 99.98%

ข. 99.99%

ค. 99.993%

ง. 98.998%

จ. 99.997%

4. ในส่วนผสมของแก๊สอาร์กอนจะมีแก๊สไนโตรเจนผสมอยู่กี่ส่วน

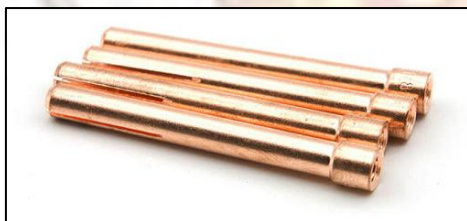
ก. น้อยกว่า 10 ppm

ข. น้อยกว่า 5 ppm

ค. น้อยกว่า 30 ppm

ง. น้อยกว่า 50 ppm

จ. น้อยกว่า 1 ppm



5. จากภาพคือส่วนประกอบอุปกรณ์เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลที่มีชื่อเรียกว่าอะไร

ก. Cap

ข. Nozzle

ค. Tungsten

ง. Collet Holder

จ. Electrode Correct

6. กระแสไฟเชื่อมในกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล มีกี่ชนิด

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 5

จ. มีเพียงชนิดเดียว

7.ข้อใดเป็นการเลือกใช้ทั้งสแตนเลสเหล็กโครตได้อย่างถูกต้องที่สุด

ก. ทั้งสแตนเลสที่นำมาลบลายทั้งสแตนเลสให้เรียบ และใช้กับกระแสไฟ (DCEN)

ข. ทั้งสแตนเลสที่ใช้กับกระแสไฟ (ACHF) ลายทั้งสแตนเลสมีลักษณะลายกลมมด

ค. ทั้งสแตนเลสที่ใช้กับกระแสไฟ (ACHF) ลายทั้งสแตนเลสมีลักษณะลายแหลม

ง. ทั้งสแตนเลสที่มีอัตราเนื้อเตี 1 – 2 % นำมาใช้กับกระแสไฟ (AC) ในงานเชื่อมอะลูมิเนียม

จ. ทั้งสแตนเลสที่มีอัตราเนื้อเตี 1 – 2 % ใช้กับกระแสตรงขั้วลบ (DCEN) มีลักษณะลายเรียบ

8.สัญลักษณ์ใดหมายถึงกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม

ก. SMAW

ข. GTAW

ค. GMAW

ง. FCAW

จ. SAW

9.การเชื่อมอะลูมิเนียมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม เรียกว่าอะไร

ก. MAG

ข. MIG

ค. TIG

ง. Flux Core

จ. Submerge

10.การเชื่อมแบบ MAG ใช้เชื่อมโลหะชนิดใด

ก. เหล็ก

ข. ทองเหลือง

ค. ทองแดง

ง. อะลูมิเนียม

จ. ถูกทั้ง ข และ ค

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1.การประกระแสไฟเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสเหล็กคลุมแบบใด ทำให้รอยเชื่อมมีความแคบและหลอมละลายลึก

ก. AC

- ก. 2
ข. 3
ค. 4
ง. 5
จ. มีเพียงชนิดเดียว

7.ข้อใดเป็นการเลือกใช้ทั้งสแตนเลสเกรด 304 อย่างถูกต้องที่สุด

- ก. ทั้งสแตนเลสเกรด 304 นำมาลบลายทั้งสแตนเลสให้เรียบ และใช้กับกระแสไฟ (DCEN)
- ข. ทั้งสแตนเลสเกรด 304 ใช้กับกระแสไฟ (ACHF) ลายทั้งสแตนเลสมีลักษณะลายกลมมด
- ค. ทั้งสแตนเลสเกรด 304 ใช้กับกระแสไฟ (ACHF) ลายทั้งสแตนเลสมีลักษณะลายแหลม
- ง. ทั้งสแตนเลสเกรด 304 ใช้กับกระแสไฟ (AC) ในงานเชื่อมอะลูมิเนียม
- จ. ทั้งสแตนเลสเกรด 304 ใช้กับกระแสตรงขั้วลบ (DCEN) มีลักษณะลายเรียบ

8.สัญลักษณ์ใดหมายถึงกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม

- ก. SMAW
- ข. GTAW
- ค. GMAW
- ง. FCAW
- จ. SAW

9.การเชื่อมอะลูมิเนียมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม เรียกว่าอะไร

- ก. MAG
- ข. MIG
- ค. TIG
- ง. Flux Core
- จ. Submerge

10.การเชื่อมแบบ MAG ใช้เชื่อมโลหะชนิดใด

- ก. เหล็ก
- ข. ทองเหลือง
- ค. ทองแดง
- ง. อะลูมิเนียม
- จ. ถูกทั้ง ข และ ค

	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ ... 4
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 15-6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะแก๊สกลุ่ม (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต่ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่รวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่มหรือการเชื่อมทิก ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่มหรือการเชื่อมทิก ได้
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่มหรือการเชื่อมทิก ได้
5. อธิบายอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่มหรือการเชื่อมทิก ได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 3
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

..

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาในสัปดาห์ที่แล้ว

2. ครูสรุปว่าในสัปดาห์นี้จะเรียนในเรื่องหาต่อจากสัปดาห์ที่แล้ว คือ เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม อิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม และลำดับขั้นตอนการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมหรือการเชื่อมทิก ตามหัวข้อดังนี้

- เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม
อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม มีดังนี้

1. เครื่องเชื่อม (Power Source)
2. แก๊สปกคลุม (Shielding gas)
3. หัวเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ (Welding Torch & Equipment)
4. อิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม (Tungsten & Electrode)

- อิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อม

แท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสจะแตกต่างจากลวดเชื่อมชนิดอื่นจะทำหน้าที่เกิดการอาร์ก ไม่ใช่โลหะเติมหรือลวดเชื่อม จึงเป็นอิเล็กโทรดที่ไม่หลอมละลาย ทั้งสแตนเลสมีจุดหลอมละลาย (Melting Point) สูงมาก สูงกว่าโลหะชนิดอื่น คือมีจุดหลอมละลายที่ 3,410 องศาเซลเซียส แท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสจะผสมด้วยธาตุทอเรียม (Thorium) และเซอร์โคเนียม (Zirconium) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสมีตั้งแต่ 0.010, 0.020, 0.040, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{3}{16}$, $\frac{3}{32}$ และ $\frac{5}{32}$ นิ้ว ขนาดความยาว ตั้งแต่ 3, 5, 6, 7, 18 และ 24 นิ้ว ตัวแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสต้องไม่มีรอยแตกและสเกลไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่ที่แท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลส เพราะจะทำให้รอยเชื่อมมีคุณภาพไม่ดี ผิวของแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสมี 2 แบบ คือแบบผิวล้างด้วยน้ำยาเคมี (Chemical Clean Finish) และแบบผิวเจียรไน (Grind Finish) ซึ่งแบบผิวเจียรไนจะมีผิวเป็นมัน

- ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

1. ตรวจสอบความถูกต้องของกระแสไฟเสียก่อน ใช้กระแสไฟแบบ DCEP, DCEN หรือ AC ถ้าเป็น AC ต้องตั้งสวิตช์ความถี่สูงให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และตั้งกระแสไฟให้เหมาะสม

2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสที่ใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบหัวหัวฉีด (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสเข้ากันได้หรือไม่ ให้ดูในตารางที่ 4.4 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด

3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสที่ยื่นพ้นหัวหัวฉีดให้ถูกต้อง โดยรอยต่อชน (Butt Joint) จะมีความยาวยื่นออกมา $18 - \frac{3}{16}$ นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที (T Joint) หรือรอยเชื่อมฟิลเลต มีความยาวยื่นออกมา

ประมาณ $14 - \frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว ดังรูปที่ 4.18 จาก

หนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

4. การปรับการไหลของแก๊สปกคลุม ปกติจะใช้ประมาณ 15–20 CFH (ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง) เปิดสวิตช์ต่างๆ ที่เครื่องเชื่อมให้ครบ เช่น สวิตช์ ปรับชั่วกระแสไฟ เปิดน้ำ สวิตช์รีโมต และกำลังของเครื่องเชื่อม

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 4 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

8. สรุปและวิจารณ์ผล

การเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล หรือเรียกว่า การเชื่อมทิก (TIG: Tungsten Inert Gas) เรียกตามมาตรฐาน EN และ Gas Tungsten Arc Welding โดยใช้คำย่อว่า GTAW ตามมาตรฐาน AWS

เป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะโดยชิ้นงานหลอมละลายด้วยความร้อนจากการอาร์กกระหว่างแท่งสแตนเลสกับโลหะชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยหรือแก๊สเฉื่อยผสมปกคลุมรอยเชื่อมขณะเกิดการอาร์ก รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมไม่เติมก็ได้ การเชื่อมทิกเป็นการเชื่อมที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง โดยมีการพัฒนาเครื่องเชื่อมและวิธีการเชื่อมใหม่ๆ ขึ้นมาสามารถเชื่อมต่อโลหะได้เกือบทุกชนิด

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 4

รายวิชา กระบวนการเชื่อม รหัสวิชา 30103-0001

เรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	ด้านคุณธรรม จริยธรรม เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	ด้านทักษะการปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสัญญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน

ผ่าน

ไม่ผ่าน

คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล

หน่วยที่ 4 เรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ - นามสกุล	การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																ร ว ม คะแนน				
		การสนใจเรียน				การแสดงความคิดเห็น				การตอบคำถาม				การยอมรับฟังคนอื่น					ทำงานตามที่ครูมอบหมาย			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		4	3	2	1
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

- ดีมาก = 4 สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยในชั้น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 90 - 100%
- ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70 - 89%
- ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50 - 69 %
- ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ลงชื่อครูผู้สอนสังเกต
(.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางานระดับชั้นกลุ่ม

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความมีวินัย	ความสามัคคี	จิตอาสา	ซื่อสัตย์สุจริต	ประพฤติ ดี	ซื่อสัตย์	สุภาพ	ตรงต่อเวลา		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 5
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 7-8
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะ แกสคลุม (GMAW) เชื่อมไส้ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้ เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับ ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความ ปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการดำเนินงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.1 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการ ดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้

1.10 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการใน การ

ติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้

1.11 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการใน การ

รื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี

2. สาคิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานที่ประกอบการใน การปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง

3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการ ปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎข้อบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน

2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ
2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บุรณาการกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์
2. ธาตุที่ผสมในลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

1. ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์
2. ธาตุที่ผสมในลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาในสัปดาห์ที่แล้ว
2. ครูสรุปว่าในสัปดาห์นี้จะเรียนในเนื้อหาต่อจากสัปดาห์ที่แล้วคือหัวข้อ ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ และธาตุที่ผสมในลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ ตามหัวข้อดังนี้
 - ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์
ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ที่มีขายในท้องตลาด แต่ละชนิดมีสมบัติและการนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนั้นควรพิจารณาการใช้งานตามสมบัติของลวดเชื่อม ที่แตกต่างกันคือรหัสท้ายมีอยู่ 12 ชนิด
 - ธาตุที่ผสมในลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์
ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์มี 2 แบบ คือ แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก และ แบบสร้างแก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์ ซึ่งทั้ง 2 แบบจะมีธาตุผสมต่างๆ เพื่อให้ได้สมบัติทางกลของรอยเชื่อม

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของ สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 6 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกัน

ตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้ และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบ หรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 6 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการ เชื่อม เรียบเรียงโดย ทรวงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 6 โดยผู้เรียนแต่ละคน ตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเอง ด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชาการกระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. สื่อ VDO Power Power และ วีดีทัศน์
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. รูปภาพประกอบ
5. เครื่องมือและอุปกรณ์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

- 1.บันทึกการสอน
- 2.ผลงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แผนจัดการเรียนรู้
2. ใบเช็คชื่อเข้าห้องเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. ตรวจใบงาน
3. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้
4. ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
5. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
6. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
3. แบบสังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
4. แบบประเมินกิจกรรมใบงาน
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยครูและผู้เรียนร่วมกัน

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
4. กิจกรรมใบงาน เกณฑ์ผ่าน คือ 50%
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้มีเกณฑ์ผ่าน 50%
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 5		หน่วยที่ ... 5
	รหัสวิชา 30103-0001	ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 7-8

	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง	กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมไส้ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับ ลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. อธิบายหลักการกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
3. อธิบายอุปกรณ์การเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
4. อธิบายฟลักซ์สำหรับการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
5. อธิบายสัญลักษณ์ของฟลักซ์ได้
6. อธิบายลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
7. อธิบายสัญลักษณ์ของลวดเชื่อมใต้ฟลักซ์ตามมาตรฐาน AWS ได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

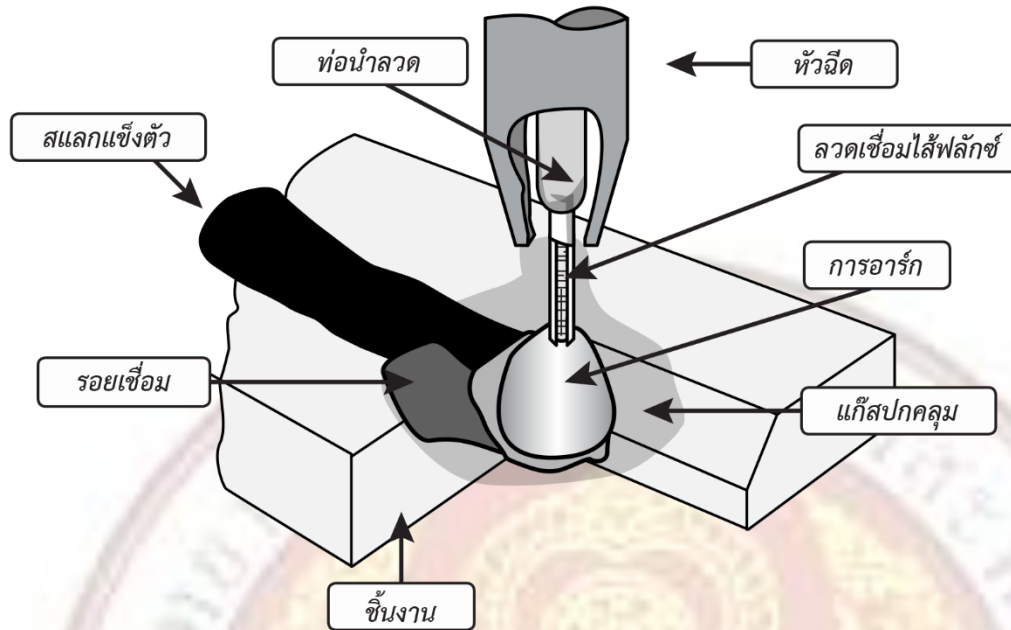
1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

หลักการกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux-Core Arc Welding)

กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux-Core Arc Welding : FCAW หรือ FAW) เป็นการเชื่อมด้วยการอาร์กซึ่งเกิดขึ้นด้วยอิเล็กโทรดชนิดกลวง (Tubular) ที่บรรจุภายในด้วยฟลักซ์ ซึ่งเรียกว่าลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์โดยฟลักซ์ที่อยู่ภายในเส้นลวดจะทำให้เกิดการอาร์กที่สมบูรณ์ เพิ่มสมบัติทางกลและช่วยสร้างรูปร่างรอยเชื่อมให้เหมือนกับฟลักซ์ ซึ่งคล้ายกับวิธีการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) ซึ่งวิธีการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ฟลักซ์

จะอยู่นอกลวดเชื่อมแต่เป็นตัวป้องกันบรรยากาศ และอีกวิธีคือเหมือนกับกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (GMAW) โดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เป็นตัวป้องกันบรรยากาศภายนอก และใช้ลวดเชื่อมชนิดกลาง



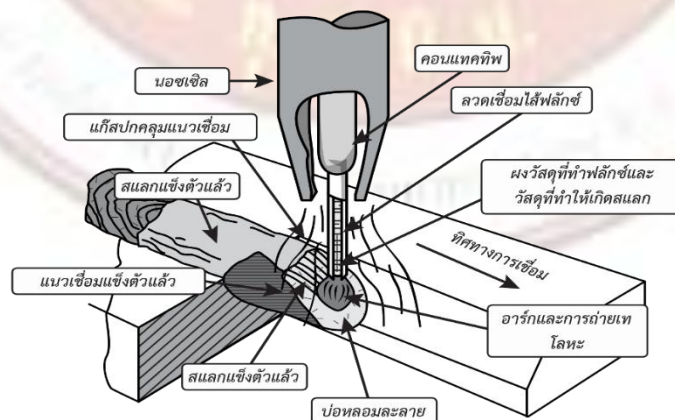
แสดงกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (FCAW)

กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์แบ่งได้ 2 แบบ

1. แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก (Gas Shield Flux Core Arc Welding)
2. แบบสร้างแก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์ (Self-Shield Flux Core Arc Welding)

แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก

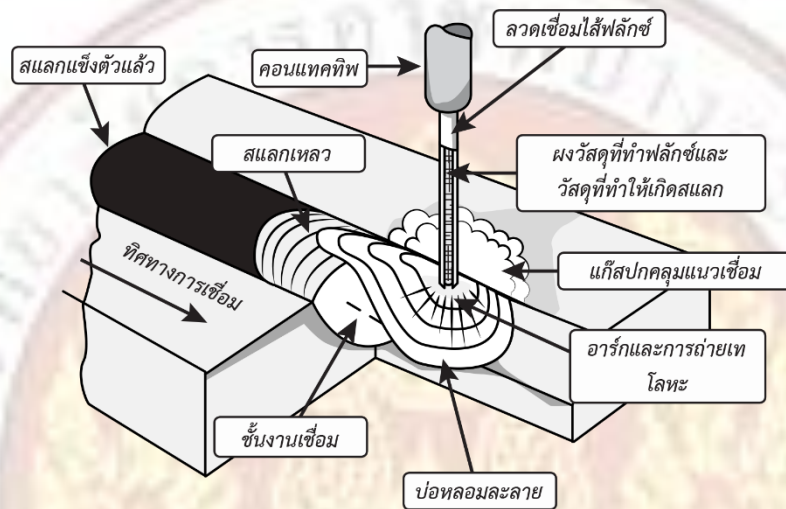
แก๊สที่ใช้จะใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) หรือใช้แก๊สผสมระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์กับอาร์กอนก็ได้ ขึ้นอยู่กับชิ้นงาน แก๊สที่ใช้ปกคลุม รอยเชื่อมเพื่อป้องกันแก๊สออกซิเจน และแก๊สไนโตรเจนเข้าไปรวมตัวกับรอยเชื่อม การใช้แก๊สปกคลุมภายนอกจะใช้เมื่อต้องการคุณภาพของรอยเชื่อมสูง ซึ่งคุณภาพของรอยเชื่อม



แสดงกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก

หลักการกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux-Core Arc Welding)

แบบสร้างแก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์ เป็นแบบเป็นที่นิยมใช้กันมาก ฟลักซ์สามารถสร้างแก๊สปกคลุมเองได้จากปฏิกิริยาทางเคมี เมื่อฟลักซ์ได้รับความร้อนแล้วจะสลายตัวกลายเป็นไอ กระบวนการเชื่อมแบบสร้างแก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์การซึมลึกจะไม่ดีสู้แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอกไม่ได้ เนื่องมาจากการรวมตัวของบรรยากาศขณะเชื่อมสาเหตุก็คือมีแก๊สเกิดขึ้นและมีธาตุที่ขจัดออกซิเจน (Deoxidise) ในฟลักซ์ของลวดเชื่อม จึงเหมาะกับงานที่ต้องการความแข็งแรงน้อยกว่าการใช้แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก ใช้ในการเชื่อมเหล็กคาร์บอน แต่ไม่นิยมใช้กับเหล็กผสมต่ำสามารถเชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม การส่งถ่ายโลหะจะใช้แบบลัดวงจร (Short Circuit) และแบบหยด (Globular)



แสดงกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์แบบใช้แก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์

ข้อดีของกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (FCAW)

1. คุณภาพของรอยเชื่อมสูง
2. รูปร่างของรอยเชื่อมสวยงามสะอาดได้ขนาด
3. ประสิทธิภาพของการเติมเนื้อโลหะเชื่อมสูง
4. ทำความสะอาดก่อนการเชื่อมน้อยกว่ากระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (GMAW)
5. อัตราการเติมเนื้อโลหะเชื่อมดีกว่ากระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW)
6. ลดการบิดงอได้น้อยกว่ากระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
7. อัตราการเติมเนื้อโลหะเชื่อมดีกว่ากระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
8. ปฏิกิริยาของฟลักซ์กับน้ำโลหะ จะช่วยขจัดสิ่งที่เป็นมลทินออกจากบ่อหลอมละลาย
9. การเชื่อมโดยใช้แก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์ ไม่มีปัญหาในการเชื่อมงานข้างนอกหรือที่มีลมแรงเหมือนกับกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม เนื่องจากแก๊สกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมที่ใช้ปกคลุมสร้างขึ้นมาจากฟลักซ์ในลวดเชื่อมป้องกันกระแสลมได้ดี
10. ลดปัญหาการแตกร้าวในรอยเชื่อม

1. เครื่องเชื่อม (Welding Machine) อุปกรณ์การเชื่อมไส้ฟลักซ์

เครื่องเชื่อมสำหรับการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (FCAW) ในปัจจุบันสามารถใช้ร่วมกับเครื่องเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมหรือมิกได้เลย เพียงแต่เปลี่ยนลวดเชื่อมแบบตันมาเป็นแบบกลวงและไม่ต้องเปลี่ยนตัวนำลวดเชื่อม (Liner) เครื่องเชื่อมที่ใช้เป็นเครื่องเชื่อมชนิดกระแสตรง แบบแรงดันเชื่อมคงที่ (Constant Voltage) จะต่อกระแสตรงกลับขั้ว (DCEP) และกระแสตรงขั้วตรง (DCSP) โดยสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งแบบการเชื่อมอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ ในปัจจุบันผู้ผลิตเครื่องเชื่อมได้มีการพัฒนาเครื่องเชื่อมที่ออกแบบสำหรับการเชื่อมไส้ฟลักซ์โดยเฉพาะ แต่เครื่องประเภทนี้จะใช้ในอุตสาหกรรมเชื่อมขนาดเล็ก เครื่องเชื่อมที่ออกแบบมาเฉพาะนี้จะมีความสามารถในการจ่ายกระแสเชื่อมและแรงดันเชื่อมระดับสูงได้อย่างต่อเนื่อง หรือมีค่า Duty Cycle ในระดับ 100% หรือแม้แต่เลือกการใช้ขั้วเชื่อมสำหรับลวดเชื่อมเฉพาะแบบได้ แต่ส่วนใหญ่จะใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งมีราคาแพง



แสดงลูกกลิ้งร่องแบบตัววี (V Groove)

3. หัวเชื่อม (Welding Gun or Torch)

หัวเชื่อมสำหรับการเชื่อมไส้ฟลักซ์เหมือนกับอาร์กโลหะแก๊สคลุมหรือมิก หัวเชื่อมที่ใช้มีด้วยกัน 2 แบบคือแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled) และแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled)

4. แก๊สปกคลุม (Shield Gas)

แก๊สที่ใช้ในการปกคลุมรอยเชื่อมสำหรับการเชื่อมไส้ฟลักซ์จะเป็นแก๊สชนิดเดียวกันกับการเชื่อมโลหะแก๊สคลุมแบบแอคทีฟ (Metal Active Gas) ใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลัก และยังใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ผสมกับแก๊สอาร์กอนในอัตราส่วนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 78% แก๊สอาร์กอน 22% รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมความดันการไหลของแก๊สก็เหมือนกับการเชื่อมโลหะแก๊สคลุม

ลวดเชื่อม (Electrode Wire) สำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์

การแบ่งลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ตามมาตรฐานของสมาคมการเชื่อมอเมริกา (AWS) คือ A 5.20-1979 เป็นลวดเชื่อมภายในกลวงสำหรับเชื่อมเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสมต่ำ



ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์

ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ที่มีขายในท้องตลาด แต่ละชนิดมีสมบัติและการนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนั้นควรพิจารณาการใช้งานตามสมบัติของลวดเชื่อม ที่แตกต่างกันคือรหัสท้ายมีอยู่ 12 ชนิด ซึ่งมีดังนี้

ลวดเชื่อม T1 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้ถูกกำหนดให้ใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปกคลุม แต่ก็สามารถนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาผสมกับแก๊สอาร์กอนใช้ได้ เพื่อเพิ่มคุณภาพรอยเชื่อมได้ดีขึ้น และสามารถเชื่อมในท่าเชื่อมที่ยากได้ การลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในแก๊สผสมคาร์บอนไดออกไซด์มาผสมกับแก๊สอาร์กอนจะทำให้เพิ่มแมงกานีสและซิลิคอนในรอยเชื่อมเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถรับแรงกระแทกเพิ่มขึ้นและสามารถเชื่อมได้ทั้งรอยเชื่อมเดี่ยวและรอยเชื่อมทับแนว ลวดเชื่อมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 1.6 มิลลิเมตร สามารถเชื่อมได้ทุกท่า ลวดเชื่อมชนิดนี้ใช้การส่งถ่านน้ำโลหะแบบละออง (Spray Transfer) เกิดสะเก็ดเชื่อมกระเด็นเล็กน้อย รอยเชื่อมขนาดเล็กน้อย

ลวดเชื่อม T2 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้มีสมบัติคล้ายกับลวดเชื่อมชนิด T1 ซึ่งมีแมงกานีสและซิลิคอนผสมอยู่สูง เหมาะสำหรับการเชื่อมท่าราบและท่าระดับรอยเชื่อมเดี่ยว ลวดเชื่อมชนิดนี้มีธาตุที่ช่วยลดออกซิเจนในปริมาณสูง

ลวดเชื่อม T3 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้มีแก๊สปกคลุมในตัว (Self-Shield) ใช้กับกระแสไฟ DCEP และการส่งถ่านน้ำโลหะแบบละออง เหมาะสำหรับการเชื่อมรอยเดียว ในท่าราบและท่าระดับ และเชื่อมทำตั้งเชื่อมลง โดยเอียงไม่เกิน 20 องศา โดยสามารถเชื่อมด้วยความเร็วสูง ใช้เชื่อมเหล็กที่หนาไม่เกิน 4.8 มิลลิเมตร

ลวดเชื่อม T4 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้มีแก๊สปกคลุมในตัว ใช้กับกระแสไฟ DCEP การส่งถ่านน้ำโลหะแบบหยด (Globula Transfer) ใช้กับการเชื่อมที่มีการหลอมละลายสูง ทำหน้าที่ลดปริมาณของกำมะถัน ช่วยให้เนื้อของรอยเชื่อมมีความต้านทานต่อการแตกร้าว แต่การซึมลึกต่ำ เหมาะสำหรับการเชื่อมรอยเดียวแต่สามารถเชื่อมทับแนวในท่าราบและท่าระดับได้

ลวดเชื่อม T5 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้ใช้ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปกคลุม หรือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาผสมกับแก๊สอาร์กอน เหมาะสำหรับการเชื่อมรอยเดียว แต่สามารถเชื่อมทับรอยในท่าราบและฟิลเลตในท่าระดับได้ การส่งถ่านน้ำโลหะแบบหยด สแลกบางรอยเชื่อมขนาดเล็กน้อย รอยเชื่อมมีความต้านทานแรงกระแทกและการแตกร้าวได้ดี

ลวดเชื่อม T6 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้มีแก๊สปกคลุมในตัว ใช้กับกระแสไฟ DCEP การส่งถ่านน้ำโลหะแบบละออง ให้การซึมลึกดี สแลกมีความเหนียวที่อุณหภูมิต่ำ และสามารถกำจัดออกได้ง่ายเหมาะสำหรับการเชื่อมรอยเดียว แต่สามารถเชื่อมทับรอยในท่าราบและท่าระดับได้

ลวดเชื่อม T7 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้มีแก๊สปกคลุมในตัว ใช้กับกระแสไฟ DCEN เหมาะกับการเชื่อมลวดเชื่อมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดโต อัตราการหลอมละลายสูง ใช้เชื่อมท่าราบและท่าระดับแต่ถ้าใช้ลวดเชื่อมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กสามารถเชื่อมได้ทุกท่า และยังกำจัดกำมะถันในรอยเชื่อมเพิ่มความต้านทานต่อการแตกร้าวในรอยเชื่อม ใช้ในการเชื่อมรอยเดียวหรือทับรอยเชื่อมก็ได้

ลวดเชื่อม T8 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้มีแก๊สปกคลุมในตัว ใช้กับกระแสไฟ DCEN สามารถเชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม รับแรงกระแทกได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ และยังกำจัดกำมะถันในรอยเชื่อมเพิ่มความต้านทานต่อการแตกร้าวในรอยเชื่อม เหมาะกับการเชื่อมรอยเดียวหรือทับรอยเชื่อม

ลวดเชื่อม T10 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้มีแก๊สปกคลุมในตัว ใช้กับกระแสไฟ DCEN สามารถเชื่อมได้ ความร้อนสูง เหมาะสำหรับการเชื่อมรอยเดียวในท่าราบและท่าระดับและเชื่อมทำตั้งเชื่อมลงโดยเอียงไม่เกิน 20 องศาทุกๆ ความหนา

ลวดเชื่อม T11 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้มีแก๊สปกคลุมในตัว ใช้กับกระแสไฟ DCEN สามารถเชื่อมได้ด้วยความเร็วสูงและเชื่อมได้ทุกท่า สามารถเชื่อมรอยเดียวหรือทับรอยเชื่อม

ลวดเชื่อม TG ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้ ใช้เชื่อมทับรอยเชื่อมรายละเอียดต่างๆ ขึ้นอยู่กับข้อตกลงของผู้ซื้อและผู้ขายเป็นผู้กำหนด

ลวดเชื่อม TGS ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้ ใช้เชื่อมรอยเชื่อมเดียวรายละเอียดต่างๆ ขึ้นอยู่กับข้อตกลงของผู้ซื้อและผู้ขายเป็นผู้กำหนด
ธาตุที่ผสมในลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์

ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์มี 2 แบบ คือ แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก และแบบสร้างแก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์ซึ่งทั้ง 2 แบบจะมีธาตุผสมต่างๆ เพื่อให้ได้สมบัติทางกลของรอยเชื่อม ซึ่งธาตุผสมเหล่านี้มีหน้าที่ดังแสดงในตาราง

แสดงหน้าที่ของธาตุต่างๆ ในลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์

ธาตุที่ผสม	หน้าที่
แคลเซียม (Ca)	ให้การคลุมและสร้างชีตะกรัน
แมงกานีส (Mn)	ไล่แก๊สออกซิเจนป้องกันฮอท ช็อตเนส (Hot Shortness) โดยรวมกับซัลเฟอร์เป็น แมงกานีสซัลเฟอร์ เป็น Mns เพิ่มความแข็ง สร้างชีตะกรัน
ซิลิคอน (Si)	ไล่แก๊สออกซิเจนและสร้างชีตะกรัน
เซอร์โคเนียม (Zr)	ไล่แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจน
อะลูมิเนียม (Al)	ไล่แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจน
ไทเทเนียม (Ti)	ไล่แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจนสร้างชีตะกรันทำให้คาร์บอนคงที่ เพื่อป้องกันการรวมตัวของโครเมียมเป็นโครเมียมคาร์ไบด์ ซึ่งเป็นการสูญเสียโครเมียมในออสเทนไนต์
คาร์บอน (C)	เพิ่มความแข็งและความแข็งแรง
วาเนเดียม (Va)	เพิ่มความแข็งและความแข็งแรง
โซเดียม (Na)	ให้อาร์กสม่าเสมอและสร้างชีตะกรัน
เหล็ก (Fe)	เป็นตัวลวดเติมอยู่แล้ว เจือในนิเกิลหลัก และในลวดเชื่อมนอกกลุ่มเหล็กอื่น
โครเมียม (Cr)	การช่วยปรับปรุงการเปลี่ยนรูอย่างช้าๆ ของโลหะ ของความเค้นแรงดึงแบบต่างๆ
นิเกิล (Ni)	การเจือปรับปรุงความแข็งแรง ความเหนียว การทนต่อความกัดกร่อน
โมลิบดีนัม (Mo)	เพิ่มความแข็งแรงและเพิ่มความทนทาน
โพแทสเซียม (K)	ให้อาร์กสม่าเสมอและสร้างชีตะกรัน

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ ตรงกับข้อใด

- ก. Flux Arc Welding
- ข. Flux - Core Arc Welding
- ค. Shield Flux Arc Welding
- ง. Gas Flux - Core Arc Welding
- จ. Shield Flux - Core Arc Welding

2. การเชื่อมไส้ฟลักซ์แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก ใช้แก๊สปกคลุมชนิดใด

- ก. แก๊สอาร์กอน
- ข. แก๊สออกซิเจน
- ค. แก๊สไนโตรเจน
- ง. แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์
- จ. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

3. กระแสไฟเชื่อมชนิดใดที่ไม่ใช้ในการบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์

- ก. AC
- ข. DC
- ค. ACHF
- ง. DCEN
- จ. ถูกทั้งข้อ ก และ ค

4. กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ จะช่วยลดปัญหาที่เกิดในแนวเชื่อมชนิดใด

- ก. Polosity
- ข. Crack
- ค. Overlap
- ง. Slag Inclusion
- จ. Undercut

5. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับข้อดีของกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์

- ก. ลดปัญหาการแตกร้าวในรอยเชื่อม
- ข. ประสิทธิภาพของการเติมเนื้อโลหะเชื่อมต่ำ
- ค. ช่วยขจัดสารที่เป็นมลทินออกจากบ่อหลอมละลาย
- ง. ลดการบิดงอได้น้อยกว่ากระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
- จ. ไม่มีปัญหาในการเชื่อมงานข้างนอกหรือที่มีลมแรง เหมือนกับกระบวนการเชื่อมอื่นๆ

6. ลวดเชื่อม E71T2 หมายเลข 1 ตรงกับข้อใด

- ก. ลวดเชื่อมอาร์ก
ข. ความต้านทานแรงดึง
ค. ตำแหน่งท่าเชื่อม
ง. ชนิดกระแสไฟ
จ. ชนิดของลวดเชื่อม
7. ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ รหัสท้ายของลวดเชื่อมมีกี่ชนิด
ก. 3 ชนิด
ข. 5 ชนิด
ค. 8 ชนิด
ง. 11 ชนิด
จ. 12 ชนิด
8. อุปกรณ์ที่สำคัญของกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ ประกอบด้วยอะไรบ้าง
ก. เครื่องเชื่อม สายเชื่อม หัวเชื่อม
ข. เครื่องเชื่อม สายเชื่อม แก๊สปกคลุม
ค. เครื่องเชื่อม หัวเชื่อม ลวดเชื่อม
ง. เครื่องเชื่อม เครื่องป้อนลวด ลวดเชื่อม สายเชื่อม หัวเชื่อม แก๊สปกคลุม
จ. เครื่องเชื่อม เครื่องป้อนลวด หัวเชื่อม แก๊สปกคลุม
9. การเชื่อมฟลักซ์คอร์ลูกลึงร่องแบบตัววี (V Groove) นิยมใช้ลวดเชื่อมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าใด
ก. 0.8 มิลลิเมตร
ข. 1.0 มิลลิเมตร
ค. 1.2 มิลลิเมตร
ง. 1.6 มิลลิเมตร
จ. 2.0 มิลลิเมตร
10. AWS –A5.20 -1979 คือลวดเชื่อมชนิดใด
ก. ลวดเชื่อมเปลี่ยนสำหรับเชื่อมอะลูมิเนียม ข. ลวดเชื่อมกลางเชื่อมเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสม
ค. ลวดเชื่อมเหล็กหล่อชนิดเคลือบสารพอกหุ้ม ง. ลวดเชื่อมเปลี่ยนเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ ตรงกับข้อใด

- ก. Flux Arc Welding
- ข. Flux - Core Arc Welding
- ค. Shield Flux Arc Welding
- ง. Gas Flux - Core Arc Welding
- จ. Shield Flux - Core Arc Welding

2. การเชื่อมไส้ฟลักซ์แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก ใช้แก๊สปกคลุมชนิดใด

- ก. แก๊สอาร์กอน
- ข. แก๊สออกซิเจน
- ค. แก๊สไนโตรเจน
- ง. แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์
- จ. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

3. กระแสไฟเชื่อมชนิดใดที่ไม่ใช้ในการบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์

- ก. AC
- ข. DC
- ค. ACHF
- ง. DCEN
- จ. ถูกทั้งข้อ ก และ ค

4. กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ จะช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นในแนวเชื่อมชนิดใด

- ก. Polosity
- ข. Crack
- ค. Overlap
- ง. Slag Inclusion
- จ. Undercut

5. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับข้อดีของกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์

- ก. ลดปัญหาการแตกร้าวในรอยเชื่อม
- ข. ประสิทธิภาพของการเติมเนื้อโลหะเชื่อมต่ำ
- ค. ช่วยขจัดสารที่เป็นมลทินออกจากบ่อหลอมละลาย
- ง. ลดการบิดงอได้น้อยกว่ากระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

จ. ไม่มีปัญหาในการเชื่อมงานข้างนอกหรือที่มีลมแรง เหมือนกับกระบวนการเชื่อมอื่นๆ

6. ลวดเชื่อม E71T2 หมายเลข 1 ตรงกับข้อใด

ก. ลวดเชื่อมอาร์ก

ข. ความต้านทานแรงดึง

ค. ตำแหน่งท่าเชื่อม

ง. ชนิดกระแสไฟ

จ. ชนิดของลวดเชื่อม

7. ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ รหัสท้ายของลวดเชื่อมมีกี่ชนิด

ก. 3 ชนิด

ข. 5 ชนิด

ค. 8 ชนิด

ง. 11 ชนิด

จ. 12 ชนิด

8. อุปกรณ์ที่สำคัญของกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ ประกอบด้วยอะไรบ้าง

ก. เครื่องเชื่อม สายเชื่อม หัวเชื่อม

ข. เครื่องเชื่อม สายเชื่อม แก๊สปกคลุม

ค. เครื่องเชื่อม หัวเชื่อม ลวดเชื่อม

ง. เครื่องเชื่อม เครื่องป้อนลวด ลวดเชื่อม สายเชื่อม หัวเชื่อม แก๊สปกคลุม

จ. เครื่องเชื่อม เครื่องป้อนลวด หัวเชื่อม แก๊สปกคลุม

9. การเชื่อมฟลักซ์คอร์ลูกลิ่งร่องแบบตัววี (V Groove) นิยมใช้ลวดเชื่อมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าใด

ก. 0.8 มิลลิเมตร

ข. 1.0 มิลลิเมตร

ค. 1.2 มิลลิเมตร

ง. 1.6 มิลลิเมตร

จ. 2.0 มิลลิเมตร

10. AWS -A5.20 -1979 คือลวดเชื่อมชนิดใด

ก. ลวดเชื่อมเปลือยสำหรับเชื่อมอะลูมิเนียม

ข. ลวดเชื่อมกลางเชื่อมเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสม

ค. ลวดเชื่อมเหล็กหล่อชนิดเคลือบสารพอกหุ้ม

ง. ลวดเชื่อมเปลือยเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม



ใบงาน ที่ 5

หน่วยที่ ... 5

รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม

สอนครั้งที่ 7-8

	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง	กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะสแตนเลส (GMAW) เชื่อมไส้ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. อธิบายหลักการกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
3. อธิบายอุปกรณ์การเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
4. อธิบายฟลักซ์สำหรับการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
5. อธิบายสัญลักษณ์ของฟลักซ์ได้
6. อธิบายลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
7. อธิบายสัญลักษณ์ของลวดเชื่อมใต้ฟลักซ์ตามมาตรฐาน AWS ได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 5
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวถึงกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding) มีหลักการเชื่อมโดยใช้วิธีการป้อนลวดเชื่อมชนิดลื่นเปลือยเข้าสู่ชิ้นงานในอัตราความเร็วที่กำหนดไว้ โดยอาจใช้วิธีการควบคุมด้วยมือหรือการควบคุมแบบอัตโนมัติ ในระหว่างการอาร์กจะมีการป้อนฟลักซ์เข้าไปรอบๆ ลวดเชื่อมเพื่อครอบคลุมบริเวณที่เกิดการอาร์ก ซึ่งในขณะที่ลวดเชื่อมเกิดการอาร์กกับชิ้นงาน ฟลักซ์ส่วนหนึ่งจะหลอมเหลวเกิดเป็นแก๊สปกคลุมบ่อหลอมเหลวขึ้นเพื่อป้องกันอากาศจากภายนอกเข้ารวมตัวแนวเชื่อม นอกจากนั้นแล้วยังช่วยดึงสารมลทินที่อยู่ในแนวเชื่อมให้ลอยตัวขึ้น และจะแข็งตัวหุ้มแนวเชื่อมช่วยให้แนวเชื่อมเย็นตัวช้าลงเมื่อต้องการเชื่อมแนวเชื่อมต่อไปต้องกำจัดฟลักซ์ที่แข็งตัวซึ่งเรียกว่าสแลกที่ปกคลุมออกให้สะอาดก่อน

2. ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นประกอบ

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายอธิบายเนื้อหาสาระ เรื่อง กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ ตามหัวข้อดังนี้

- หลักการกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์

กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding : SAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่อาศัยความร้อนจากการอาร์กกระหว่างลวดเชื่อมเปลือย (Bare Wire Electrode) กับโลหะชิ้นงาน ลวดเชื่อมที่ใช้จะถูกป้อนออกมาอย่างต่อเนื่องด้วยอุปกรณ์ป้อนลวด ก่อนเริ่มต้นเชื่อมและในขณะที่เชื่อมจะมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular Flux) จากถังใส่ฟลักซ์ (Flux Hopper) ไหลลงมาปกคลุมบริเวณที่ทำการอาร์ก โดยที่เม็ดฟลักซ์ที่ได้รับความร้อนจากการอาร์กจะหลอมละลายปองคลุมเนื้อรอยเชื่อมป้องกันบรรยากาศจากภายนอกทำปฏิกิริยากับรอยเชื่อม เม็ดฟลักซ์บางส่วนที่อยู่ห่างจากรอยเชื่อมที่ไม่ได้รับความร้อนจะไม่หลอมละลายสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เม็ดฟลักซ์จะไหลลงมาจนสิ้นสุดรอยเชื่อม

- ข้อดีของกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์

1. ในงานที่มีความหนาไม่เกิน $1\frac{1}{4}$ นิ้ว ไม่จำเป็นต้องบากหน้างาน
2. ในขณะที่เชื่อมไม่ต้องใช้หน้ากากบังใบหน้าและสายตาเพราะแสงจากการอาร์กเกิดขึ้นใต้ฟลักซ์ทำให้ไม่มีแสงออกมาภายนอก และไม่มีการกระเด็นของเม็ดโลหะ
3. ความเร็วและอัตราในการเติมลวดเชื่อมสูง จึงเหมาะแก่การเชื่อมโลหะที่มีความหนาและงานเชื่อมพอกผิว
4. ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อมช่วยกำจัดสารมลทินจากรอยเชื่อม และยังเพิ่มสมบัติของรอยเชื่อมอีกด้วย
5. รูปร่างรอยเชื่อมมีความสมบูรณ์สม่ำเสมอ รอยเชื่อมมีประสิทธิภาพสูงสามารถทดสอบด้วยวิธีเอกซเรย์ (X-Ray) ได้
6. สามารถเชื่อมในที่โล่งแจ้งและลมพัดแรงได้ เนื่องจากเม็ดฟลักซ์ปกคลุมรอยเชื่อม

- อุปกรณ์การเชื่อมใต้ฟลักซ์

อุปกรณ์การเชื่อมที่สำคัญในการเชื่อมได้ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อม ประกอบไปด้วย

1. เครื่องเชื่อม (Welding Machine)
2. ระบบป้อนลวด (Wire Feeding System)
3. หัวเชื่อม (Welding Gun or Torch)
4. ถังใส่ฟลักซ์ (Flux Hopper)

- **ฟลักซ์สำหรับการเชื่อมได้ฟลักซ์**

ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อมได้ฟลักซ์ เป็นส่วนหนึ่งของการเชื่อมได้ฟลักซ์จะถูกบรรจุอยู่ในถังบรรจุฟลักซ์ (Flux Hopper) จะมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ ดังแสดงในรูปที่ 7.7 ซึ่งจะหลอมเหลวและปกคลุมรอยเชื่อม เมื่อลวดเชื่อมอาร์คกับชิ้นงานแล้วเกิดความร้อน ฟลักซ์ทำหน้าที่เช่นเดียวกับสารพอกหุ้มลวดเชื่อมที่ใช้กับการเชื่อมด้วยการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) คือช่วยป้องกันอากาศจากภายนอกเข้าไปรวมตัวกับรอยเชื่อม ซึ่งในฟลักซ์จะประกอบไปด้วยแมงกานีส ซิลิคอน อะลูมิเนียม ไทเทเนียม แคลเซียม เซอร์โคเนียม แมกนีเซียม และส่วนผสมอื่นๆ ฟลักซ์จะไม่ทำปฏิกิริยากับชิ้นงานและรอยเชื่อมและป้องกันไม่ให้เกิดแก๊สในระหว่างการเชื่อม และยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้อย่างคงที่

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 7 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

8. สรุปและวิจารณ์ผล

กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux-Core Arc Welding : FCAW หรือ FAW) มีพื้นฐานมาจากกระบวนการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) และกระบวนการเชื่อมอาร์คทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) และใช้วิธีการเดียวกับกระบวนการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สคลุม (GMAW) โดยการเปลี่ยนลวดเชื่อมจากกระบวนการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สคลุมที่ใช้ลวดเชื่อมไส้ตันมาเป็นชนิดกลวง (Tubular) บรรจุภายในด้วยฟลักซ์ โดยไส้ฟลักซ์จะทำให้เกิดสแลกหลอมละลายปกคลุมรอยเชื่อมแก๊สปกคลุมที่จะใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน



แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 5

รายวิชา กระบวนการเชื่อม รหัสวิชา 30103-0001

เรื่อง กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น.....สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	<u>ด้านคุณธรรม จริยธรรม</u> เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						

ที่	ชื่อ - นามสกุล	การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																รวมคะแนน				
		การสนใจเรียน				การแสดงความคิดเห็น				การตอบคำถาม				การยอมรับฟังคนอื่น					ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		4	3	2	1

1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

1. ดีมาก = 4 สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยในชั้น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 90 - 100%
2. ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70 - 89%
3. ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50 - 69 %
4. ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ลงชื่อครูผู้สอนสังเกต
(.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางานระดับชั้นกลุ่ม

		รายการประเมิน		
--	--	---------------	--	--

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความมีวินัย	ความสามัคคี	จิตอาสา	ซื่อสัตย์สุจริต	ประหยัด	สุภาพ	ตรงต่อเวลา	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



0 	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 6
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 9-10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมได้ฟลักซ์	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน กระบวนการเชื่อมได้ฟลักซ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะ แกสคลุม (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้ เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับ ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่รวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความ ปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.1 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการ ดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้

1.12 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการใน การ

ติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้

1.13 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการใน การ

รื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี

2. สาคิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการใน การปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง

3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการ ปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎข้อบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกรการปฏิบัติงาน

2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผน กระบวนการ

2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการ

ปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้หลักการเชื่อม SMAW

2. แสดงการเลือกใช้ เครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ ลวดเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมมิก ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมมิก ได้
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมมิกได้
5. อธิบายอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลหรือการเชื่อมมิกได้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวถึงกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding) มีหลักการเชื่อมโดยใช้วิธีการป้อนลวดเชื่อมชนิดเส้นเปลือยเข้าสู่ชิ้นงานในอัตราความเร็วที่กำหนดไว้ โดยอาจใช้วิธีการควบคุมด้วยมือหรือการควบคุมแบบอัตโนมัติ ในระหว่างการอาร์กจะมีการป้อนฟลักซ์เข้าไปรอบๆ ลวดเชื่อมเพื่อครอบคลุมบริเวณที่เกิดการอาร์ก ซึ่งในขณะที่ลวดเชื่อมเกิดการอาร์กกับชิ้นงาน ฟลักซ์ส่วนหนึ่งจะหลอมเหลวเกิดเป็นแก๊สปกคลุมบ่อหลอมเหลวขึ้นเพื่อป้องกันอากาศจากภายนอกเข้ารวมตัวแนวเชื่อม นอกจากนั้นแล้วยังช่วยดึงสารมลทินที่อยู่ในแนวเชื่อมให้ลอยตัวขึ้น และจะแข็งตัวหุ้มแนวเชื่อมช่วยให้แนวเชื่อมเย็นตัวช้าลงเมื่อต้องการเชื่อมแนวเชื่อมต่อไปต้องกำจัดฟลักซ์ที่แข็งตัวซึ่งเรียกว่าสแลกที่ปกคลุมออกให้สะอาดก่อน
2. ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นประกอบ

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเนื้อหาสาระ เรื่อง กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ ตามหัวข้อดังนี้

- หลักการกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์

กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding : SAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่อาศัยความร้อนจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมเปลือย (Bare Wire Electrode) กับโลหะชิ้นงาน ลวดเชื่อมที่ใช้จะถูก

ป้อนออกมาอย่างต่อเนื่องด้วยอุปกรณ์ป้อนลวด ก่อนเริ่มต้นเชื่อมและในขณะที่เชื่อมจะมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular Flux) จากถังใส่ฟลักซ์ (Flux Hopper) ไหลลงมาปกคลุมบริเวณที่ทำการอาร์ก โดยที่เม็ดฟลักซ์ที่ได้รับความร้อนจากการอาร์กจะหลอมละลายป้องคลุมเนื้อรอยเชื่อมป้องกันบรรยากาศจากภายนอกทำปฏิกิริยากับรอยเชื่อม เม็ดฟลักซ์บางส่วนที่อยู่ห่างจากรอยเชื่อมที่ไม่ได้รับความร้อนจะไม่หลอมละลายสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เม็ดฟลักซ์จะไหลลงมาจนสิ้นสุดรอยเชื่อม

- **ข้อดีของกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์**

1. ในงานที่มีความหนาไม่เกิน $1\frac{1}{4}$ นิ้ว ไม่จำเป็นต้องบากหน้างาน
2. ในขณะที่ยเชื่อมไม่ต้องใช้น้ำกากบังใบหน้าและสายตาเพราะแสงจากการอาร์กเกิดขึ้นใต้

ฟลักซ์ทำให้ไม่มีแสงออกมาภายนอก และไม่มีการกระเด็นของเม็ดโลหะ

3. ความเร็วและอัตราในการเติมลวดเชื่อมสูง จึงเหมาะแก่การเชื่อมโลหะที่มีความหนาและงานเชื่อมพอกผิว

4. ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อมช่วยกำจัดสารมลทินออกจากรอยเชื่อม และยังเพิ่มสมบัติของรอยเชื่อมอีกด้วย

5. รูปร่างรอยเชื่อมมีความสมบูรณ์สม่ำเสมอ รอยเชื่อมมีประสิทธิภาพสูงสามารถทดสอบด้วยวิธีเอกซเรย์ (X-Ray) ได้

6. สามารถเชื่อมในที่โล่งแจ้งและลมพัดแรงได้ เนื่องจากเม็ดฟลักซ์ปกคลุมรอยเชื่อม

- **อุปกรณ์การเชื่อมใต้ฟลักซ์**

อุปกรณ์การเชื่อมที่สำคัญในการเชื่อมใต้ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อม ประกอบไปด้วย

1. เครื่องเชื่อม (Welding Machine)
2. ระบบป้อนลวด (Wire Feeding System)
3. หัวเชื่อม (Welding Gun or Torch)
4. ถังใส่ฟลักซ์ (Flux Hopper)

- **ฟลักซ์สำหรับการเชื่อมใต้ฟลักซ์**

ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อมใต้ฟลักซ์ เป็นส่วนหนึ่งของการเชื่อมใต้ฟลักซ์จะถูกบรรจุอยู่ในถังบรรจุฟลักซ์ (Flux Hopper) จะมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ ดังแสดงในรูปที่ 7.7 ซึ่งจะหลอมเหลวและปกคลุมรอยเชื่อม เมื่อลวดเชื่อมอาร์กกับชิ้นงานแล้วเกิดความร้อน ฟลักซ์ทำหน้าที่เช่นเดียวกับสารพอกหุ้มลวดเชื่อมที่ใช้กับการเชื่อมด้วยการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) คือช่วยป้องกันอากาศจากภายนอกเข้าไปรวมตัวกับรอยเชื่อม ซึ่งในฟลักซ์จะประกอบไปด้วยแมงกานีส ซิลิคอน อะลูมิเนียม ไทเทเนียม แคลเซียม เซอร์โคเนียม แมกนีเซียม และส่วนผสมอื่นๆ ฟลักซ์จะไม่ทำปฏิกิริยากับชิ้นงานและรอยเชื่อมและป้องกันไม่ให้เกิดแก๊สในระหว่างการเชื่อมและยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้อย่างคงที่

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 7 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกัน

ตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. สื่อ VDO Power Power และ วีดิทัศน์
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. รูปภาพประกอบ
5. เครื่องมือและอุปกรณ์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

- 1.บันทึกการสอน
- 2.ผลงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แผนจัดการเรียนรู้
2. ใบเช็คชื่อเข้าห้องเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. ตรวจใบงาน
3. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้
4. ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
5. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
6. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
4. แบบประเมินกิจกรรมใบงาน
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้

6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยครูและผู้เรียนร่วมกัน

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
4. กิจกรรมใบงาน เกณฑ์ผ่าน คือ 50%
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้มีเกณฑ์ผ่าน 50%
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 6	หน่วยที่ ... 6
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 9-10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมได้ผลลัพธ์	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมได้ผลลัพธ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้อฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. อธิบายหลักการกระบวนการเชื่อมใต้อฟลักซ์ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมใต้อฟลักซ์ได้
3. อธิบายอุปกรณ์การเชื่อมใต้อฟลักซ์ได้
4. อธิบายฟลักซ์สำหรับการเชื่อมใต้อฟลักซ์ได้
5. อธิบายสัญลักษณ์ของฟลักซ์ได้
6. อธิบายลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมใต้อฟลักซ์ได้
7. อธิบายสัญลักษณ์ของลวดเชื่อมใต้อฟลักซ์ตามมาตรฐาน AWS ได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

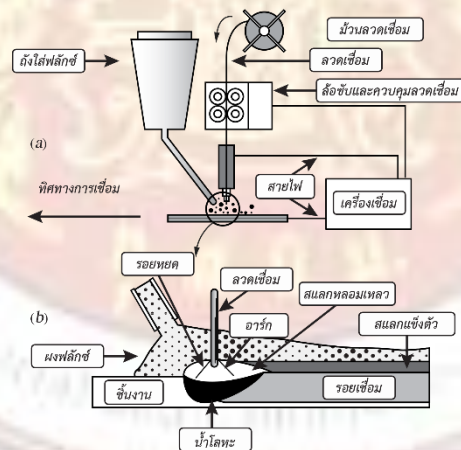
5. เนื้อหาสาระ

กระบวนการเชื่อมใต้อฟลักซ์ (Submerge Arc Welding : SAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่อาศัยความร้อนจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมเปลือย (Bare Wire Electrode) กับชิ้นงาน โดยลวดเชื่อมจะถูกป้อนเข้ามาตลอดเวลาโดยอุปกรณ์ป้อนลวด โดยมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular Flux) จากถังใส่ฟลักซ์ ปกคลุมบริเวณการอาร์ก และไหลลงอย่างต่อเนื่องบริเวณอาร์ก กระบวนการเชื่อมใต้อฟลักซ์ใช้กับงานเชื่อมพอกผิวสำหรับงานซ่อมบำรุง และใช้เชื่อมแผ่นเสริมเหล็กต่างชนิดได้

หลักการกระบวนการเชื่อมใต้อฟลักซ์ (Submerge Arc Welding)

กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding : SAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่อาศัยความร้อนจากการอาร์กกระหว่างลวดเชื่อมเปลือย (Bare Wire Electrode) กับโลหะชิ้นงาน ลวดเชื่อมที่ใช้จะถูกป้อนออกมาอย่างต่อเนื่องด้วยอุปกรณ์ป้อนลวด ก่อนเริ่มต้นเชื่อมและในขณะที่เชื่อมจะมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular Flux) จากถังใส่ฟลักซ์ (Flux Hopper) ไหลลงมาปกคลุมบริเวณที่ทำการอาร์ก โดยที่เม็ดฟลักซ์ที่ได้รับความร้อนจากการอาร์กจะหลอมละลายปกคลุมเนื้อรอยเชื่อมป้องกันบรรยากาศจากภายนอกทำปฏิกิริยากับรอยเชื่อมเม็ดฟลักซ์บางส่วนที่อยู่ห่างจากรอยเชื่อมที่ไม่ได้รับความร้อนจะไม่หลอมละลายสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เม็ดฟลักซ์จะไหลลงมาจนสิ้นสุดรอยเชื่อม

การอาร์กของกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ แสงของการอาร์กจะอยู่ใต้ฟลักซ์จึงมองไม่เห็นแสงอันเกิดจากการอาร์ก ควันจากการเชื่อมมีน้อยมาก ไม่มีของการกระเด็นของเม็ดโลหะ (Spatter) เหมาะกับการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนา ใช้กระแสไฟสูง รอยเชื่อมมีประสิทธิภาพสูง แต่ก็มีข้อจำกัดสำหรับโลหะบางชนิดโลหะที่เหมาะสมแก่การเชื่อมคือเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีคาร์บอนไม่เกิน 0.30% และฟอสฟอรัส 0.05% และกำมะถัน 0.05% ถ้าเป็นเหล็กกล้าปานกลางและเหล็กกล้าผสมต่ำสามารถเชื่อมได้ ต้องให้ความร้อนก่อนเชื่อม (Pre heat) และหลังเชื่อม (Post heat) โดยใช้ลวดเชื่อม และฟลักซ์พิเศษ ส่วนโลหะที่ไม่เหมาะสมแก่การเชื่อม คือ เหล็กหล่อ อะลูมิเนียม แมงกานีส ไทเทเนียม การเชื่อมใต้ฟลักซ์เชื่อมได้ทั้งแบบกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติโดยแบบกึ่งอัตโนมัติใช้มือควบคุมหัวเชื่อมคล้ายกับกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมหรือการเชื่อมมิกแตกต่างกันที่หัวเชื่อม เหมาะกับงานที่ต้องการคุณภาพสูง ได้แก่ ท่อส่งน้ำมัน ถึงอัดความดัน งานโครงสร้างเป็นต้น การเชื่อมเหมาะแก่การเชื่อมท่าราบซึ่งจะให้ผลดี



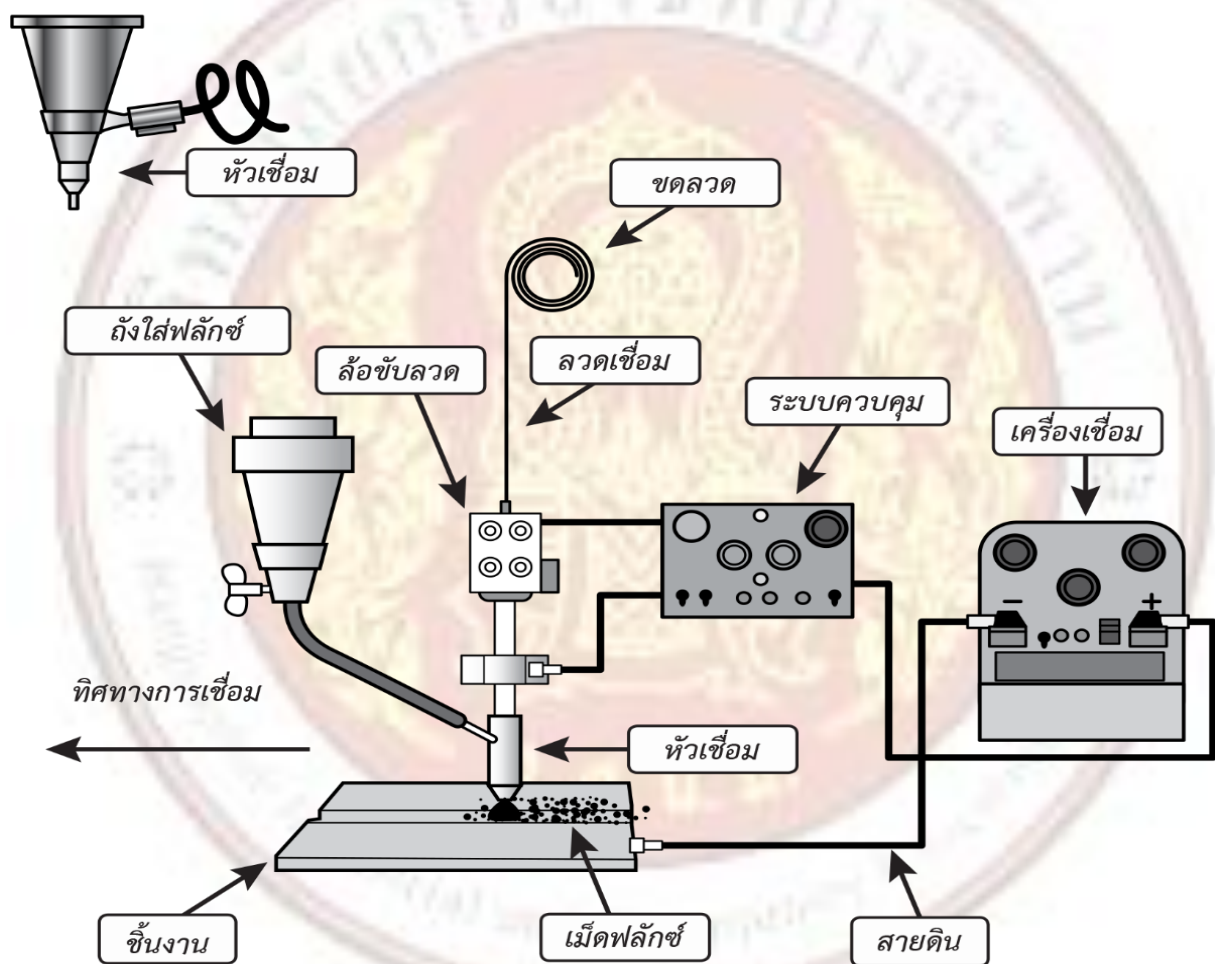
แสดงกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding)

ข้อดีของกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW)

1. ในงานที่มีความหนาไม่เกิน $1\frac{1}{4}$ นิ้ว ไม่จำเป็นต้องบากหน้างาน
2. ในขณะที่เชื่อมไม่ต้องใช้หน้ากากบังใบหน้าและสายตาเพราะแสงจากการอาร์กเกิดขึ้นใต้ฟลักซ์ทำให้ไม่มีแสงออกมภายนอก และไม่มีการกระเด็นของเม็ดโลหะ

3. ความเร็วและอัตราในการเติมลวดเชื่อมสูง จึงเหมาะแก่การเชื่อมโลหะที่มีความหนาและงานเชื่อมพอกผิว
4. ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อมช่วยกำจัดสารมลทินออกจากรอยเชื่อม และยังเพิ่มสมบัติของรอยเชื่อมอีกด้วย
5. รูปร่างรอยเชื่อมมีความสมบูรณ์สม่ำเสมอ รอยเชื่อมมีประสิทธิภาพสูงสามารถทดสอบด้วยวิธีเอกซเรย์ (X-Ray) ได้
6. สามารถเชื่อมในที่โล่งแจ้งและลมพัดแรงได้ เนื่องจากมีเต็ดฟลักซ์ปกคลุมรอยเชื่อม

อุปกรณ์การเชื่อมใต้ฟลักซ์



แสดงอุปกรณ์การเชื่อมใต้ฟลักซ์

อุปกรณ์การเชื่อมใต้ฟลักซ์

เครื่องเชื่อม (Welding Machine)

เครื่องเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมใต้ฟลักซ์มีทั้งชนิดใช้ได้กับกระแสไฟตรง (DC) และกระแสไฟสลับ (AC) ทั้งสองแบบจะต้องมีรอบทำงาน (Duty Cycle) 100% เพราะการเชื่อมใต้ฟลักซ์บางอย่างต้องเชื่อมต่อเนื่องถึง 10 นาที

สำหรับการเชื่อมใต้ฟลักซ์ด้วยกระแสไฟตรง สามารถใช้ได้ทั้งเครื่องเชื่อมชนิดแรงเคลื่อนคงที่ (DCCV) และชนิดกระแสคงที่ (DCCC) ชนิดแรงเคลื่อนคงที่ โดยทั่วไปจะใช้กับลวดเชื่อมเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก ส่วนชนิดกระแสคงที่ที่ใช้กับลวดเชื่อมเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ การเลือกใช้ลวดเชื่อมชนิดใดจะต้องเข้ากันได้กับระบบป้อนลวด ขนาดของเครื่องเชื่อมใต้ฟลักซ์จะมีขนาดตั้งแต่ 200 ถึง 1200 แอมแปร์เครื่องเชื่อมที่ใช้กระแสไฟสลับจะ ใช้กับการเชื่อมอัตโนมัติเป็นหลัก ส่วนการเชื่อมมัลติเปิล อิเล็กโทรด (Multiple Electrode) จะใช้กระแสไฟตรง



แสดงเครื่องเชื่อมใต้ฟลักซ์

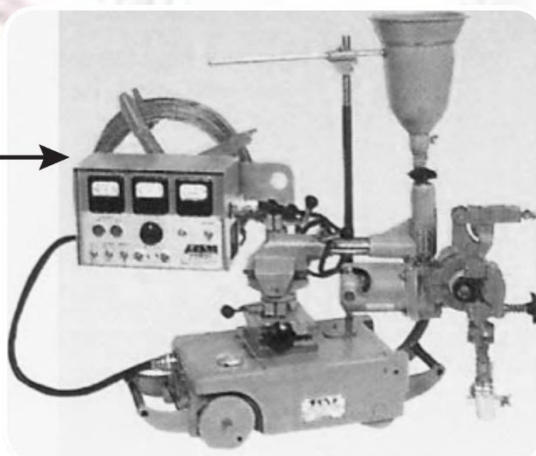
ระบบป้อนลวด (Wire Feeding System)

ระบบควบคุมการป้อนลวดเชื่อม จะอยู่ในเครื่องป้อนลวด มีด้วยกัน 2 ระบบ คือ

1. ระบบไวต่อแรงเคลื่อน (Voltage Sensitive System)
2. ระบบความเร็วคงที่ (Constant Speed System)

ซึ่งลวดเชื่อมที่ใช้จะเป็นระบบแบบสิ้นเปลือง (Consumable Electrode) โดยระบบไวต่อแรงเคลื่อนจะต้องใช้กับเครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ ระบบป้อนลวดชนิดนี้จะควบคุมค่าอาร์กโวลต์เตจ (Arc Voltage) ให้มีค่าคงที่ตลอดเวลา โดยมีความเร็วในการป้อนลวดเป็นตัวควบคุม ส่วนระบบความเร็วคงที่ที่ต้องใช้กับเครื่องเชื่อมชนิดแรงเคลื่อนคงที่ กระแสไฟเชื่อมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วของการป้อนลวดเชื่อมในส่วนค่าของแรงเคลื่อนสามารถปรับที่ปุ่มที่เครื่องระบบป้อนลวดยังประกอบไปด้วย เครื่องช่วยเริ่มต้นอาร์ก และอุปกรณ์ประกอบในการเชื่อมแบบอัตโนมัติ

ระบบป้อนลวด



แสดงระบบป้อนลวดเชื่อม

หัวเชื่อม (Welding Gun or Torch)

หัวเชื่อม (Welding Gun or Torch) ที่ใช้ในการเชื่อมใต้ฟลักซ์มีด้วยกัน 2 ชนิด คือหัวเชื่อมสำหรับการเชื่อมกึ่งอัตโนมัติ (Semiautomatic Welding) ประกอบด้วยหัวเชื่อมสายเชื่อมซึ่งเป็นตัวนำลวดเชื่อมไปยังบริเวณการอาร์ก และมีถังใส่ฟลักซ์ (Flux Hopper) ขนาดเล็กเพื่อจ่ายเม็ดฟลักซ์ขณะเชื่อม เหมาะกับการเชื่อมโค้งตามรูปแบบของชิ้นงาน อีกชนิดหนึ่งคือหัวเชื่อมสำหรับการเชื่อมอัตโนมัติ (Automatic Welding) หัวเชื่อมจะติดกับมอเตอร์ของเครื่องป้อนลวด และมีถังใส่ฟลักซ์ติดกับหัวเชื่อมเพื่อเติมผงฟลักซ์ ในการเชื่อมแบบอัตโนมัติช่วงเชื่อมจะทำหน้าที่ปรับและควบคุมการทำงานของเครื่องเชื่อมให้เป็นไปแบบอัตโนมัติ ได้แก่ การป้อนลวดเชื่อมและการเดินหัวเชื่อม สำหรับการเชื่อมงานบางชนิดกำหนดให้หัวเชื่อมอยู่กับที่ให้งานเคลื่อนเข้าหาหัวเชื่อม ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติจะต้องป้อนปริมาณของเม็ดฟลักซ์ไปยังบริเวณรอยเชื่อมให้เพียงพอเพื่อป้องกันบรรยากาศรอบๆเข้ามารวมตัวกับรอยเชื่อม จะทำให้เกิดการอาร์กได้อย่างสมบูรณ์



แสดงหัวเชื่อมกึ่งอัตโนมัติ



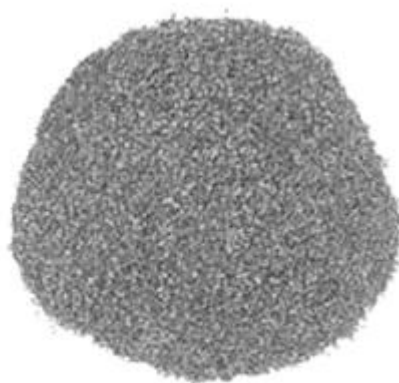
แสดงหัวเชื่อมอัตโนมัติ

ฟลักซ์สำหรับการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Flux for Submerge Arc Welding)

ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อมใต้ฟลักซ์ เป็นส่วนหนึ่งของการเชื่อมใต้ฟลักซ์จะถูกบรรจุอยู่ในถังบรรจุฟลักซ์ (Flux Hopper)

จะมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ ซึ่งจะหลอมเหลวและปกคลุมรอยเชื่อม เมื่อลวดเชื่อมอาร์กกับชิ้นงานแล้วเกิดความร้อน ฟลักซ์ทำหน้าที่เช่นเดียวกับสารพอกหุ้มลวดเชื่อมที่ใช้กับการเชื่อมด้วยการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) คือช่วยป้องกันอากาศจากภายนอกเข้าไปรวมตัวกับรอยเชื่อม ซึ่งในฟลักซ์จะประกอบไปด้วยแมงกานีส ซิลิคอน อะลูมิเนียม ไทเทเนียม แคลเซียม เซอร์โคเนียม แมกนีเซียมและส่วนผสมอื่นๆ ฟลักซ์จะไม่ทำปฏิกิริยากับชิ้นงานและรอยเชื่อมและป้องกันไม่ให้เกิดแก๊สในระหว่างการเชื่อมและยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้อย่างคงที่

ฟลักซ์เมื่อได้รับความร้อนจากการอาร์กแล้วจะหลอมละลาย เมื่อเย็นตัวลงจะกลายเป็นสแลกปกคลุมรอยเชื่อม โดยฟลักซ์บางส่วนที่อยู่ส่วนบนที่ไม่หลอมละลายสามารถเก็บนำกลับมาใช้งานได้อีก



แสดงรูปร่างของเม็ดฟลักซ์

ขนาดความโตของเม็ดฟลักซ์ จะวัดเป็นเมช (mesh) โดยเริ่มจาก 8×48 mesh ซึ่งโตสุด และขนาด 48×325 mesh เล็กสุด ขนาดของเม็ดฟลักซ์ที่เล็กจะใช้กับกระแสไฟที่สูงและใช้กระแสดำกับขนาดที่โตขึ้นเพราะจะทำให้รอยเชื่อมกว้างและผิวหน้าของรอยเชื่อมจะเรียบ ช่วงของกระแสไฟสำหรับความเหมาะสมของขนาดของเม็ดฟลักซ์

ขนาดของเม็ดฟลักซ์ (mesh)	ช่วงของกระแสไฟเชื่อม (แอมแปร์)
$8 \times 48, 14 \times 48, 12 \times 65, 8 \times 48, 10 \times 150$	สูงถึง 1,100
12×150	600 – 1,100
12×200	600 – 1,750
$20 \times 200, 35 \times 200$	600 - > 1,750

แสดงการเลือกใช้เม็ดฟลักซ์ให้เหมาะสมกับกระแสไฟเชื่อม

ขนาดความโตของเม็ดฟลักซ์กับช่วงกระแสไฟเชื่อมจะมีผลต่อรอยเชื่อมมาก โดยทั่วไปการเลือกเม็ดฟลักซ์ละเอียดจะใช้กับกระแสไฟเชื่อมสูงๆ และยังใช้กับกระแสดำได้อีก ฟลักซ์ละเอียดจะให้รอยเชื่อมกว้างผิวหน้าเรียบ ถ้าใช้ขนาดเม็ดฟลักซ์ใหญ่และใช้กระแสไฟเชื่อมสูง ขณะเชื่อมการอาร์กจะเดินไม่สม่ำเสมอรอยเชื่อมที่ออกมาผิวหน้าจะเป็นคลื่นขอบของรอยเชื่อมจะไม่เรียบ

การเก็บรักษาฟลักซ์ (Care of Flux)

ฟลักซ์ที่ใช้จะต้องถูกบรรจุอยู่ในถุงบรรจุด้วยวัสดุกันความชื้น ดังแสดงในรูปที่ 7.8 การเก็บรักษาต้องเก็บในที่แห้ง ถ้ามีการเปียกหรือชื้นจะทำให้เกิดปัญหากับรอยเชื่อมได้เช่นเกิดรอยร้าวหรือเป็นฟองอากาศได้ ถ้าฟลักซ์

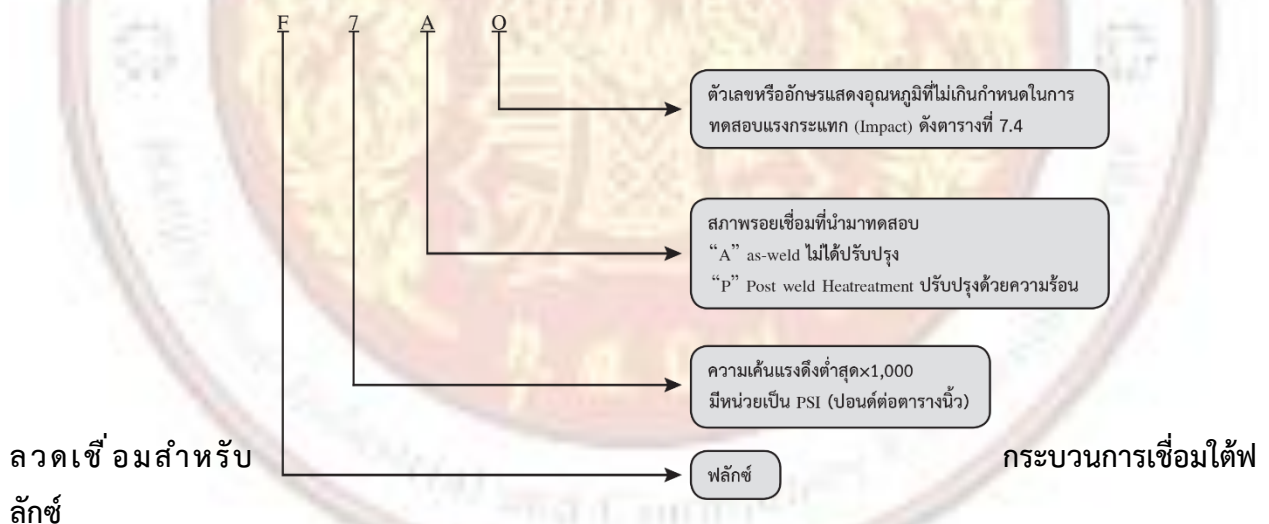
เปียกขึ้นจะต้องอบฟลักซ์ให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที และในการเก็บฟลักซ์ที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ต้องระวังอย่าให้ฟลักซ์เปื้อนน้ำมันหรือเป็นสนิมควรแยกเก็บฟลักซ์ที่ใช้แล้วไว้ให้ดี



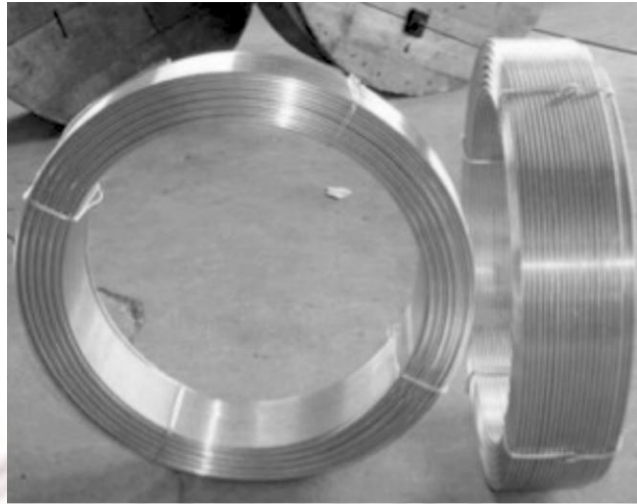
แสดงถุงบรรจุเม็ดฟลักซ์

สัญลักษณ์ของฟลักซ์

การแบ่งประเภทของฟลักซ์ ยึดถือตามสมบัติทางกลของรอยเชื่อม ซึ่งสัญลักษณ์ของฟลักซ์ได้กำหนดตัวอักษรและตัวเลขดังนี้



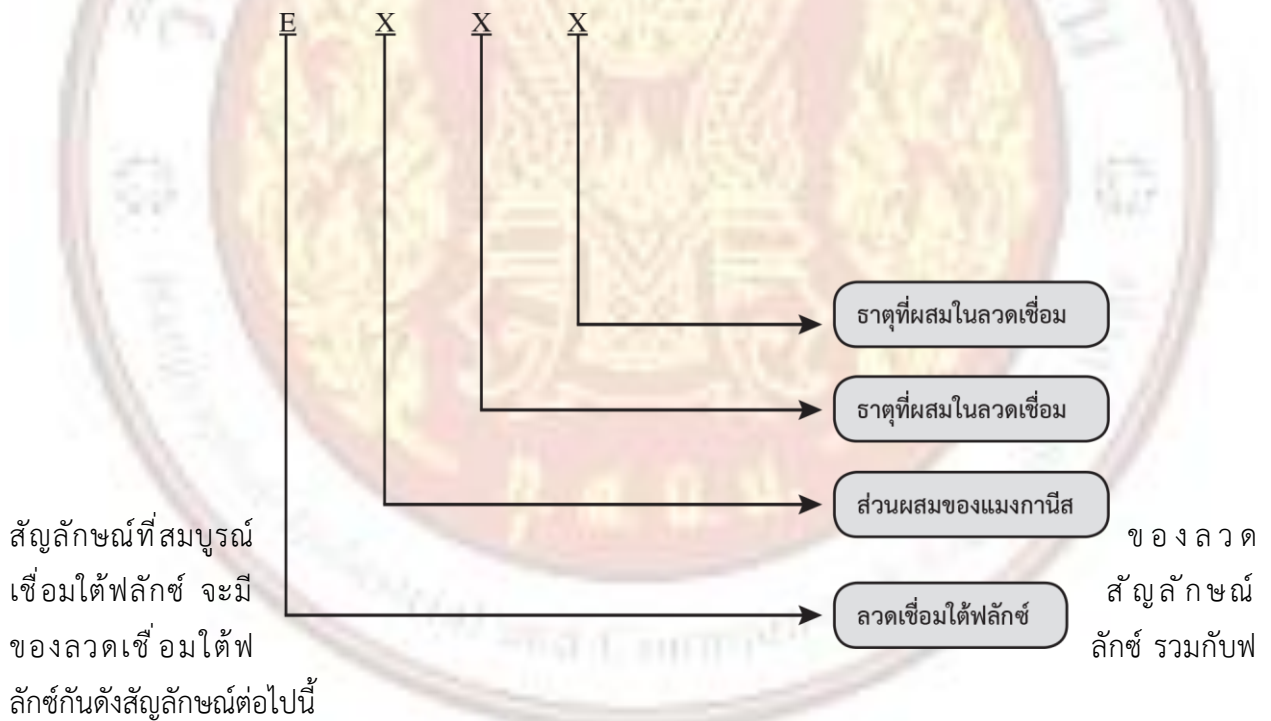
ลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมได้ฟลักซ์หรือที่เรียกว่าซับเมอร์จาร์ก เป็นลวดเชื่อมเส้นเปลือย แบบชนิดตันและเปลือยยาวต่อเนื่อง มีผิวสะอาดเป็นเงางามถ้าเป็นลวดเชื่อมเหล็กคาร์บอน ผิวด้านนอกจะเคลือบด้วยผิวทองแดงเพื่อป้องกันสนิม โดยทั่วไปจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 – 9.5 มิลลิเมตร แต่เส้นผ่านศูนย์กลาง 9.5 มิลลิเมตรจะไม่นิยมใช้กัน ลวดเชื่อมได้ฟลักซ์จะมีส่วนผสมพิเศษของสารไดออกซิไดเซอร์ (Deoxidizers) ซึ่งช่วยให้รอยเชื่อมสะอาด และมีคุณภาพสูงและยังมีโลหะผสมส่วนต่างๆ รวมอยู่อีกหลายชนิดในลวดเชื่อม เพื่อให้รอยเชื่อมมีความแข็งแรงยิ่งขึ้น และชนิดของฟลักซ์ต้องเข้ากับลวดเชื่อมได้

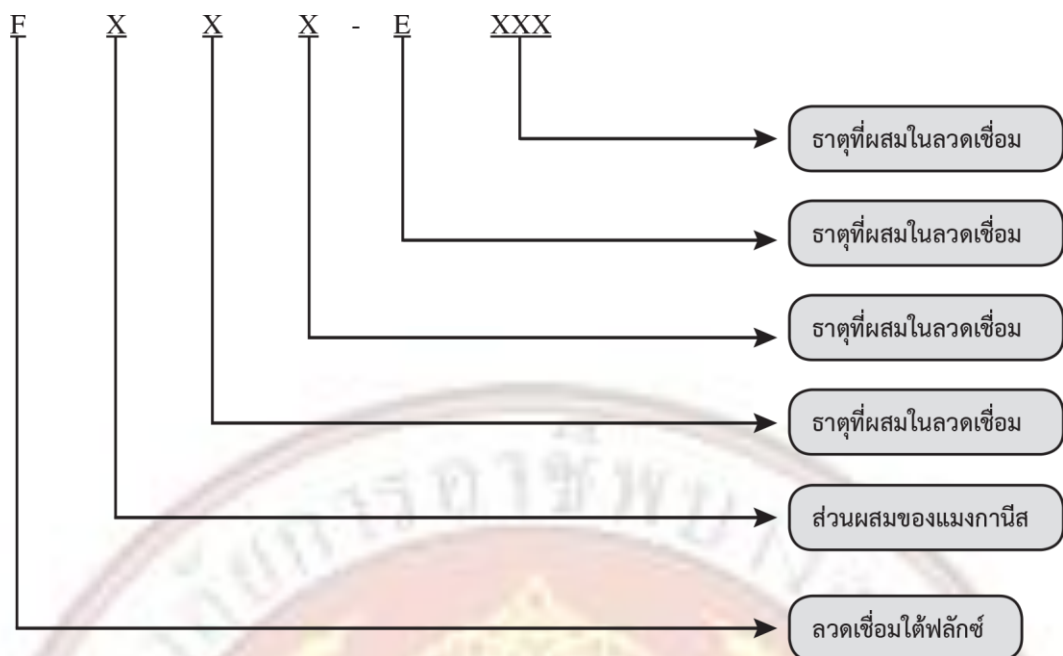


แสดงลวดเชื่อมได้ฟลักซ์

สัญลักษณ์ของลวดเชื่อมได้ฟลักซ์ตามมาตรฐาน AWS

การกำหนดมาตรฐานของลวดเชื่อมได้ฟลักซ์ของสมาคมการเชื่อมของสหรัฐอเมริกา AWSAS. 17-1989 ได้กำหนดตัวอักษรและตัวเลขดังนี้





6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดหมายถึงกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์

- ก. Shield Metal Arc Welding
- ข. Submerge Arc Welding
- ค. Gas Metal Arc Welding
- ง. Flux – core Arc Welding
- จ. Gas tungsten Arc Welding

2. กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ ใช้ฟลักซ์แบบใด

- ก. แบบแท่ง
- ข. แบบเม็ด
- ค. แบบของเหลว
- ง. แบบผงละเอียด
- จ. แบบผงหยาบ

3. กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ ข้อใดกล่าวผิด

- ก. ในงานที่มีความหนาไม่เกิน $1\frac{1}{4}$ นิ้ว ไม่จำเป็นต้องบากหน้างาน
- ข. ความเร็วและอัตราในการเติมลวดเชื่อมสูง
- ค. ฟลักซ์ที่ใช้สามารถขจัดสารมลทินออกจากรอยเชื่อมได้
- ง. ไม่สามารถเชื่อมในที่โล่งแจ้งได้
- จ. ในขณะเชื่อมไม่จำเป็นต้องใช้หน้ากากกรองแสงบังใบหน้า

4. ข้อใดคืออุปกรณ์ที่สำคัญในการเชื่อมใต้ฟลักซ์

- ก. Nozzle
- ข. ระบบป้อนลวด
- ค. แท่งทังสเตน
- ง. Contact Tip
- จ. Regulator

5. ระบบควบคุมการป้อนลวดเชื่อมใต้ฟลักซ์ มีกี่ระบบ

- ก. 2
- ข. 3

ค. 4

ง. 6

จ. มีเพียงระบบเดียว

6. กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์คล้ายกับกระบวนการเชื่อมใด

ก. OFW

ข. SMAW

ค. GMAW

ง. GTAW

จ. PAW

7. ลวดเชื่อม F6PO ตัวอักษร P หมายถึงอะไร

ก. ชนิดลวดเชื่อม

ข. ความแข็งแรงดึง

ค. ชนิดสารพอกหุ้ม

ง. ฟลักซ์

จ. สภาพรอยเชื่อม

8. ขนาดความโตของเม็ดฟลักซ์ 12*200 mesh มีค่ากระแสไฟฟ้าได้สูงสุดกี่แอมแปร์

ก. 1,100 แอมแปร์

ข. 1,200 แอมแปร์

ค. 1,350 แอมแปร์

ง. 1,750 แอมแปร์

จ. มากกว่า 1,750 แอมแปร์

9. การเชื่อมแบบ Submerge Arc Welding มีรอบการทำงาน (Duty Cycle) ที่เปอร์เซ็นต์

ก. 60%

ข. 75%

ค. 90%

ง. 100%

จ. 120%

10. เม็ดฟลักซ์ที่มีขนาดเล็กที่สุด จะมีขนาดตามข้อใด

ก. 8 * 48 mesh

ข. 14 * 48 mesh

ค. 12 * 150 mesh

ง. 35 * 200 mesh

จ. 48 * 325 mesh

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1.ข้อใดหมายถึงกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์

- ก. Shield Metal Arc Welding
- ข. Submerge Arc Welding
- ค. Gas Metal Arc Welding
- ง. Flux – core Arc Welding
- จ. Gas tungsten Arc Welding

2.กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ ใช้ฟลักซ์แบบใด

- ก. แบบแท่ง
- ข. แบบเม็ด
- ค. แบบของเหลว
- ง. แบบผงละเอียด
- จ. แบบผงหยาบ

3.กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ ข้อใดกล่าวผิด

- ก. ในงานที่มีความหนาไม่เกิน $1\frac{1}{4}$ นิ้ว ไม่จำเป็นต้องบากหน้างาน
- ข. ความเร็วและอัตราในการเติมลวดเชื่อมสูง
- ค. ฟลักซ์ที่ใช้สามารถขจัดสารมลทินออกจากกรอยเชื่อมได้
- ง. ไม่สามารถเชื่อมในที่โล่งแจ้งได้
- จ. ในขณะเชื่อมไม่จำเป็นต้องใช้หน้ากากกรองแสงบังใบหน้า

4.ข้อใดคืออุปกรณ์ที่สำคัญในการเชื่อมใต้ฟลักซ์

- ก. Nozzle
- ข. ระบบป้อนลวด
- ค. แท่งทังสเตน
- ง. Contact Tip
- จ. Regulator

5.ระบบควบคุมการป้อนลวดเชื่อมใต้ฟลักซ์ มีกี่ระบบ

- ก. 2
- ข. 3
- ค. 4
- ง. 6
- จ. มีเพียงระบบเดียว

6. กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์คล้ายกับกระบวนการเชื่อมใด

- ก. OFW
- ข. SMAW
- ค. GMAW
- ง. GTAW
- จ. PAW

7. ลวดเชื่อม F6PO ตัวอักษร P หมายถึงอะไร

- ก. ชนิดลวดเชื่อม
- ข. ความเค้นแรงดึง
- ค. ชนิดสารพอกหุ้ม
- ง. ฟลักซ์
- จ. สภาพรอยเชื่อม

8. ขนาดความโตของเม็ดฟลักซ์ 12*200 mesh มีค่ากระแสไฟฟ้าได้สูงสุดกี่แอมแปร์

- ก. 1,100 แอมแปร์
- ข. 1,200 แอมแปร์
- ค. 1,350 แอมแปร์
- ง. 1,750 แอมแปร์
- จ. มากกว่า 1,750 แอมแปร์

9. การเชื่อมแบบ Submerge Arc Welding มีรอบการทำงาน (Duty Cycle) ที่เปอร์เซ็นต์

- ก. 60%
- ข. 75%
- ค. 90%
- ง. 100%
- จ. 120%

10. เม็ดฟลักซ์ที่มีขนาดเล็กที่สุด จะมีขนาดตามข้อใด

- ก. 8 * 48 meshข. 14 * 48 mesh
- ค. 12 * 150 meshง. 35 * 200 meshจ. 48 * 325 mesh

	ใบงาน ที่ 6	หน่วยที่ ... 6
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 9-10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์	ทฤษฎี 4 ชม.

		ปฏิบัติ	0	ชม.
ชื่อเรื่อง	กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์			

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะสแตนเลส (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. อธิบายหลักการกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
3. อธิบายอุปกรณ์การเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
4. อธิบายฟลักซ์สำหรับการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
5. อธิบายสัญลักษณ์ของฟลักซ์ได้
6. อธิบายลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
7. อธิบายสัญลักษณ์ของลวดเชื่อมใต้ฟลักซ์ตามมาตรฐาน AWS ได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 6
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวถึงกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding) มีหลักการเชื่อมโดยใช้วิธีการป้อนลวดเชื่อมชนิดลื่นเปลือยเข้าสู่ชิ้นงานในอัตราความเร็วที่กำหนดไว้ โดยอาจใช้วิธีการควบคุมด้วยมือหรือการควบคุมแบบอัตโนมัติ ในระหว่างการอาร์กจะมีการป้อนฟลักซ์เข้าไปรอบๆ ลวดเชื่อมเพื่อครอบคลุมบริเวณที่เกิดการอาร์ก ซึ่งในขณะที่ลวดเชื่อมเกิดการอาร์กกับชิ้นงาน ฟลักซ์ส่วนหนึ่งจะหลอมเหลวเกิดเป็นแก๊สปกคลุมบ่อหลอมเหลวขึ้นเพื่อป้องกันอากาศจากภายนอกเข้ารวมตัวแนวเชื่อม นอกจากนั้นแล้วยังช่วยดึงสารมลทินที่อยู่ในแนวเชื่อมให้ลอยตัวขึ้น และจะแข็งตัวหุ้มแนวเชื่อมช่วยให้แนวเชื่อมเย็นตัวช้าลงเมื่อต้องการเชื่อมแนวเชื่อมต่อไปต้องกำจัดฟลักซ์ที่แข็งตัวซึ่งเรียกว่าสแลกที่ปกคลุมออกให้สะอาดก่อน

2. ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นประกอบ

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายอธิบายเนื้อหาสาระ เรื่อง กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ ตามหัวข้อดังนี้

- หลักการกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์

กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding : SAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่อาศัยความร้อนจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมเปลือย (Bare Wire Electrode) กับโลหะชิ้นงาน ลวดเชื่อมที่ใช้จะถูกป้อนออกมาอย่างต่อเนื่องด้วยอุปกรณ์ป้อนลวด ก่อนเริ่มต้นเชื่อมและในขณะที่เชื่อมจะมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular Flux) จากถังใส่ฟลักซ์ (Flux Hopper) ไหลลงมาปกคลุมบริเวณที่ทำการอาร์ก โดยที่เม็ดฟลักซ์ที่ได้รับความร้อนจากการอาร์กจะหลอมละลายปกคลุมเนื้อรอยเชื่อมป้องกันบรรยากาศจากภายนอกทำปฏิกิริยากับรอยเชื่อม เม็ดฟลักซ์บางส่วนที่อยู่ห่างจากรอยเชื่อมที่ไม่ได้รับความร้อนจะไม่หลอมละลายสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เม็ดฟลักซ์จะไหลลงมาจากสิ้นสุดรอยเชื่อม

- ข้อดีของกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์

1. ในงานที่มีความหนาไม่เกิน $1\frac{1}{4}$ นิ้ว ไม่จำเป็นต้องบากหน้างาน
2. ในขณะที่เชื่อมไม่ต้องใช้หน้ากากบังใบหน้าและสายตาเพราะแสงจากการอาร์กเกิดขึ้นใต้ฟลักซ์ทำให้ไม่มีแสงออกมาภายนอก และไม่มีการกระเด็นของเม็ดโลหะ
3. ความเร็วและอัตราในการเติมลวดเชื่อมสูง จึงเหมาะแก่การเชื่อมโลหะที่มีความหนาและงานเชื่อมพอกผิว
4. ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อมช่วยกำจัดสารมลทินจากรอยเชื่อม และยังเพิ่มสมบัติของรอยเชื่อมอีกด้วย
5. รูปร่างรอยเชื่อมมีความสมบูรณ์สม่ำเสมอ รอยเชื่อมมีประสิทธิภาพสูงสามารถทดสอบด้วยวิธีเอกซเรย์ (X-Ray) ได้
6. สามารถเชื่อมในที่โล่งแจ้งและลมพัดแรงได้ เนื่องจากเม็ดฟลักซ์ปกคลุมรอยเชื่อม

- อุปกรณ์การเชื่อมใต้ฟลักซ์

อุปกรณ์การเชื่อมที่สำคัญในการเชื่อมใต้ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อม ประกอบไปด้วย

1. เครื่องเชื่อม (Welding Machine)
2. ระบบป้อนลวด (Wire Feeding System)
3. หัวเชื่อม (Welding Gun or Torch)
4. ถังใส่ฟลักซ์ (Flux Hopper)

- **ฟลักซ์สำหรับการเชื่อมใต้ฟลักซ์**

ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อมใต้ฟลักซ์ เป็นส่วนหนึ่งของการเชื่อมใต้ฟลักซ์จะถูกบรรจุอยู่ในถังบรรจุฟลักซ์ (Flux Hopper) จะมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ ดังแสดงในรูปที่ 7.7 ซึ่งจะหลอมเหลวและปกคลุมรอยเชื่อม เมื่อลวดเชื่อมอาร์กกับชิ้นงานแล้วเกิดความร้อน ฟลักซ์ทำหน้าที่เช่นเดียวกับสารพอกหุ้มลวดเชื่อมที่ใช้กับการเชื่อมด้วยการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) คือช่วยป้องกันอากาศจากภายนอกเข้าไปรวมตัวกับรอยเชื่อม ซึ่งในฟลักซ์จะประกอบไปด้วยแมงกานีส ซิลิคอน อะลูมิเนียม ไทเทเนียม แคลเซียม เซอร์โคเนียม แมกนีเซียม และส่วนผสมอื่นๆ ฟลักซ์จะไม่ทำปฏิกิริยากับชิ้นงานและรอยเชื่อมและป้องกันไม่ให้เกิดแก๊สในระหว่างการเชื่อม และยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้อย่างคงที่

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 7 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

8. สรุปและวิจารณ์ผล

กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding : SAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่อาศัยความร้อนจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมเปลือย (Bare Wire Electrode) กับชิ้นงาน โดยลวดเชื่อมจะถูกป้อนเข้ามาตลอดเวลาโดยอุปกรณ์ป้อนลวด โดยมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular Flux) จากถังใส่ฟลักซ์ ปกคลุมบริเวณการอาร์กและไหลลงอย่างต่อเนื่องบริเวณอาร์ก กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ใช้กับงานเชื่อมพอกผิวสำหรับงานซ่อมบำรุงและใช้เชื่อมแผ่นเสริมเหล็กต่างชนิดได้

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 6

รายวิชา กระบวนการเชื่อม รหัสวิชา 30103-0001

เรื่อง กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	ด้านคุณธรรม จริยธรรม เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	ด้านทักษะการปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสัญญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน

ผ่าน

ไม่ผ่าน

คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล

หน่วยที่ 6 เรื่อง กระบวนการเชื่อมโยงได้ผลลัพธ์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ - นามสกุล	การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																รวมคะแนน				
		การสนใจเรียน				การแสดงความคิดเห็น				การตอบคำถาม				การยอมรับฟังคนอื่น					ทำงานตามที่ครูมอบหมาย			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		4	3	2	1
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

- ดีมาก = 4 สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยในชั้น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 90 - 100%
- ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70 - 89%
- ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50 - 69 %
- ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ลงชื่อครูผู้สอนสังเกต

(.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางานระดับชั้นกลุ่ม

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความมีวินัย	ความสามัคคี	จิตอาสา	ซื่อสัตย์สุจริต	ประพฤติดี	ซื่อสัตย์	สุภาพ	ตรงต่อเวลา		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 7
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ แก๊สปกคลุมที่ใช้ในงานเชื่อม	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะ แกสคลุม (GMAW) เชื่อมโลหะฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้ เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับ ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความ ปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการดำเนินงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.1 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการ ดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้

1.14 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการใน การ

ติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้

1.15 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการใน การ

รื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี

2. สาคิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการใน การปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง

3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการ ปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎข้อบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน

2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ
2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บุรณาการกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์
2. ธาตุที่ผสมในลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

1. ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์
2. ธาตุที่ผสมในลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาในสัปดาห์ที่แล้ว
2. ครูสรุปว่าในสัปดาห์นี้จะเรียนในเนื้อหาต่อจากสัปดาห์ที่แล้วคือหัวข้อ ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ และธาตุที่ผสมในลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ ตามหัวข้อดังนี้
 - **ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์**
ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ที่มีขายในท้องตลาด แต่ละชนิดมีสมบัติและการนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนั้นควรพิจารณาการใช้งานตามสมบัติของลวดเชื่อม ที่แตกต่างกันคือรหัสท้ายมีอยู่ 12 ชนิด
 - **ธาตุที่ผสมในลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์**
ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์มี 2 แบบ คือ แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก และ แบบสร้างแก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์ ซึ่งทั้ง 2 แบบจะมีธาตุผสมต่างๆ เพื่อให้ได้สมบัติทางกลของรอยเชื่อม

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของ สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 6 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกัน

ตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 6 จากหนังสือเรียนวิชาการะบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรวงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 6 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชาการะบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. สื่อ VDO Power Power และ วีดีทัศน์
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. รูปภาพประกอบ
5. เครื่องมือและอุปกรณ์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

- 1.บันทึกการสอน
- 2.ผลงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แผนจัดการเรียนรู้
2. ใบเช็คชื่อเข้าห้องเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. ตรวจใบงาน
3. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้
4. ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
5. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
6. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
3. แบบสังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
4. แบบประเมินกิจกรรมใบงาน
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยครูและผู้เรียนร่วมกัน

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
4. กิจกรรมใบงาน เกณฑ์ผ่าน คือ 50%
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้มีเกณฑ์ผ่าน 50%
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 7		หน่วยที่ ... 7
	รหัสวิชา 30103-0001	ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 11-12

	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ แก๊สปกคลุมที่ใช้ในงานเชื่อม	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง	แก๊สปกคลุมที่ใช้ในงานเชื่อม	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะแก๊สคลุม (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. อธิบายหลักการกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
3. อธิบายอุปกรณ์การเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
4. อธิบายฟลักซ์สำหรับการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
5. อธิบายสัญลักษณ์ของฟลักซ์ได้
6. อธิบายลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ได้
7. อธิบายสัญลักษณ์ของลวดเชื่อมใต้ฟลักซ์ตามมาตรฐาน AWS ได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมใส่ฟลักซ์ได้
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมใส่ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมใส่ฟลักซ์ได้
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

แก๊สปกคลุมที่ใช้โดยทั่วไป

แก๊สปกคลุมสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มตามคุณสมบัติ คือ เฉื่อย (inert) และกึ่งเฉื่อย (semi-inert) ในกลุ่มของแก๊สเฉื่อยนั้นมีเพียงสองชนิดที่ใช้งานงานเชื่อมเนื่องจากราคาไม่สูงเกินไปนัก คือแก๊สฮีเลียม และแก๊สอาร์กอน ซึ่งใช้ในกระบวนการเชื่อมทิก (TIG, GTAW) และมิก (MIG, GMAW) สำหรับชิ้นงานโลหะที่ไม่ใช่กลุ่มเหล็ก ส่วนแก๊สกึ่งเฉื่อย ซึ่งอาจเรียกว่าแก๊สปกคลุมแอคทีฟ (Active Shield Gas) ที่นิยมใช้กันได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

แก๊สออกซิเจน และแก๊สไฮโดรเจน เป็นต้น แก๊สเหล่านี้ถ้าเข้าสู่แนวเชื่อมในปริมาณมาก จะส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของเนื้อเชื่อม แต่หากเข้าสู่แนวเชื่อมในปริมาณเล็กน้อยอย่างเหมาะสม จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ได้

คุณสมบัติ

คุณสมบัติสำคัญของแก๊สปกคลุมชนิดต่างๆ คือ การนำความร้อนและการถ่ายเทความร้อน ความหนาแน่นเมื่อเทียบกับอากาศ และระดับความสามารถในการแตกตัวเป็นไอออน หรือศักย์ขั้นต่ำในการแตกตัวเป็นไอออน(มีหน่วยเป็น อิเล็กตรอนโวลต์)

ความหนาแน่นของแก๊สมีผลปริมาณการใช้งาน แก๊สที่มีความหนาแน่นสูงกว่าอากาศ (หนักกว่าอากาศ) ขณะใช้งาน จะใช้อัตราการไหลที่ต่ำกว่าแก๊สที่มีความหนาแน่นต่ำกว่าอากาศ (เบากว่าอากาศ)

ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนมีความสำคัญต่อการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานเพื่อสร้างบ่อหลอมรอบๆ อาร์ค

ระดับความสามารถในการแตกตัวเป็นไอออนมีผลต่อความยาก-ง่าย ในการเริ่มทำให้เกิดเปลวอาร์ค และระดับความเสถียรของอาร์ค แก๊สที่มีศักย์การแตกตัวเป็นไอออนต่ำกว่า อาร์คจะเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าเมื่อมีการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าการใช้อาร์กอนและฮีเลียมจะทำให้กระบวนการเชื่อมเกิดอาร์คได้ง่ายและมีเสถียรภาพ

ค่าศักย์การแตกตัวเป็นไอออนของแก๊ส

แก๊ส	ศักย์ (อิเล็กตรอนโวลต์, ค่าประมาณ)
ฮีเลียม	25
อาร์กอน	16
ไฮโดรเจน	15
ไนโตรเจน	16
คาร์บอนไดออกไซด์	14
ออกซิเจน	12

ประเภทของแก๊สคลุมตามมาตรฐาน ISO14175

เรื่องแก๊สปกคลุมยังมีประเด็นและประโยชน์จากการเลือกใช้งานให้เหมาะสมอีกมาก เพราะแก๊สทั้งหลายที่กล่าวมาทั้งที่ผสมและไม่ผสม ล้วนแต่มีคุณลักษณะที่ต่างกัน ใช้กับกระบวนการเชื่อมได้แตกต่างกัน ทั้ง TIG MIG MAG และ FCAW รวมถึงการเชื่อมวัสดุที่แตกต่างกันอีกด้วย

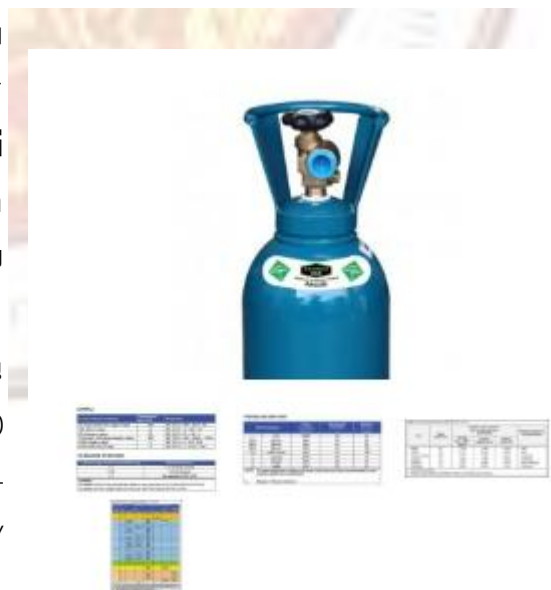
การใช้งานแก๊สดังกล่าวสามารถใช้เป็นแก๊สคลุม (Shielding Gas) สำหรับการเชื่อม หรือใช้เป็นแก๊สรองหลัง (Backing Gas) สำหรับการเชื่อมแนวราก โดยมาตรฐาน ISO 14175 ได้มีการจำแนกประเภทของแก๊สคลุมออกเป็น กลุ่มดังต่อไปนี้

1. I = Inert Gas ได้แก่แก๊สเฉื่อย คือ อาร์กอน (Ar) I1 ฮีเลียม (He) I2 และ แก๊สผสมระหว่างอาร์กอนและฮีเลียม (Ar + He) I3

แก๊สเฉื่อยในการเชื่อมเป็นแก๊สที่ไม่ทำปฏิกิริยาใดๆกับโลหะขณะหลอมเหลว ดังนั้นจึงเป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับการเชื่อมโลหะที่ออกซิเดชัน (Oxidation) ได้ง่าย และไม่เกิดปฏิกิริยาลด (Reduction) ด้วยเช่นกัน จึงไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและสมบัติทางกลของรอยเชื่อม

ต้องไปดูตารางคุณสมบัติของแก๊สประกอบด้วยนะครับ เนื่องจากแก๊สอาร์กอน และ ฮีเลียม มีคุณสมบัติที่ต่างกัน เช่น ความถ่วงจำเพาะ การนำความร้อน และค่าไอออนไนซ์ชั้นโพเทนเชียล ดังนั้นการเลือกใช้งานแก๊สจึงต้องพิจารณาคุณลักษณะรูปร่าง ขนาดของรอยเชื่อมที่ต้องการ ตำแหน่งท่าเชื่อม อัตราเร็วในการเชื่อม รวมถึงต้นทุนในการเชื่อม ประกอบการพิจารณาและถ้าเอามาผสมกัน (กรณีของ Inert Gas) จะเป็นอย่างไร จะใช้งานในกรณีไหนได้บ้าง เช่น วัสดุที่จะเชื่อม ความหนากรณีการใช้แก๊สฮีเลียมเมื่อพิจารณาค่า Ionization Potential ของแก๊ส = 24.5 eV ซึ่งสูงกว่า Ar ที่มีค่า 15.7 eV ผลก็คือให้อุณหภูมิของอาร์กที่สูงกว่าอาร์กอน ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้เป็นแก๊สคลุมสำหรับการเชื่อมวัสดุที่ค่าการนำความร้อนสูง Thermal Conductivity เช่นอลูมิเนียม ทองแดง เป็นต้น และถ้ายังมีความหนามากๆ การถ่ายเทความร้อนจะยิ่งสูงขึ้น

ส่วนค่าความหนาแน่น และ ความถ่วงจำเพาะของแก๊สฮีเลียมเมื่อเทียบกับอากาศจะเบากว่ามาก ดังนั้นจึงต้องใช้อัตราการไหลของแก๊สที่สูงกว่าปกติแต่การใช้แก๊สฮีเลียม 100% ไม่นิยมใช้งานสักเท่าใดนัก เนื่องจากมีปัญหาเรื่องการจุดอาร์ก (Arc start) จึงแนะนำให้ใช้แก๊สผสม Ar+He จะดีที่สุดสำหรับสัดส่วนผสมนั้นต้องพิจารณาจากชนิดของวัสดุ และความหนา รวมถึงตัวแปรในการเชื่อมด้วย ถ้าต้องการความร้อนสูงๆ ก็เพิ่มส่วนผสมของฮีเลียมเข้าไป ที่นิยมใช้คือสูตร 70/30 หรือเขียนเป็นภาษามาตรฐาน คือ ISO 14175 - I3 - ArHe - 30มี ครบ Standard / Specification / Classification / Designation



2. O = Oxidation Gas แก๊สออกซิเดชัน ได้แก่ แก๊สออกซิเจน (O₂) จะนิยมใช้ในงานเชื่อมแก๊ส (311 : Gas Oxy-Fuel Welding) และตัดด้วยแก๊สออกซิเจน-เชื้อเพลิง (: Gas Oxy-Fuel Cutting) รวมทั้งการบัดกรีอ่อนและ

บัดกรีแข็งด้วยเปลวแก๊สสำหรับกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยแก๊ส จะใช้เป็นแก๊สผสมรอง ไม่เกินร้อยละ 3 ในกลุ่ม M1 ไม่เกินร้อยละ 10 ในกลุ่ม M2 ไม่เกินร้อยละ 15 ในกลุ่ม M3 และ ไม่เกินร้อยละ 30 ในกลุ่ม C2) นิยมผสมออกซิเจนเล็กน้อยลงในอาร์กอนสำหรับการเชื่อม MAG เหล็กกล้าไร้สนิมคือถ้าผสม Active Gas ลงใน Inert Gas จะกลายเป็น MAG-M พื้นทีระบอบอเมริกา จะใช้คำย่อว่า GMAW เหมารวม MIG/MAG ไปเลย แต่อาจมีการเขียนระบุประเภทของการถ่ายโอนน้ำโลหะต่อท้าย เช่น การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมด้วยกระแสพัลส์ (GMAW-P) การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมด้วยการถ่ายโอนแบบลัดวงจร (GMAW-S) ส่วนของทางยุโรปเองก็มีเหมือนกัน เช่น การเชื่อมแม็กด้วยแก๊ส CO₂ 100 % (MAG-C) หรือการเชื่อมแม็กด้วยแก๊สผสม (MAG-M)³. M = Mixed Gas แก๊สผสมอาร์กอนเป็นแก๊สหลัก และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กับแก๊สออกซิเจนเป็นแก๊สรอง โดยมีกลุ่มหลัก (Main group) สามกลุ่มคือ M1 M2 และ M3 และมีกลุ่มย่อย (Sub group) ตามตารางในมาตรฐานกระบวนการเชื่อมที่ใช้แก๊สผสมในกลุ่มนี้จะใช้งานหลักในกระบวนการเชื่อมแม็กแก๊สผสม MAG-M แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนที่ผสมในอาร์กอนจะช่วยปรับปรุงคุณลักษณะของอาร์ก เช่นความสม่ำเสมอในการเชื่อม เม็ดโลหะกระเด็น อัตราเร็วการเชื่อม และการหลอมลึก เป็นต้น

พวกแก๊ส O₂ และ CO₂ ที่ผสมใน Ar นั้นจะมีผลต่อการเชื่อมอย่างมาก ตัวอย่างเช่น การเชื่อม MAG-M ด้วยแก๊ส 82Ar/18Co₂ สำหรับการเชื่อมเหล็กกล้างานบาง ด้วยการถ่ายโอนแบบ Short circuit Transfer จะช่วยลดปัญหาเรื่องเม็ดโลหะกระเด็น (Spatter) หรือการเชื่อมเหล็กกล้างานหนามากกว่า 6 มม ด้วยการถ่ายโอนแบบฝอยละเอียด (Spray Transfer) จะใช้แก๊ส 90Ar/10Co₂ นี้เป็น ตย. เล็กๆ สำหรับการเลือกใช้แก๊สผสม ซึ่งผู้ใช้ต้องพิจารณาเรื่องการถ่ายโอนน้ำโลหะ ความหนาชิ้นงาน การหลอมลึก รูปร่างหน้าตารอยเชื่อม รวมถึงตัวแปรในการเชื่อมที่ส่งต่อกำลังการผลิต หรือ Productivity อาจรวมถึงการเชื่อมด้วยมือ หรือการเชื่อมด้วยระบบอัตโนมัติก็ต้องนำมาพิจารณาด้วยถ้าใช้ระบบอัตโนมัติ ต้องการ Productivity ก็ต้องเลือกใช้แก๊สที่เหมาะสม เนื่องจากสามารถเพิ่มความเร็วในการเชื่อมได้สูงกว่ามือคนถ้าใช้หุ่นยนต์เชื่อมแล้วเชื่อมเป็นเตาคลาน หมายความว่า

4. C = Carbon dioxide Gas แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นแก๊สหลักที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมแม็ก (MAG) โดยแบ่งเป็นสองกลุ่มย่อย คือ C1 เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 100 และ C2 เป็นแก๊สผสมระหว่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กับแก๊สออกซิเจนไม่เกินร้อยละ 30 การผสมแก๊สออกซิเจนจะช่วยปรับปรุงสมบัติด้านการนำความร้อนของอาร์กให้สูงขึ้น การหลอมลึกเพิ่มขึ้น อัตราเร็วในการเชื่อมเพิ่มสูงขึ้น ตามปริมาณส่วนผสมของออกซิเจน⁵. N = Nitrogen Gas แก๊สไนโตรเจน จะไม่นิยมใช้เป็นแก๊สปกคลุมในงานเชื่อม แต่จะใช้เป็นแก๊สผสมสำหรับเป็นแก๊สรองหลัง (Backing Gas) ในการเชื่อมแนวรากเหล็กกล้าผสม และเหล็กกล้าไร้สนิม มีบางกรณี เช่น การเชื่อมทิก เหล็กกล้าไร้สนิมดuple็กซ์ จะใช้เป็นแก๊สผสมกับแก๊สอาร์กอน โดยผสมไม่เกินร้อยละ 5 เพื่อปรับสมดุลโครงสร้างออสเทนไนต์และเฟอไรต์⁶. R = Reduce Gas แก๊สลด หรือแก๊สไฮโดรเจน จะใช้เป็นแก๊สผสมกับแก๊สอาร์กอนในปริมาณไม่เกินร้อยละ 50 การผสมไฮโดรเจนจะช่วยให้การนำความร้อนของอาร์กเพิ่มขึ้น⁷. Z = Other Mixed Gas แก๊สผสมอื่นๆนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในตาราง

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ ตรงกับข้อใด
 - ก. Flux Arc Welding
 - ข. Flux - Core Arc Welding
 - ค. Shield Flux Arc Welding
 - ง. Gas Flux - Core Arc Welding
 - จ. Shield Flux - Core Arc Welding
2. การเชื่อมไส้ฟลักซ์แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก ใช้แก๊สปกคลุมชนิดใด
 - ก. แก๊สอาร์กอน
 - ข. แก๊สออกซิเจน
 - ค. แก๊สไนโตรเจน
 - ง. แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์
 - จ. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
3. กระแสไฟเชื่อมชนิดใดที่ไม่ใช้ในการบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์
 - ก. AC
 - ข. DC
 - ค. ACHF
 - ง. DCEN
 - จ. ถูกทั้งข้อ ก และ ค
4. กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ จะช่วยลดปัญหาที่เกิดในแนวเชื่อมชนิดใด
 - ก. Polosity
 - ข. Crack
 - ค. Overlap
 - ง. Slag Inclusion
 - จ. Undercut
5. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับข้อดีของกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์
 - ก. ลดปัญหาการแตกร้าวในรอยเชื่อม
 - ข. ประสิทธิภาพของการเติมเนื้อโลหะเชื่อมต่ำ
 - ค. ช่วยขจัดสารที่เป็นมลทินออกจากบ่อหลอมละลาย
 - ง. ลดการบิดงอได้น้อยกว่ากระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

จ. ไม่มีปัญหาในการเชื่อมงานข้างนอกหรือที่มีลมแรง เหมือนกับกระบวนการเชื่อมอื่นๆ

6. ลวดเชื่อม E71T2 หมายเลข 1 ตรงกับข้อใด

- ก. ลวดเชื่อมอาร์ก
- ข. ความต้านทานแรงดึง
- ค. ตำแหน่งท่าเชื่อม
- ง. ชนิดกระแสไฟ
- จ. ชนิดของลวดเชื่อม

7. ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ รหัสท้ายของลวดเชื่อมมีกี่ชนิด

- ก. 3 ชนิด
- ข. 5 ชนิด
- ค. 8 ชนิด
- ง. 11 ชนิด
- จ. 12 ชนิด

8. อุปกรณ์ที่สำคัญของกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ ประกอบด้วยอะไรบ้าง

- ก. เครื่องเชื่อม สายเชื่อม หัวเชื่อม
- ข. เครื่องเชื่อม สายเชื่อม แก๊สปกคลุม
- ค. เครื่องเชื่อม หัวเชื่อม ลวดเชื่อม
- ง. เครื่องเชื่อม เครื่องป้อนลวด ลวดเชื่อม สายเชื่อม หัวเชื่อม แก๊สปกคลุม
- จ. เครื่องเชื่อม เครื่องป้อนลวด หัวเชื่อม แก๊สปกคลุม

9. การเชื่อมฟลักซ์คอร์ลูกลึงร่องแบบตัววี (V Groove) นิยมใช้ลวดเชื่อมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าใด

- ก. 0.8 มิลลิเมตร
- ข. 1.0 มิลลิเมตร
- ค. 1.2 มิลลิเมตร
- ง. 1.6 มิลลิเมตร
- จ. 2.0 มิลลิเมตร

10. AWS -A5.20 -1979 คือลวดเชื่อมชนิดใด

- ก. ลวดเชื่อมเปลือยสำหรับเชื่อมอะลูมิเนียม
- ข. ลวดเชื่อมกลางเชื่อมเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสม
- ค. ลวดเชื่อมเหล็กหล่อชนิดเคลือบสารพอกหุ้ม
- ง. ลวดเชื่อมเปลือยเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ ตรงกับข้อใด

- ก. Flux Arc Welding
- ข. Flux - Core Arc Welding
- ค. Shield Flux Arc Welding
- ง. Gas Flux - Core Arc Welding
- จ. Shield Flux - Core Arc Welding

2. การเชื่อมไส้ฟลักซ์แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก ใช้แก๊สปกคลุมชนิดใด

- ก. แก๊สอาร์กอน
- ข. แก๊สออกซิเจน
- ค. แก๊สไนโตรเจน
- ง. แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์
- จ. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

3. กระแสไฟเชื่อมชนิดใดที่ไม่ใช้ในการบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์

- ก. AC
- ข. DC
- ค. ACHF
- ง. DCEN
- จ. ถูกทั้งข้อ ก และ ค

4. กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ จะช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นในแนวเชื่อมชนิดใด

- ก. Polosity
- ข. Crack
- ค. Overlap
- ง. Slag Inclusion
- จ. Undercut

5. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับข้อดีของกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์

- ก. ลดปัญหาการแตกร้าวในรอยเชื่อม
- ข. ประสิทธิภาพของการเติมเนื้อโลหะเชื่อมต่ำ

- ค. ช่วยขจัดสารที่เป็นมลทินออกจากบ่อหลอมละลาย
- ง. ลดการบิดงอได้น้อยกว่ากระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
- จ. ไม่มีปัญหาในการเชื่อมงานข้างนอกหรือที่มีลมแรง เหมือนกับกระบวนการเชื่อมอื่นๆ

6.ลวดเชื่อม E71T2 หมายเลข 1 ตรงกับข้อใด

- ก. ลวดเชื่อมอาร์ก
- ข. ความต้านทานแรงดึง
- ค. ตำแหน่งท่าเชื่อม
- ง. ชนิดกระแสไฟ
- จ. ชนิดของลวดเชื่อม

7.ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ รหัสท้ายของลวดเชื่อมมีกี่ชนิด

- ก. 3 ชนิด
- ข. 5 ชนิด
- ค. 8 ชนิด
- ง. 11 ชนิด
- จ. 12 ชนิด

8.อุปกรณ์ที่สำคัญของกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ ประกอบด้วยอะไรบ้าง

- ก. เครื่องเชื่อม สายเชื่อม หัวเชื่อม
- ข. เครื่องเชื่อม สายเชื่อม แก๊สปกคลุม
- ค. เครื่องเชื่อม หัวเชื่อม ลวดเชื่อม
- ง. เครื่องเชื่อม เครื่องป้อนลวด ลวดเชื่อม สายเชื่อม หัวเชื่อม แก๊สปกคลุม
- จ. เครื่องเชื่อม เครื่องป้อนลวด หัวเชื่อม แก๊สปกคลุม

9.การเชื่อมฟลักซ์คอร์ลูกลึงร่องแบบตัววี (V Groove) นิยมใช้ลวดเชื่อมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าใด

- ก. 0.8 มิลลิเมตร
- ข. 1.0 มิลลิเมตร
- ค. 1.2 มิลลิเมตร
- ง. 1.6 มิลลิเมตร
- จ. 2.0 มิลลิเมตร

10..AWS –A5.20 -1979 คือลวดเชื่อมชนิดใด

- ก. ลวดเชื่อมเปลือยสำหรับเชื่อมอะลูมิเนียม
- ข. ลวดเชื่อมกลางเชื่อมเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสม
- ค. ลวดเชื่อมเหล็กหล่อชนิดเคลือบสารพอกหุ้ม
- ง. ลวดเชื่อมเปลือยเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม

	ใบงาน ที่ 7	หน่วยที่ ... 7
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ แก๊สปกคลุมที่ใช้ในงานเชื่อม	ทฤษฎี 5 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง แก๊สปกคลุมที่ใช้ในงานเชื่อม		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะคลุม (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่รวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. อธิบายหลักการกระบวนการเชื่อมใตฟลักซ์ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมใตฟลักซ์ได้
3. อธิบายอุปกรณ์การเชื่อมใตฟลักซ์ได้
4. อธิบายฟลักซ์สำหรับการเชื่อมใตฟลักซ์ได้
5. อธิบายสัญลักษณ์ของฟลักซ์ได้
6. อธิบายลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมใตฟลักซ์ได้
7. อธิบายสัญลักษณ์ของลวดเชื่อมใตฟลักซ์ตามมาตรฐาน AWS ได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมใส่ฟลักซ์ได้
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมใส่ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมใส่ฟลักซ์ได้
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 5
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

..

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวถึงกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding) มีหลักการเชื่อมโดยใช้วิธีการป้อนลวดเชื่อมชนิดเส้นเปลือยเข้าสู่ชิ้นงานในอัตราความเร็วที่กำหนดไว้ โดยอาจใช้วิธีการควบคุมด้วยมือหรือการควบคุมแบบอัตโนมัติ ในระหว่างการอาร์กจะมีการป้อนฟลักซ์เข้าไปรอบๆ ลวดเชื่อมเพื่อครอบคลุมบริเวณที่เกิดการอาร์ก ซึ่งในขณะที่ลวดเชื่อมเกิดการอาร์กกับชิ้นงาน ฟลักซ์ส่วนหนึ่งจะหลอมเหลวเกิดเป็นแก๊สปกคลุมบ่อหลอมเหลวขึ้นเพื่อป้องกันอากาศจากภายนอกเข้ารวมตัวแนวเชื่อม นอกจากนั้นแล้วยังช่วยดึงสารมลทินที่อยู่ในแนวเชื่อมให้ลอยตัวขึ้น และจะแข็งตัวหุ้มแนวเชื่อมช่วยให้แนวเชื่อมเย็นตัวช้าลงเมื่อต้องการเชื่อมแนวเชื่อมต่อไปต้องกำจัดฟลักซ์ที่แข็งตัวซึ่งเรียกว่าสแลกที่ปกคลุมออกให้สะอาดก่อน

2. ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นประกอบ

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายอธิบายเนื้อหาสาระ เรื่อง กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ ตามหัวข้อดังนี้

- หลักการกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์

กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding : SAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่อาศัยความร้อนจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมเปลือย (Bare Wire Electrode) กับโลหะชิ้นงาน ลวดเชื่อมที่ใช้จะถูกป้อนออกมาอย่างต่อเนื่องด้วยอุปกรณ์ป้อนลวด ก่อนเริ่มต้นเชื่อมและในขณะที่เชื่อมจะมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular Flux) จากถังใส่ฟลักซ์ (Flux Hopper) ไหลลงมาปกคลุมบริเวณที่ทำการอาร์ก โดยที่เม็ดฟลักซ์ที่ได้รับความร้อนจากการอาร์กจะหลอมละลายป้องกันเนื้อรอยเชื่อมป้องกันบรรยากาศจากภายนอกทำปฏิกิริยากับรอยเชื่อม เม็ดฟลักซ์บางส่วนที่อยู่ห่างจากรอยเชื่อมที่ไม่ได้รับความร้อนจะไม่หลอมละลายสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เม็ดฟลักซ์จะไหลลงมาจากสิ้นสุดรอยเชื่อม

- ข้อดีของกระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์

1. ในงานที่มีความหนาไม่เกิน $1\frac{1}{4}$ นิ้ว ไม่จำเป็นต้องบากหน้างาน
2. ในขณะที่เชื่อมไม่ต้องใช้หน้ากากบังใบหน้าและสายตาเพราะแสงจากการอาร์กเกิดขึ้นใต้ฟลักซ์ทำให้ไม่มีแสงออกมาภายนอก และไม่มีการกระเด็นของเม็ดโลหะ
3. ความเร็วและอัตราในการเติมลวดเชื่อมสูง จึงเหมาะแก่การเชื่อมโลหะที่มีความหนาและงานเชื่อมพอกผิว
4. ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อมช่วยกำจัดสารมลทินออกจากรอยเชื่อม และยังเพิ่มสมบัติของรอยเชื่อมอีกด้วย
5. รูปร่างรอยเชื่อมมีความสมบูรณ์สม่ำเสมอ รอยเชื่อมมีประสิทธิภาพสูงสามารถทดสอบด้วยวิธีเอกซเรย์ (X-Ray) ได้

6. สามารถเชื่อมในที่โล่งแจ้งและลมพัดแรงได้ เนื่องจากมีตัวฟลักซ์ปกคลุมรอยเชื่อม

- **อุปกรณ์การเชื่อมใต้ฟลักซ์**

อุปกรณ์การเชื่อมที่สำคัญในการเชื่อมใต้ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อม ประกอบไปด้วย

1. เครื่องเชื่อม (Welding Machine)
2. ระบบป้อนลวด (Wire Feeding System)
3. หัวเชื่อม (Welding Gun or Torch)
4. ถังใส่ฟลักซ์ (Flux Hopper)

- **ฟลักซ์สำหรับการเชื่อมใต้ฟลักซ์**

ฟลักซ์ที่ใช้ในการเชื่อมใต้ฟลักซ์ เป็นส่วนหนึ่งของการเชื่อมใต้ฟลักซ์จะถูกบรรจุอยู่ในถังบรรจุฟลักซ์ (Flux Hopper) จะมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ ดังแสดงในรูปที่ 7.7 ซึ่งจะหลอมเหลวและปกคลุมรอยเชื่อม เมื่อลวดเชื่อมอาร์กกับชิ้นงานแล้วเกิดความร้อน ฟลักซ์ทำหน้าที่เช่นเดียวกับสารพอกหุ้มลวดเชื่อมที่ใช้กับการเชื่อมด้วยการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) คือช่วยป้องกันอากาศจากภายนอกเข้าไปรวมตัวกับรอยเชื่อม ซึ่งในฟลักซ์จะประกอบไปด้วยแมงกานีส ซิลิคอน อะลูมิเนียม ไทเทเนียม แคลเซียม เซอร์โคเนียม แมกนีเซียม และส่วนผสมอื่นๆ ฟลักซ์จะไม่ทำปฏิกิริยากับชิ้นงานและรอยเชื่อมและป้องกันไม่ให้เกิดแก๊สในระหว่างการเชื่อม และยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้อย่างคงที่

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 7 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

8. สรุปและวิจารณ์ผล

กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux-Core Arc Welding : FCAW หรือ FAW) มีพื้นฐานมาจากกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) และกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) และใช้วิธีการเดียวกับกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (GMAW) โดยการเปลี่ยนลวดเชื่อมจากกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมที่ใช้ลวดเชื่อมไส้ตันมาเป็นชนิดกลวง (Tubular) บรรจุภายในด้วยฟลักซ์ โดยไส้ฟลักซ์จะทำให้เกิดสแลกหลอมละลายปกคลุมรอยเชื่อมแก๊สปกคลุมที่จะใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน



แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 7
รายวิชา กระบวนการเชื่อม รหัสวิชา 30103-0001
เรื่อง แก๊สปกคลุมที่ใช้ในงานเชื่อม

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น.....สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	<u>ด้านคุณธรรม จริยธรรม</u>						
	เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
	<u>ด้านทักษะการปฏิบัติงาน</u>						

5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 8
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 13-14
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะ แกส (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้ เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งท่าเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับ ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความ ปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.1 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการ
ดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้

1.16 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการใน
การ

ติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้

1.17 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการใน
การ

รื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี

2. สาคิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานที่ประกอบการใน
การปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง

3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการ
ปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎข้อบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน

2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผน
กระบวนการ

2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการ
ปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. อธิบายตำแหน่งท่าเชื่อมได้
2. อธิบายชนิดรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมได้
3. อธิบายชิ้นส่วนประกอบของรอยเชื่อมได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมสัฟฟลักซ์ได้

2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

1. ตำแหน่งท่าเชื่อม
2. ชนิดรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อม
3. ชิ้นส่วนประกอบของรอยเชื่อม

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูและผู้เรียนสนทนากันว่าในกระบวนการเชื่อมลักษณะของตำแหน่งท่าเชื่อมจะมีลักษณะที่ต่างกัน บางกระบวนการเชื่อมไม่สามารถเชื่อมในบางท่าเชื่อมได้ เช่น กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ ไม่สามารถเชื่อมท่าที่ขึ้นงานอยู่ด้านบนของหัวเชื่อมได้ เป็นต้น
2. ครูและผู้เรียนยกตัวอย่างการต่อเครื่องขยายเสียงเพื่อใช้ในงานลักษณะต่างๆ ที่คุ้นเคยหรือพบเห็นทั่วไป

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง ตำแหน่งท่าเชื่อม และรอยต่อ ตามหัวข้อดังนี้

- ตำแหน่งท่าเชื่อม

ในงานเชื่อมโลหะ การจะเชื่อมงานให้ได้รอยเชื่อมที่ดี มีคุณภาพขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายอย่าง และในหนึ่งปัจจัยนั้นคือตำแหน่งท่าเชื่อม ซึ่งตำแหน่งท่าเชื่อมที่ใช้ มีอยู่ด้วยกัน 4 ท่าดังนี้

1. ท่าราบ (Flat Position)
2. ท่าระดับ (Horizontal Position)
3. ท่าตั้ง (Vertical Position)
4. ท่าเชื่อมเหนือศีรษะ (Overhead Position)

- ชนิดรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อม

รอยต่อคือการทำให้ชิ้นงานตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไปมาต่อเข้าด้วยกัน รอยต่อในงานเชื่อมแบ่งออกได้ 5 แบบดังต่อไปนี้

1. รอยต่อชน (Butt Joint)
2. รอยต่อเกย (Lap Joint)
3. รอยต่อมุม (Corner Joint)
4. รอยต่อขอบ (Edge Joint)
5. รอยต่อรูปตัวที (T Joint)

- ชิ้นส่วนประกอบของรอยเชื่อม

1. Root Opening (RO) : ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับรอยต่อทั้งสอง
2. Root Face (RF) : ผิวหน้าของรอยต่อของชิ้นงานทั้งสอง
3. Groove Face (GF) : ผิวหน้าเอียงของรอยต่อชิ้นงาน
4. Bevel Angle (BA): มุมบากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว
5. Groove Angle (GA) : มุมบากร่องของชิ้นงานทั้งสอง
6. Thickness (T) : ความหนาของชิ้นงาน

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 10 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน
5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 10 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด
6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 10 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. สื่อ VDO Power Power และ วีดิทัศน์
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. รูปภาพประกอบ
5. เครื่องมือและอุปกรณ์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

- 1.บันทึกการสอน
- 2.ผลงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แผนจัดการเรียนรู้

2. ใบเช็คชื่อเข้าห้องเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. ตรวจใบงาน
3. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้
4. ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
5. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
6. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
4. แบบประเมินกิจกรรมใบงาน
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยครูและผู้เรียนร่วมกัน

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
4. กิจกรรมใบงาน เกณฑ์ผ่าน คือ 50%
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้มีเกณฑ์ผ่าน 50%
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 8	หน่วยที่ ... 8
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 13-14
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะสแตนเลส (GMAW) เชื่อมไฟฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งท่าเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. อธิบายตำแหน่งท่าเชื่อมได้
2. อธิบายชนิดรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมได้
3. อธิบายชิ้นส่วนประกอบของรอยเชื่อมได้

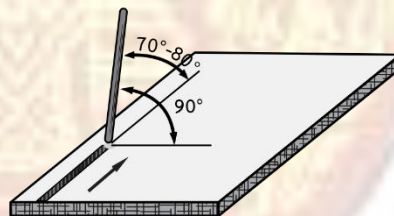
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
4. มีจิตคิดและกိเลสที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

ตำแหน่งท่าเชื่อม (Welding Position)

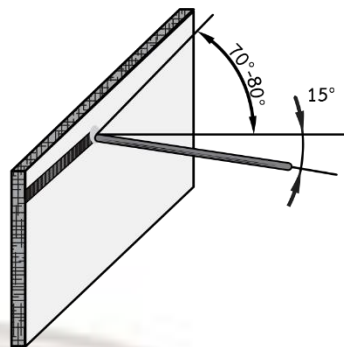
1. ท่าราบ (Flat Position) เป็นท่าเชื่อมทำพื้นฐานของช่างเชื่อมเป็นท่าเชื่อมที่ง่ายที่สุดในกระบวนการเชื่อม เพราะสามารถควบคุมบ่อหลอมละลายได้ง่าย



แสดงลักษณะท่าราบ

2. ท่าระดับ (Horizontal Position)

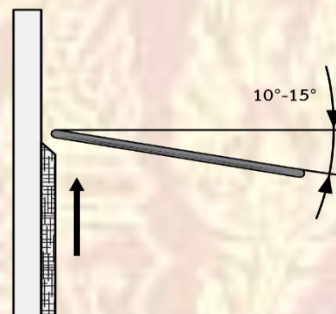
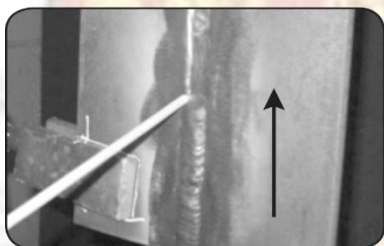
ชิ้นงานจะอยู่ในระดับสายตา ทำการเชื่อมในแนวระดับ ท่าเชื่อมท่าระดับจะยากกว่าท่าเชื่อมท่าราบ รอยเชื่อมหรือน้ำโลหะจะย้อยลงมาด้านล่าง โดยช่างเชื่อมจะต้องควบคุมเป็นพิเศษ



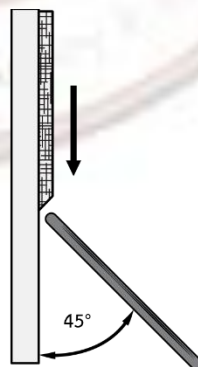
แสดงที่เก็บแก๊สออกซิเจนแบบแมนิโฟลด์

3. ทำตั้ง (Vertical Position)

ชิ้นงานอยู่ในระดับสายตา เชื่อมในแนวตั้ง มีด้วยกัน 2 วิธี เชื่อมจากด้านล่างขึ้นด้านบนเรียกว่าเชื่อมขึ้น (Vertical Up) เหมาะสำหรับการเชื่อมงานที่มีความหนามาก และเชื่อมจากด้านบนลงด้านล่างเรียกว่าเชื่อมลง (Vertical Down) เหมาะสำหรับการเชื่อมกับงานที่มีความหนาน้อย



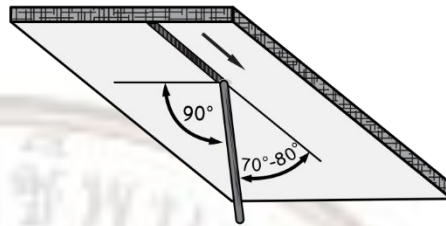
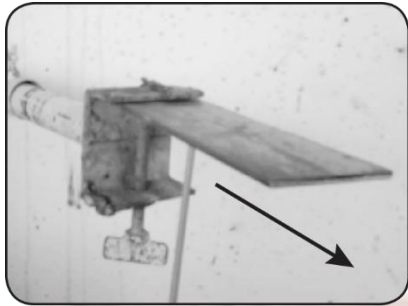
แสดงลักษณะทำตั้งเชื่อมขึ้น



แสดงลักษณะทำตั้งเชื่อมลง

4. ทำเชื่อมเหนือศีรษะ (Overhead Position)

เป็นการเชื่อมที่รอยเชื่อมจะอยู่ด้านล่างของรอยต่อ หัวเชื่อมจะอยู่ด้านล่างของงาน ถือว่าเป็นท่าเชื่อมที่ยากที่สุด เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกจะทำให้น้ำโลหะไหลย้อยลงมา ผู้เชื่อมต้องใส่ชุดอย่างรัดกุมเพื่อป้องกันสะเก็ดไฟตกลงมาที่ตัวผู้เชื่อม



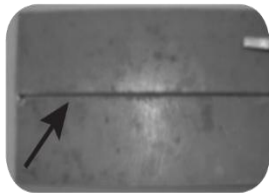
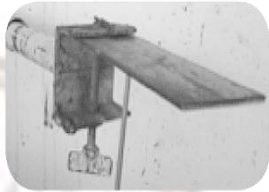
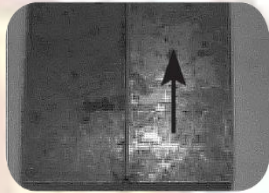
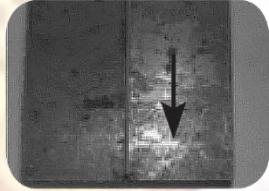
แสดงลักษณะท่าเหนือศีรษะ

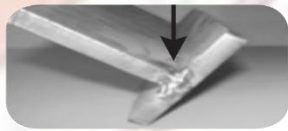
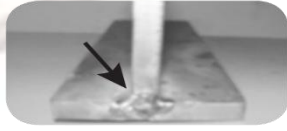
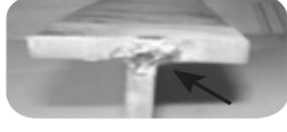
ปัจจุบันมีการกำหนดท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 (International Standard Organization)

1. ตำแหน่งท่าเชื่อม สำหรับงานแผ่นโลหะ (Plate)

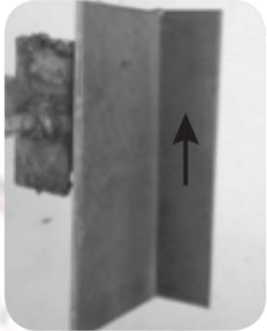
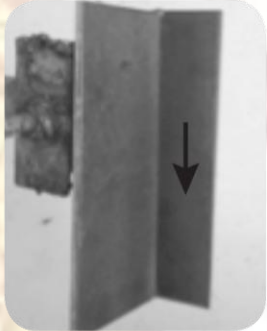
1.1 รอยเชื่อมชน (Butt Weld)

ตำแหน่งท่าเชื่อม	สัญลักษณ์	ภาพประกอบ
ท่าราบ (Flat Position)	PA	

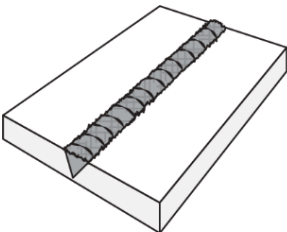
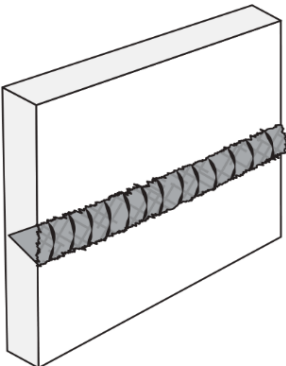
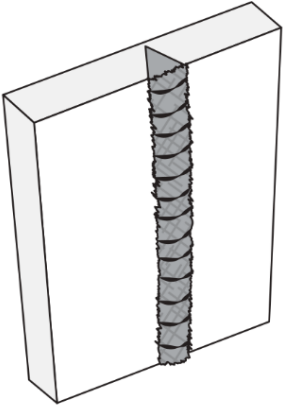
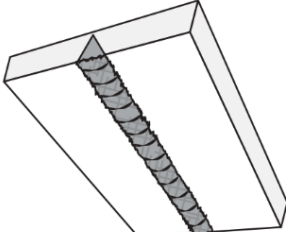
ตำแหน่งท่าเชื่อม	สัญลักษณ์	ภาพประกอบ
ท่าระดับ (Horizontal Position)	PC	
ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)	PE	
ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (Vertical Up Position)	PF	
ท่าตั้งเชื่อมลง (Vertical Down Position)	PG	

ตำแหน่งท่าเชื่อม	สัญลักษณ์	ภาพประกอบ
ท่าราบ (Flat Position)	PA	
ท่าระดับ (Horizontal Position)	PB	
ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)	PD	

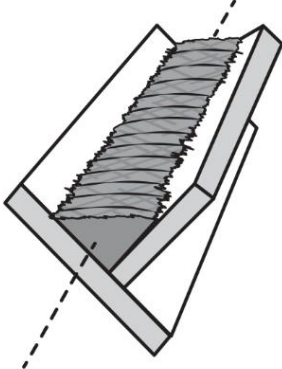
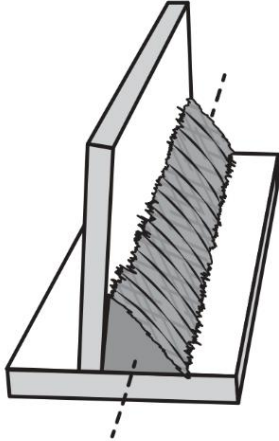
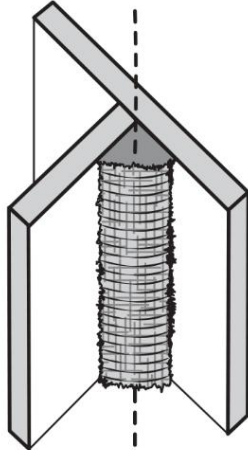
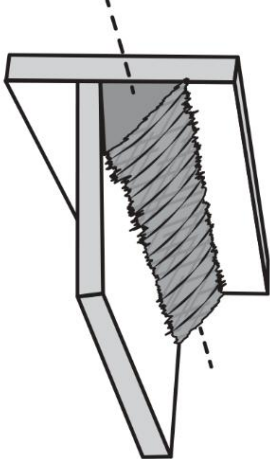
1.2 รอยเชื่อมมุม (Fillet Weld)

ตำแหน่งท่าเชื่อม	สัญลักษณ์	ภาพประกอบ
ท่าตั้งเชื่อมขึ้น (Vertical Up Position)	PF	
ท่าตั้งเชื่อมลง (Vertical Down Position)	PG	

นอกจากนี้ยังมีท่าเชื่อมตามแบบของมาตรฐานการเชื่อมอเมริกา AWS (American Welding Society)

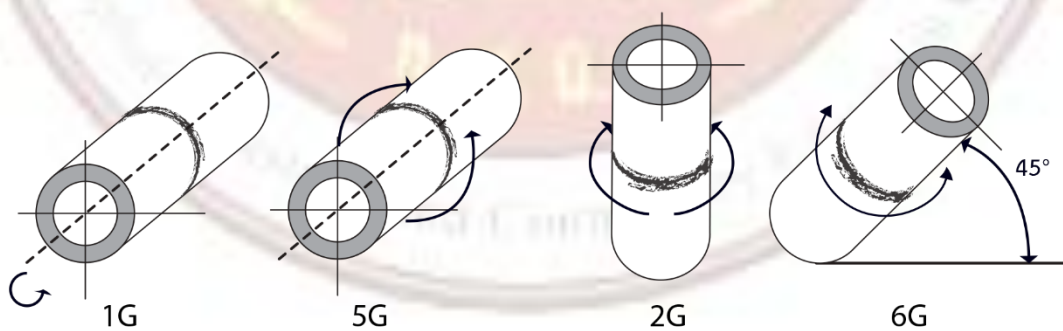
ต่อชนท่าราบ	ต่อชนท่าระดับ	ต่อชนท่าตั้ง	ต่อชนท่าเหนือศีรษะ
			
1G	2G	3G	4G

แสดงการต่อชิ้นงานต่อชน ตามมาตรฐาน AWS

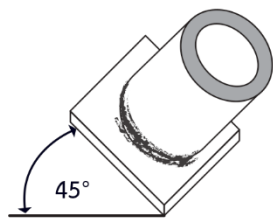
ตำแหน่งท่าราบ 1F	ตำแหน่งท่าระดับ 2F	ตำแหน่งท่าตั้ง 3F	ตำแหน่งท่าเหนือศีรษะ 4F
			
แกนของรอยเชื่อม	แกนของรอยเชื่อมแนวระดับ	แกนของรอยเชื่อมแนวตั้ง	แกนของรอยเชื่อมแนวระดับ

แสดงการต่อนงานต่อตัวที่ ตามมาตรฐาน AWS

และมีลักษณะของชิ้นงานท่อที่มีการต่อนงาน กับหน้าแปลนและการเชื่อมท่อ



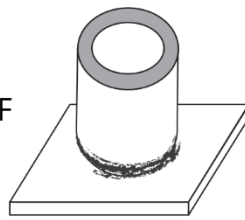
แสดงการเชื่อมงานท่อ



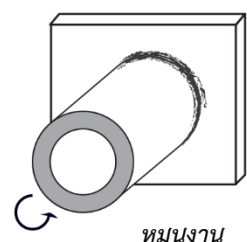
หมุนงาน

1F

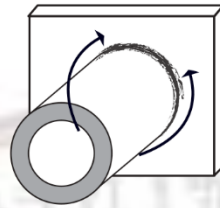
2F



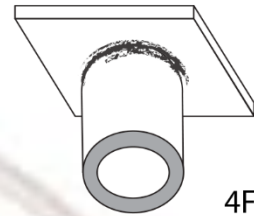
2FR



หมุนงาน

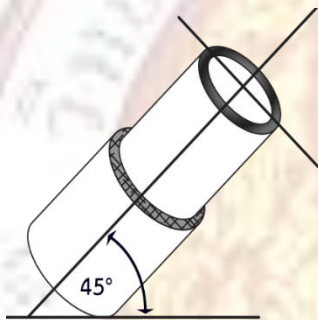


5F

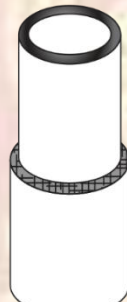


4F

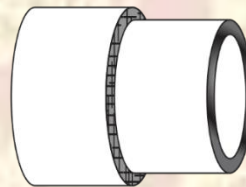
แสดงตำแหน่งท่าเชื่อมต่อกับหน้าแปลน



1F



2F



2FR (หมุนท่อ)



4F

แสดงตำแหน่งท่าเชื่อมท่อต่อสวม

ซึ่งมาตรฐาน AWS และมาตรฐาน ISO ได้แสดงเปรียบเทียบใช้ร่วมกันในตาราง

AWS according to ASME section IX EN according to ISO 6947, NEN-EN 287				Welding positions according to EN 26947	
AWS: 1G EN: PA	AWS: 1F EN: PA	AWS: 1G EN: PA	AWS: 2F EN: PB	PA	PB

AWS according to ASME section IX EN according to ISO 6947, NEN-EN 287				Welding positions according to EN 26947	
AWS: 2G EN: PC	AWS: 2F EN: PB	AWS: 2G EN: PC	AWS: 2F EN: PB	PC	PB
AWS: 3G EN: PG (down) PF (up)	AWS: 3F EN: PG (down) PF (up)	AWS: 5G EN: PG (down) PF (up)	AWS: 5F EN: PG (down) PF (up)	PF	PG
AWS: 4G EN: PE	AWS: 4F EN: PD	AWS: 6G EN: H-L045	AWS: 4F EN: PD	PE	PD

ชนิดรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อม (Joint of Type for Welding)

1. รอยต่อชน (Butt Joint)

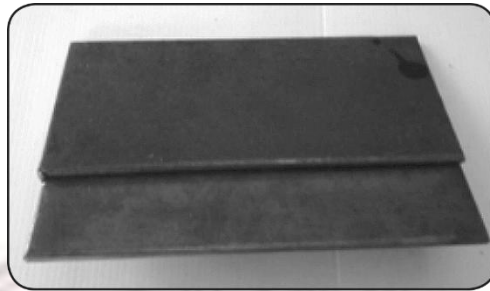
นำขอบของชิ้นงาน 2 ชิ้น มาต่อชนกัน การต่อชนจะเว้นช่องว่างหรือติดกันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน แต่ถ้างานหนามากต้องบากชิ้นงานซึ่งมีการบากมีรูปร่างต่างๆ กัน



แสดงลักษณะรอยต่อชน

2. รอยต่อเกย (Lap Joint)

นำชิ้นงาน 2 ชิ้นมาซ้อนกันและเชื่อมบริเวณขอบของชิ้นงานที่เกยซ้อนกันอยู่ ข้อดีไม่เสียเวลาในการเตรียมงานมาก การต่อเกยที่ดีควรให้ชิ้นงานวางซ้อนกันแนบสนิทตลอดความยาว



แสดงลักษณะรอยต่อเกย

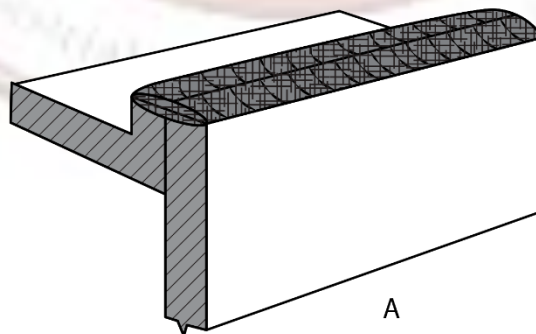
3. รอยต่อมุม (Corner Joint)

รอยต่อชนิดนี้ต่อโดยการนำขอบชิ้นงานทั้งสองมาวางตั้งฉากกัน ลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมสามารถเชื่อมได้ทั้งมุมภายนอกและมุมภายใน



4. รอยต่อขอบ (Edge Joint)

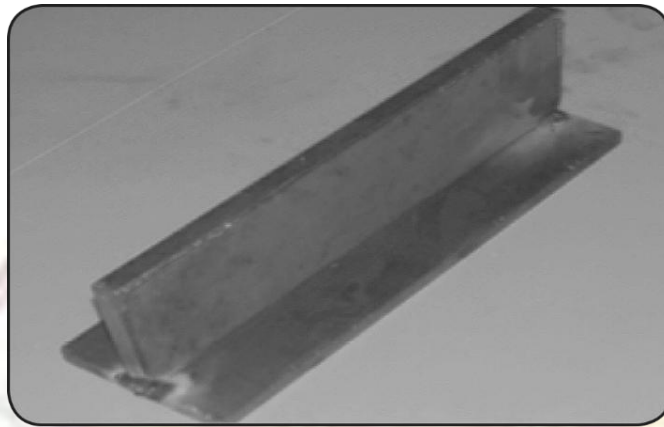
รอยต่อชนิดนี้นำขอบของชิ้นงานมาชนกันโดยทั่วไปใช้ออกแบบกับงานบางๆ และไม่ต้องการเติมลวด ใช้กับการเชื่อมแก๊สประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย



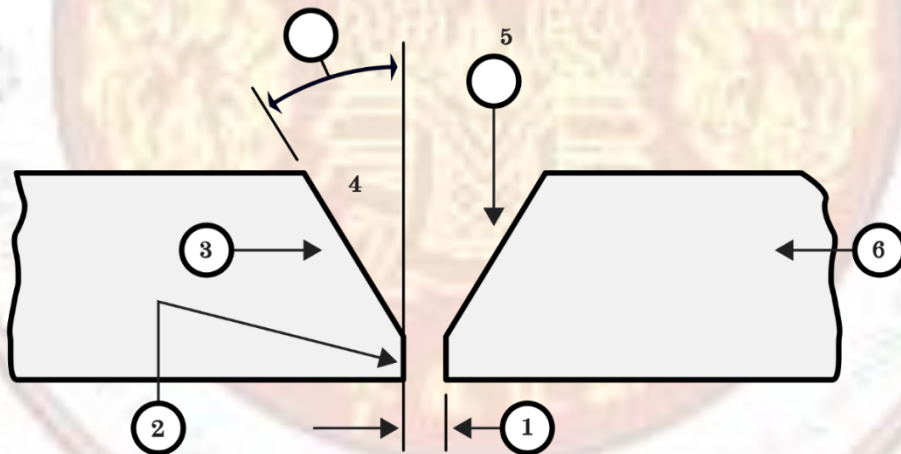
แสดงลักษณะรอยต่อขอบ

5. รอยต่อรูปตัวที (T Joint)

รอยต่อชนิดนี้นำชิ้นงานชิ้นหนึ่งวางลงบนชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งลักษณะคล้ายกับตัวที รอยต่อรูปตัวทีนิยมใช้กันมากในงานเชื่อมต่างๆ ไป



แสดงลักษณะรอยตัวที



1. Root Opening (RO) : ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับรอยต่อทั้งสอง
2. Root Face (RF) : ผิวหน้าของรอยต่อของชิ้นงานทั้งสอง
3. Grove Face (GF) : ผิวหน้าเอียงของรอยต่อชิ้นงาน
4. Bevel Angle (BA) : มุมบากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว
5. Grove Angle (GA) : มุมบากร่องของชิ้นงานทั้งสอง
6. Thickness (T) : ความหนาของชิ้นงาน

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1.ตำแหน่งท่าเชื่อมใดควบคุมบ่อหลอมละลายได้ยากที่สุด

- ก. ท่าราบ
- ข. ท่าระดับ
- ค. ท่าตั้งเชื่อมขึ้น
- ง. ท่าตั้งเชื่อมลง
- จ. ท่าเหนือศีรษะ

2.Flat Position คือตำแหน่งท่าเชื่อมใด

- ก. ท่าราบ
- ข. ท่าระดับ
- ค. ท่าตั้งเชื่อมขึ้น
- ง. ท่าตั้งเชื่อมลง
- จ. ท่าเหนือศีรษะ

3.รอยต่อในงานเชื่อมมีกี่ประเภท

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4
- จ. 5

4.ท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 ท่าเหนือศีรษะใช้สัญลักษณ์ใด

- ก. PC
- ข. PF
- ค. PA
- ง. PE
- จ. PB

5.ท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 สำหรับเชื่อมต่อตัวที (T-Joint) ในตำแหน่งท่าราบใช้สัญลักษณ์ใด

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ก. PA | ข. PF | |
| ค. PE | ง. PC | จ. PB |

6. ตำแหน่งทำเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 สัญลักษณ์ PG ตรงกับทำเชื่อมในข้อใด

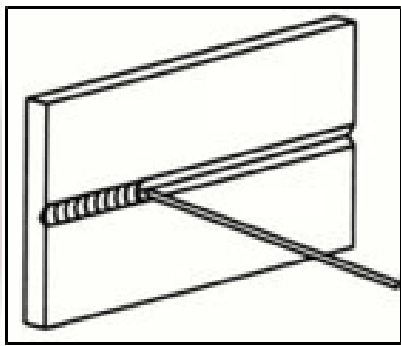
- ก. 2G ข. 3G
ค. 4G ง. 5G จ. 6G

7. Corner Joint คือรอยต่อแบบใด

- ก. ต่อชน ข. ต่อมุม
ค. ต่อเกย ง. ต่อขอบ จ. ต่อตัวที่

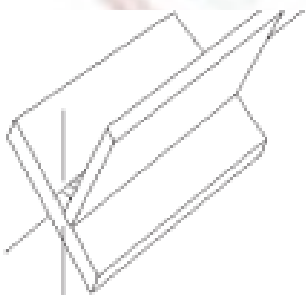
8. Thickness มีความหมายว่าอย่างไร

- ก. ความหนาของชิ้นงาน
ข. มุมปากของชิ้นงานทั้งสอง
ค. มุมปากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว
ง. ผิวหน้าของรอยต่อชิ้นงานทั้งสอง
จ. ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับรอยต่อทั้งสอง



9. จากรูปข้างบน คือการเชื่อมในตำแหน่งใด

- ก. 5G, PG ข. 2G, PC
ค. 3G, PG ง. 6G, PD จ. 6G, H-L045



10. จากรูปข้างบน คือการเชื่อมในตำแหน่งใด

- ก. 1F ข. 2F
ค. 3F ง. 1G จ. 2G

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ตำแหน่งท่าเชื่อมใดควบคุมบ่อหลอมละลายได้ยากที่สุด

- ก. ท่าราบ
- ข. ท่าระดับ
- ค. ท่าตั้งเชื่อมขึ้น
- ง. ท่าตั้งเชื่อมลง
- จ. ท่าเหนือศีรษะ

2. Flat Position คือตำแหน่งท่าเชื่อมใด

- ก. ท่าราบ
- ข. ท่าระดับ
- ค. ท่าตั้งเชื่อมขึ้น
- ง. ท่าตั้งเชื่อมลง
- จ. ท่าเหนือศีรษะ

3. รอยต่อในงานเชื่อมมีกี่ประเภท

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4
- จ. 5

4. ท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 ท่าเหนือศีรษะใช้สัญลักษณ์ใด

- ก. PC
- ข. PF
- ค. PA
- ง. PE
- จ. PB

5. ท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 สำหรับเชื่อมต่อตัวที (T-Joint) ในตำแหน่งท่าราบใช้สัญลักษณ์ใด

- ก. PA
- ข. PF
- ค. PE
- ง. PC
- จ. PB

6. ตำแหน่งท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 สัญลักษณ์ PG ตรงกับท่าเชื่อมในข้อใด

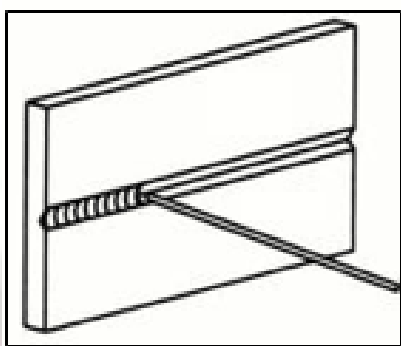
- ก. 2G
- ข. 3G
- ค. 4G
- ง. 5G
- จ. 6G

7. Corner Joint คือรอยต่อแบบใด

- ก. ต่อชน ข. ต่อมุม
ค. ต่อเกย ง. ต่อขอบ จ. ต่อตัวที่

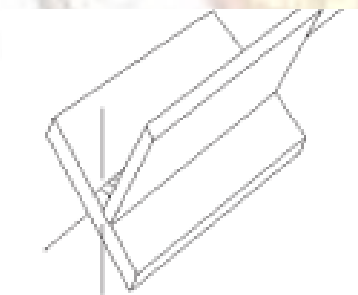
8. Thickness มีความหมายว่าอย่างไร

- ก. ความหนาของชิ้นงาน
ข. มุมปากของชิ้นงานทั้งสอง
ค. มุมบากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว
ง. ผิวหน้าของรอยต่อชิ้นงานทั้งสอง
จ. ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับรอยต่อทั้งสอง



9. จากรูปข้างบน คือการเชื่อมในตำแหน่งใด

- ก. 5G, PG ข. 2G, PC
ค. 3G, PG ง. 6G, PD จ. 6G, H-L045



10. จากรูปข้างบน คือการเชื่อมในตำแหน่งใด

- ก. 1F ข. 2F
ค. 3F ง. 1G จ. 2G

	ใบงาน ที่ 8	หน่วยที่ ... 8
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 1 -2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม	ทฤษฎี 5 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะสแตนเลส (GMAW) เชื่อมไส้ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมไตฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งท่าเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. อธิบายตำแหน่งท่าเชื่อมได้
2. อธิบายชนิดรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมได้
3. อธิบายชิ้นส่วนประกอบของรอยเชื่อมได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 8
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

..

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูและผู้เรียนสนทนากันว่าในกระบวนการเชื่อมลักษณะของตำแหน่งท่าเชื่อมจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน บางกระบวนการเชื่อมไม่สามารถเชื่อมในบางท่าเชื่อมได้ เช่น กระบวนการเชื่อมใต้ฟลักซ์ ไม่สามารถเชื่อมท่าที่ชิ้นงานอยู่ด้านบนของหัวเชื่อมได้ เป็นต้น
2. ครูและผู้เรียนยกตัวอย่างการต่อเครื่องขยายเสียงเพื่อใช้ในการงานลักษณะต่างๆ ที่คุ้นเคยหรือพบเห็นทั่วไป

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง **ตำแหน่งท่าเชื่อม และรอยต่อ** ตามหัวข้อดังนี้

- **ตำแหน่งท่าเชื่อม**

ในงานเชื่อมโลหะ การจะเชื่อมงานให้ได้รอยเชื่อมที่ดี มีคุณภาพขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายอย่าง และในหนึ่งปัจจัยนั้นคือตำแหน่งท่าเชื่อม ซึ่งตำแหน่งท่าเชื่อมที่ใช้ มีอยู่ด้วยกัน 4 ท่าดังนี้

1. ท่าราบ (Flat Position)
2. ท่าระดับ (Horizontal Position)
3. ท่าตั้ง (Vertical Position)
4. ท่าเชื่อมเหนือศีรษะ (Overhead Position)

- **ชนิดรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อม**

รอยต่อคือการทำให้ชิ้นงานตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไปมาต่อเข้าด้วยกัน รอยต่อในงานเชื่อมแบ่งออกได้ 5 แบบดังต่อไปนี้

1. รอยต่อชน (Butt Joint)
2. รอยต่อเกย (Lap Joint)
3. รอยต่อมุม (Corner Joint)
4. รอยต่อขอบ (Edge Joint)
5. รอยต่อรูปตัวที (T Joint)

- **ชิ้นส่วนประกอบของรอยเชื่อม**

1. Root Opening (RO) : ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับรอยต่อทั้งสอง
2. Root Face (RF) : ผิวหน้าของรอยต่อของชิ้นงานทั้งสอง
3. Groove Face (GF) : ผิวหน้าเอียงของรอยต่อชิ้นงาน
4. Bevel Angle (BA) : มุมบากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว
5. Groove Angle (GA) : มุมบากร่องของชิ้นงานทั้งสอง
6. Thickness (T) : ความหนาของชิ้นงาน

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 10 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 10 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 10 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ตำแหน่งท่าเชื่อม มีท่ามาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมอยู่ 4 ท่า ดังนี้คือ ท่าราบ ท่าระดับ ท่าตั้ง และท่าเหนือศีรษะ และยังมีการกำหนดตำแหน่งท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 ด้วยซึ่งเป็นมาตรฐานสากลที่ใช้กำหนดสัญลักษณ์ของตำแหน่งท่าเชื่อม และยังมีท่าเชื่อมตามแบบของมาตรฐานการเชื่อมอเมริกา (AWS) ทั้งสองมาตรฐานยังได้เปรียบเทียบท่าเชื่อมให้เห็นการใช้งานร่วมกัน รวมทั้งรื้อต่อแบบต่างๆ ที่ใช้ในงานเชื่อมต้องมีการกำหนดให้ชัดเจน และเรียกชื่อแต่ละส่วนให้ถูกต้อง

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 8
รายวิชา กระบวนการเชื่อม รหัสวิชา 30103-0001
เรื่อง ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	ด้านคุณธรรม จริยธรรม เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	ด้านทักษะการปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสัญญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 8 เรื่อง ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อม

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ - นามสกุล	การแสดงผลพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																รวมคะแนน				
		การสนใจเรียน				การแสดงความคิดเห็น				การตอบคำถาม				การยอมรับฟังคนอื่น					ทำงานตามที่ครูมอบหมาย			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		4	3	2	1
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

- ดีมาก = 4 สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยในชั้น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 90 - 100%
- ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70 - 89%
- ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50 - 69 %
- ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ลงชื่อครูผู้สอนสังเกต
 (.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 9
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะ แกสคลุม (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้อฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้ เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับ ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความ ปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการดำเนินงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.1 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการ ดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้

1.18 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการใน การ

ติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้

1.19 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการใน การ

รื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี

2. สานิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการใน การปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง

3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการ ปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎข้อบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน
2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ
2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. อธิบายลักษณะรอยเชื่อมตามมาตรฐานได้
2. อธิบายจุดบกพร่องของรอยเชื่อมได้
3. อธิบายขอบเขตมาตรฐานสากล ISO 5817 ได้
4. อธิบายการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตา AWS D1.1 ได้
5. อธิบายจุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
6. อธิบายจุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม
7. อธิบายจุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. สารการเรียนรู้

1. ลักษณะรอยเชื่อมตามมาตรฐาน
2. จุดบกพร่องของรอยเชื่อม
3. ขอบเขตมาตรฐานสากล ISO 5817
4. การตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตา AWS D1.1
5. จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
6. จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม
7. จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวว่า “ในงานเชื่อมรอยเชื่อมที่ไม่มีจุดบกพร่องคือรอยเชื่อมมาตรฐาน แต่การจะบอกรอยเชื่อมแบบไหนมีมาตรฐานที่ดีหรือความพอใจระดับไหนทำได้ยาก เนื่องจากความยากง่ายของงานเชื่อมไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงต้องกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของรอยเชื่อมเอาไว้”

2. ครูสรุปว่าในสัปดาห์นี้จะเรียนเรื่อง **ลักษณะรอยเชื่อมตามมาตรฐานลักษณะจุดบกพร่อง สาเหตุและวิธีการแก้ไข**

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง **ลักษณะรอยเชื่อมตามมาตรฐานลักษณะจุดบกพร่อง สาเหตุและวิธีการแก้ไข** ตามหัวข้อดังนี้

- **ลักษณะรอยเชื่อมตามมาตรฐาน**

รอยเชื่อมมาตรฐานคือรอยเชื่อมที่ไม่มีข้อบกพร่องต่างๆ เกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความยากง่ายของงาน เช่น ท่อส่งแก๊ส ท่อส่งน้ำมัน เป็นต้น เกณฑ์การพิจารณาการกำหนดคุณภาพของรอยเชื่อมมีอยู่หลายมาตรฐาน เช่น ISO 5817 AWS D1.1 ซึ่งมาตรฐาน ISO 5817 ได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ (ประเทศไทย) โดยแบ่งคุณภาพออกเป็น 3 ระดับ คือ B , C และ D โดยมีความหมายดังนี้

B คือ มาตรฐานระดับดี

C คือ มาตรฐานระดับปานกลาง

D คือ มาตรฐานระดับต่ำสุด

- **จุดบกพร่องของรอยเชื่อม**

จุดบกพร่องของรอยเชื่อมจะส่งผลต่อคุณภาพของรอยเชื่อม เมื่อเชื่อมงานเสร็จแล้วการประกอบชิ้นงานไม่ได้ตามแบบที่กำหนดไว้อันเนื่องมาจากข้อบกพร่องจากรอยเชื่อมที่ทำให้ชิ้นงานเปลี่ยนแปลงรูปร่างมีการขยายตัว มีการบิดงอ ฯลฯ

- **ขอบเขตมาตรฐานสากล ISO 5817**

มาตรฐานสากล ISO 5817 ฉบับนี้ แบ่งการพิจารณาระดับคุณภาพรอยเชื่อมตามสภาพของจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นบนรอยต่องานเชื่อมเหล็กกล้าด้วยการอาร์กออกเป็น 3 ระดับ แต่ละระดับจะระบุถึงแนวทางการพิจารณาขอบเขตข้อกำหนดจุดบกพร่องที่ปรากฏขึ้นกับรอยเชื่อมอย่างชัดเจน ซึ่งจะสามารถแบ่งแยกคุณภาพของงานเชื่อมที่ผลิตได้จริง

- การตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตา AWS D1.1
- จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
- จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม
- จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสแก๊สคลุม

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 11 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 11 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 11 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. สื่อ VDO Power Power และ วีดิทัศน์
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. รูปภาพประกอบ
5. เครื่องมือและอุปกรณ์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

- 1.บันทึกการสอน
- 2.ผลงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แผนจัดการเรียนรู้
2. ใบเช็คชื่อเข้าห้องเรียน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. ตรวจใบงาน
3. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้
4. ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

- 5 สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
- 6 การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
4. แบบประเมินกิจกรรมใบงาน
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยครูและผู้เรียนร่วมกัน

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)
4. กิจกรรมใบงาน เกณฑ์ผ่าน คือ 50%
5. แบบประเมินผลการเรียนรู้มีเกณฑ์ผ่าน 50%
6. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 9	หน่วยที่ ... 9
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะแก๊ส (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้อฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. อธิบายลักษณะรอยเชื่อมตามมาตรฐานได้
2. อธิบายจุดบกพร่องของรอยเชื่อมได้
3. อธิบายขอบเขตมาตรฐานสากล ISO 5817 ได้
4. อธิบายการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตา AWS D1.1 ได้
5. อธิบายจุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
6. อธิบายจุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊ส
7. อธิบายจุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมใส่ฟลักซ์ได้
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมใส่ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมใส่ฟลักซ์ได้
4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

ลักษณะรอยเชื่อมตามมาตรฐาน

รอยเชื่อมมาตรฐาน คือ รอยเชื่อมที่ไม่มีข้อบกพร่องต่างๆ เกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความยากง่ายของงาน เช่น ท่อส่งแก๊ส ท่อส่งน้ำมัน เป็นต้น เกณฑ์การพิจารณาการกำหนดคุณภาพของรอยเชื่อมมีอยู่หลายมาตรฐาน เช่น ISO 5817 AWS D1.1 ซึ่งมาตรฐาน ISO 5817 ได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ (ประเทศไทย) โดยแบ่งคุณภาพออกเป็น 3 ระดับ คือ B , C และ D โดยมีความหมายดังนี้

B คือ มาตรฐานระดับดี

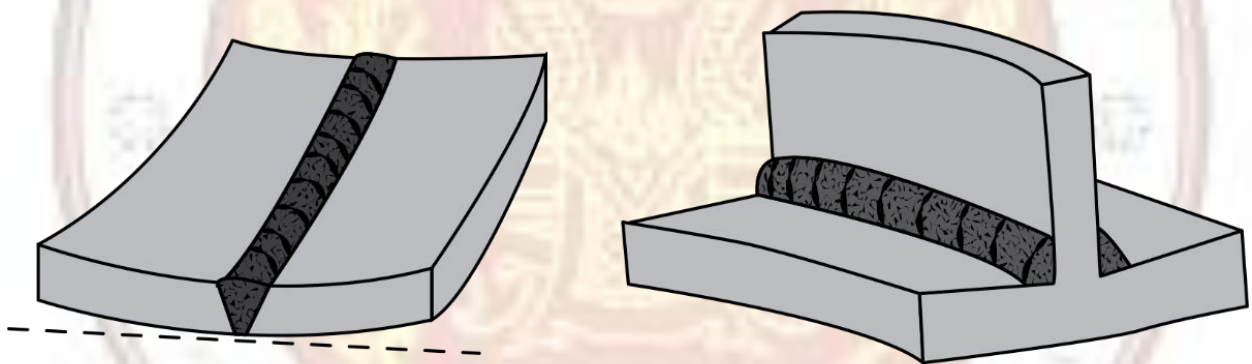
C คือ มาตรฐานระดับปานกลาง

D คือ มาตรฐานระดับต่ำสุด

จุดบกพร่องของรอยเชื่อม

1. การบิดตัว (Distortion)

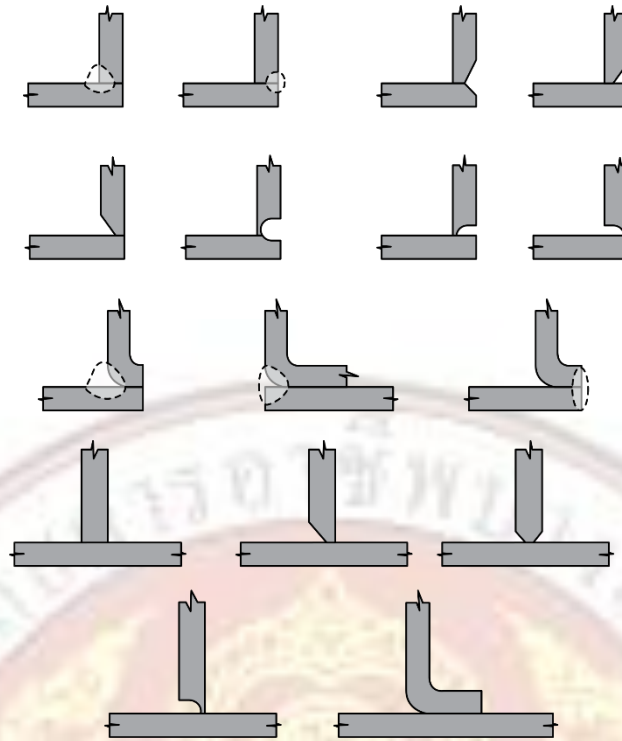
การบิดตัวของชิ้นงานอันเกิดมาจากรอยเชื่อม เนื่องมาจากการเชื่อมซึ่งใช้ความร้อนในขณะเชื่อมสูงมาก ทำให้ชิ้นงานเกิดการหลอมละลายและเกิดการขยายตัว เมื่อการเชื่อมเสร็จชิ้นงานจะเริ่มเย็นก็เกิดการหดตัว ทำให้เกิดความเค้นในชิ้นงานจำนวนมาก ถึงชิ้นงานจะเย็นตัวจนสู่สภาวะปกติ ซึ่งความเค้นที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้ชิ้นงานบิดงอ



แสดงลักษณะการบิดงอของชิ้นงาน

2. การเตรียมรอยต่อไม่ถูกต้อง (Incorrect Joint Preparation)

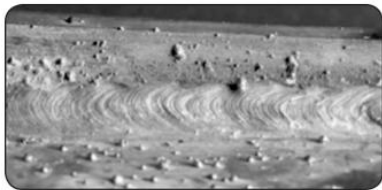
รอยต่อที่ใช้ในการต่อชิ้นงาน จะต้องเตรียมรอยต่อให้ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งถ้าเตรียมรอยต่อไม่ดีส่งผลให้ชิ้นงานเกิดการบิดงอ การซึมลึกไม่สมบูรณ์ การเชื่อมทับรอยเชื่อมหลายๆ รอยในการเตรียมรอยต่อที่ไม่ดีจะเกิดความร้อนสะสมมากและทำให้ชิ้นงานเกิดการบิดงอ ดังนั้นจะต้องบากรอยต่อและตกแต่งรอยต่อให้เหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน



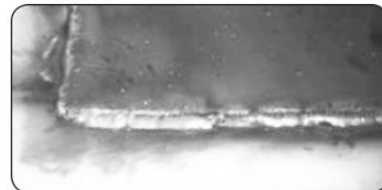
แสดงลักษณะการเตรียมรอยต่อที่ถูกต้อง

3. ขนาดของรอยเชื่อมไม่ถูกต้อง (Incorrect Weld Size)

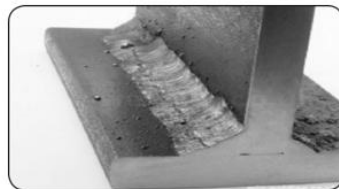
รอยเชื่อมที่ไม่ถูกต้อง ก่อให้เกิดผลเสียต่อสมบัติของงานเชื่อม ดังนั้นต้องเชื่อมให้ได้รอยเชื่อมที่มีขนาดตามมาตรฐานที่กำหนดไว้



(ก) ขนาดของรอยเชื่อมที่ไม่ถูกต้อง



(ข) รอยเชื่อมที่ไม่เต็มตามรอยต่อของงาน

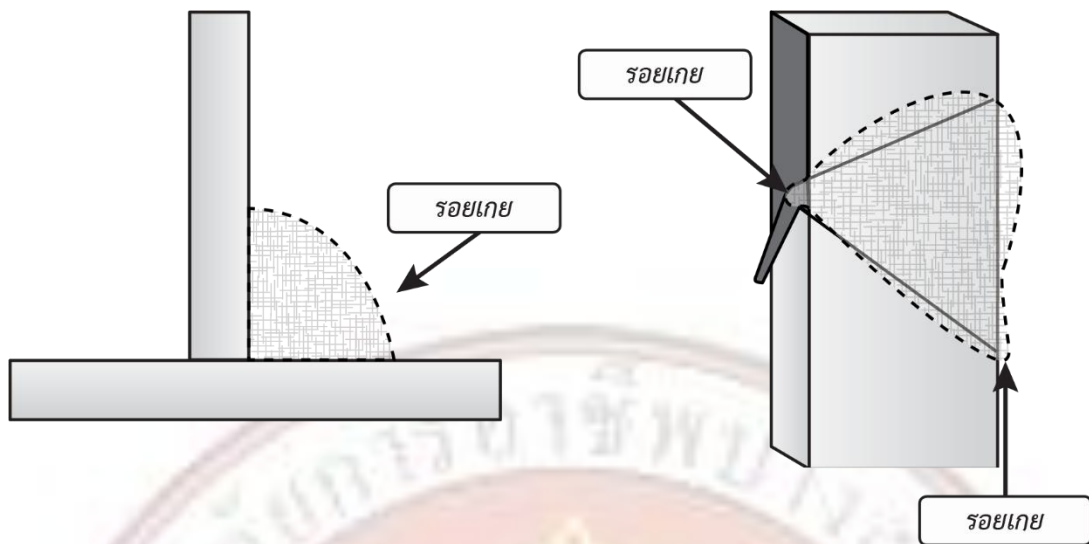


(ค) รอยเชื่อมที่ไม่เต็มตามรอยต่อของงาน

รูปร่างลักษณะของรอยเชื่อมไม่ถูกต้อง (Incorrect Weld Profile)

รูปร่างลักษณะรอยเชื่อมที่ไม่ถูกต้อง อาจเกิดมาจากหลายสาเหตุ ซึ่งแต่ละสาเหตุก็สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ โดยมีสาเหตุดังนี้

4.1 รอยเกย (Overlap) เป็นลักษณะของรอยเชื่อมที่หลอมละลายยึดติดกับชิ้นงานไม่ดีและนูนสูงกว่าผิวของชิ้นงานมากเกินไป ทำให้เกิดข้อได้รอยเชื่อมเดิมซึ่งจะเป็นแหล่งสะสมความเค้น



แสดงลักษณะรอยเกย (Overlap)

4.2 รอยแห้วขอบรอยเชื่อม (Undercut) เป็นลักษณะของรอยเชื่อมที่ยุบตัวต่ำลง อาจจะมีสาเหตุมาจากการไหลย้อนของน้ำโลหะที่หลอมละลาย หรือในกรณีที่เชื่อมฟิลเล็ท อาจจะเคลื่อนลวดเชื่อมเร็วเกินไปทำให้รอยเชื่อมไม่เต็ม



แสดงลักษณะรอยแห้วขอบรอยเชื่อม (Undercut)

ขอบเขตมาตรฐานสากล ISO 5817

มาตรฐานสากล ISO 5817 ฉบับนี้ แบ่งการพิจารณาระดับคุณภาพรอยเชื่อมตามสภาพของจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นบนรอยต่องานเชื่อมหลักกล้าด้วยการอาร์กออกเป็น 3 ระดับ แต่ละระดับจะระบุถึงแนวทางการพิจารณาขอบเขตข้อกำหนดจุดบกพร่องที่ปรากฏขึ้นกับรอยเชื่อมอย่างชัดเจน ซึ่งจะสามารถแบ่งแยกคุณภาพของงานเชื่อมที่ผลิตได้จริง

มาตรฐานฉบับนี้สามารถนำไปใช้กับงาน :

- ชิ้นงานเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสม
- กระบวนการเชื่อมตามมาตรฐานสากล ISO 4063 ดังนี้
 11. การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shieldmetal Arc Welding)
 12. การเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerge Arc Welding)
 13. การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (Gas Shield Metal Arc Welding)
 14. การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (Gas Tungsten Arc Welding)
 15. การเชื่อมพลาสมา (Plasma Arc Welding)
 16. การเชื่อมแก๊สออกซิเจน-แก๊สเชื้อเพลิง (Oxy-Fuel Gas Welding) สำหรับเหล็กเท่านั้น
- กระบวนการเชื่อมด้วยมือ การเชื่อมแบบเครื่องอัตโนมัติ (MMAW, Mechanized, and Automatic Process)
- งานเชื่อมแบบต่อชน งานเชื่อมแบบฟิลเลต และต่อแยกสาขา (Branch Connections)
- ความหนาของชิ้นงานตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร ถึง 63 มิลลิเมตร
- การเชื่อมทุกท่าเชื่อม (All Welding Position)

ขนาดต่างๆ ที่ระบุเป็นอักษรย่อที่ใช้แทนขนาดของจุดบกพร่องในรอยเชื่อมตามมาตรฐานฉบับนี้ เป็นสิ่งสำคัญในการประเมินผลซึ่งกำหนดขอบเขตในการตรวจวัดไว้ประกอบการพิจารณา

มาตรฐานสากล ISO 5817 ฉบับนี้ไม่ครอบคลุมถึงสภาพโลหะวิทยา เช่น ขนาดของเกรนความแข็งของผิว

การอ้างอิงมาตรฐานอื่นๆ (Normative References)

ข้อความต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นมาตรฐานนี้ จะรวบรวมเหตุผลในการอ้างอิงที่จำเป็นในการตรวจผล หรือกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาจุดบกพร่องต่างๆ จากมาตรฐานฉบับอื่นๆ โดยจะนำเหตุและผลจากมาตรฐานเหล่านั้นเข้าสู่ที่ประชุมทางมาตรฐานเทคนิค ISO/TC 44 และอนุกรรมการที่ SC 10 พิจารณากำหนดมาตรฐานและความเป็นไปได้ในการไปประยุกต์ใช้งานจริงและนำผลมติที่ประชุมมาระบุขอบเขตข้อกำหนดในการตรวจผลที่ได้รับบรรจุในมาตรฐาน และนำเสนอเพื่อขออนุมัติโดยใช้สมาชิกจาก IEC (International Electrotechnical Commission) และ ISO พิจารณารับรองว่าสามารถใช้งานได้เหมาะสมกับสภาวะปัจจุบัน

มาตรฐานฉบับอื่นๆ ที่สามารถนำมาอ้างอิงในการใช้งาน :

ISO 2553 : 1992 ว่าด้วยสัญลักษณ์การเชื่อมแบบหลอมละลาย การบัดกรีและการบัดกรีแข็ง

ISO 4063 : 1998 ว่าด้วยกระบวนการเชื่อม ศัพท์และกระบวนการหมายเลขอ้างอิง

ISO 6520 -1: 1998 ว่าด้วยลักษณะความไม่สมบูรณ์ที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมแบบหลอมละลายพร้อม

คำอธิบาย ส่วนที่หนึ่ง

ISO/TC คือ คณะกรรมการมาตรฐานทางเทคนิค (Technical Committee)

44 คือ เกี่ยวข้องกับงานเชื่อม

โครงสร้างของ ISO/TC 44 การเชื่อมและกระบวนการที่เกี่ยวข้องการเชื่อม

WG 1	Underwater welding (dormant)
WG 3	Brazing materials and processes
WG 4	Welding and brazing in aerospace
SC 3	Welding consumables
SC 5	Testing and inspection of welds
SC 6	Resistance welding and allied mechanical joining
SC 7	Representation and terms
SC 8	Equipment for gas welding, cutting and allied processes
SC 9	Health and safety
SC 10	Unification of requirements in the field of metal welding
SC 11	Qualification requirements for welding and allied processes personnel
SC 12	Soldering materials

คำนิยามที่ใช้ (Definitions)

เพื่อการนำมาตรฐานนี้ไปใช้อย่างถูกต้อง

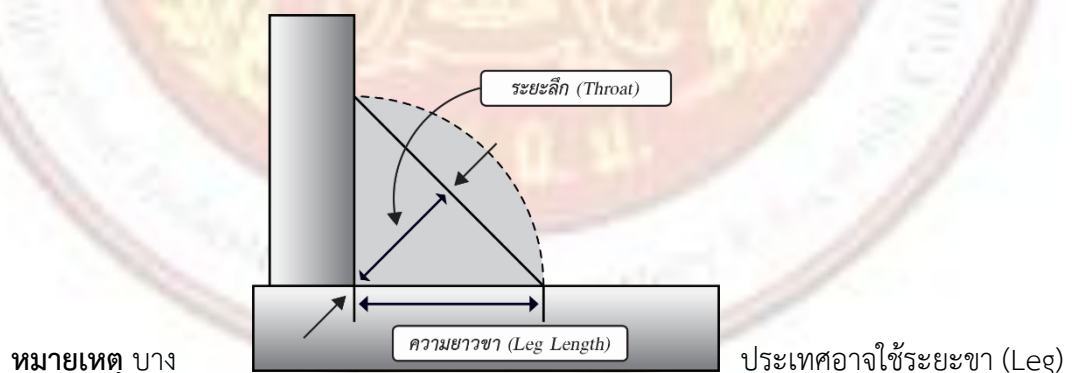
1. ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ (Fitness-for-purpose)

ความสามารถของผลิตภัณฑ์ กระบวนการที่ถูกออกแบบนำไปใช้ภายใต้วัตถุประสงค์ของการออกแบบการนำไปใช้งานต้องอยู่ในสภาวะเงื่อนไขการออกแบบ กรณีที่ขึ้นงานเกิดการเสียหาย ปรากฏรอยแตกหรือพังลง น่าจะเกิดจากการนำชิ้นงานไปใช้งานเกินกำลัง ผิดวัตถุประสงค์ของการออกแบบ ผู้ใช้งานควรคำนึงถึงสภาวะการใช้งานว่าถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบหรือไม่

2. ความหนาของรอยเชื่อม (Butt Weld Thickness)

2.1 ความหนาของรอยเชื่อมฟิลเลต (Fillet Weld Thickness)

a ; ค่าระยะลึกปกติ (Normal Throat) หมายถึง ระยะความสูงจากส่วนที่ลึกที่สุดของกันมุมถึงเส้นระยะลึก (throat) ซึ่งสามารถตรวจวัดได้จากรอยเชื่อมภาคตัดขวาง (อ้างอิง ISO 2553)



2.2 ความหนาของรอยเชื่อมต่อน (Butt Weld Thickness)

s ; ระยะการกินลึกของรอยเชื่อมต่อนจากผิวหน้าชิ้นงานถึงส่วนที่ลึกที่สุดของรอยเชื่อม

2.3 จุดบกพร่องสั้น (Short Imperfection)

หมายถึง จุดบกพร่องที่เกิดขึ้นจุดเดียว หรือหลายจุดความยาวรวมกันไม่เกิน 25 มิลลิเมตร จากทุกความยาว 100 มิลลิเมตร

2.4 จุดบกพร่องยาว (long Imperfection)

หมายถึง จุดบกพร่องที่เกิดขึ้นจุดเดียว หรือหลายจุดความยาวรวมกันเกิน 25 มิลลิเมตร จากทุกความยาว 100 มิลลิเมตร

2.5 พื้นที่ของรอยเชื่อม (Projected Area)

หมายถึง พื้นที่ของรอยเชื่อมหาได้จากความยาวของรอยเชื่อม คูณด้วยความกว้างของรอยเชื่อม

2.4 พื้นที่ผิวยรอยแตก (Surface Crack Area)

หมายถึง พื้นที่ของรอยแตกที่จะนำมาพิจารณาหลังจากเกิดรอยแตก

สัญลักษณ์ที่ใช้งาน (Symbols)

ความหมายหรือคำย่อต่างๆ

- a คือ ค่าระยะลึกลับปกติ (Normal Throat) ความหนาของรอยเชื่อมฟิลเล็ท
- b คือ ความกว้างของรอยเชื่อม (Width of weld Reinforce)
- c คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter of Pore)
- h คือ ขนาดจุดบกพร่อง (ความสูงหรือความกว้าง) (Size (height or width) of Imperfection)
- l คือ ความยาวของจุดบกพร่อง (Length of Imperfection)
- s คือ ความยาวของรอยเชื่อมต่อชน
- t คือ ความหนาของชิ้นงาน (Wall or Plate Thickness)
- z คือ ความยาวของขาของรอยเชื่อมฟิลเล็ท (Leg length $Z = a \sqrt{2}$)

การประเมินผลการเชื่อม (Evaluation of welds)

รอยเชื่อมแต่ละจุดจะถูกตรวจสอบ ประเมินผลตามขอบเขตข้อจำกัดของจุดบกพร่องแต่ละชนิดตามสภาพที่เกิดขึ้นจริง ในกรณีที่มีจุดบกพร่องหลายชนิดให้พิจารณาดูอย่างละเอียด

การตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตา AWS D 1.1

การตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตา (Visual Inspection) เป็นกรรมวิธีการตรวจสอบขั้นพื้นฐานสำหรับผู้ทำงานเชื่อม โดยใช้ประเมินผลรอยเชื่อมในการเชื่อมงานโครงสร้างหรือชิ้นส่วนประกอบ โดยประเมินผลจากการตรวจสอบในการยอมรับ (Acceptance) หรือไม่ยอมรับ (Rejection) การตรวจสอบด้วยสายตาสามารถกระทำได้ที่หลายๆ ทำได้ทุกขั้นตอนของการทำงาน ซึ่งจะใช้การตรวจสอบก่อนการเชื่อมและหลังการเชื่อมสิ้นสุดลงซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ง่ายที่สุดและค่าใช้จ่ายน้อยใช้เวลาไม่มาก แต่ผู้ตรวจสอบต้องมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับงานเชื่อมเป็นอย่างดี และต้องมีความรู้เกี่ยวกับเอกสารอ้างอิง (Document) มาตรฐานฝีมือ ซึ่งการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตาตามมาตรฐานการเชื่อม แห่งสหรัฐอเมริกา (AWS D 1.1 Structural Welding Code , Steel)

การตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตาตามงานแผ่น (Visual Inspection) เกณฑ์ยอมรับมีดังนี้

1. ไม่มีรอยแตก
2. โลหะเนื้อเชื่อมกับโลหะงาน (Weld metal and base metal) ต้องหลอมละลายติดกันตลอด

3. รูปร่างรอยเชื่อมต่อเป็นการยอมรับ
4. บ่อหลอมละลายปลายรอยเชื่อม (Crater) ต้องเติมเต็ม
5. ตามดแนวยาว (Piping Porosity) ในรอยต่อฟิลเล็ตจะไม่เกิน 1 จุดในความยาวรอยเชื่อม 4 นิ้ว และขนาดความโต ของเส้น ผ่านศูนย์กลางตามดไม่เกิน $\frac{3}{32}$ นิ้ว

6. รอยกัดขอบในชิ้นส่วนหลักยอมให้ลึกได้ไม่เกิน 0.01 นิ้ว เมื่อรับภาระแรงดึงในแนวขวางในทุกๆ สภาวะของแรงที่มากกระทำสำหรับ รอยเชื่อม ทั่วไปยอมให้มีรอยกัดขอบ ลึกไม่เกิน $\frac{3}{32}$ นิ้ว

7. รอยเชื่อมที่ต้องการซึมลึกเติม สำหรับรอยเชื่อมรับแรงดึงตามแนวขวางไม่ยอมให้เกิดตามดแนวยาว (Piping Porosity) สำหรับรอยต่ออื่นตามแนวยาวยอมให้มีเพียง 1 เดียวในความยาวรอยเชื่อม 4 นิ้วและขนาดความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางตามดไม่เกิน $\frac{3}{32}$ นิ้ว

8. รอยเชื่อมฟิลเล็ตเพียงด้านเดียวยอมให้รอยเชื่อมมีขนาดเล็กกว่าขนาดที่กำหนดไม่เกิน $\frac{1}{32}$ นิ้ว โดยไม่ต้องแก้ไข สัดส่วนของรอยเชื่อมที่เล็กกว่าขนาดกำหนดมีได้ไม่เกิน 10% ของความยาวรอยเชื่อม

9. การตรวจสอบด้วยสายตาเหล็กกล้า จะต้องทำทันทีเมื่อชิ้นงานเย็นลงถึงอุณหภูมิรอบข้างแล้วยกเว้นเหล็กกล้า ASTM A514 และ A517 จะต้องปล่อยชิ้นงานทิ้งไว้อย่างน้อย 48 ชั่วโมง หลังจากเชื่อมเสร็จจึงจะตรวจได้

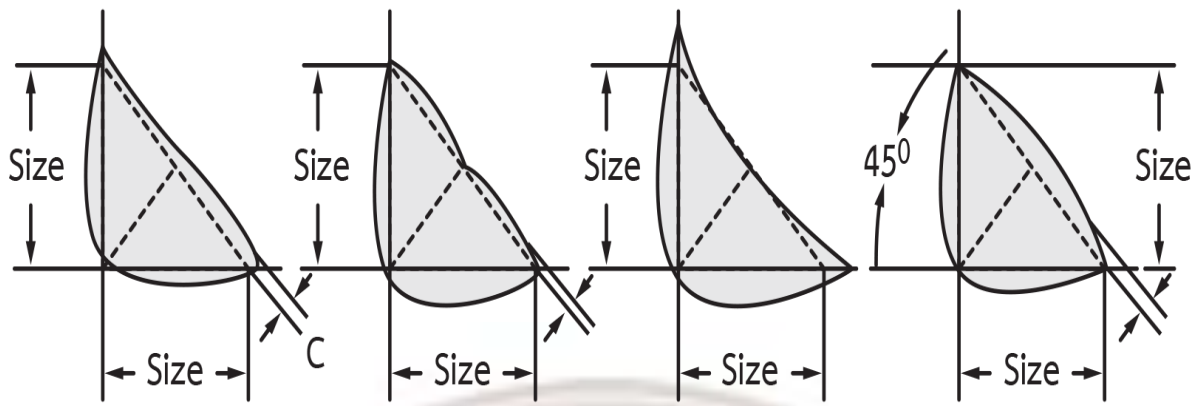
การตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตาตามมาตรฐาน AWS D1.1 เกณฑ์ยอมรับมีดังนี้

1. ไม่มีรอยแตก
2. บ่อหลอมละลายปลายรอยเชื่อม (Crater) ต้องเติมเต็ม
3. ผิวหน้ารอยเชื่อมควรเสมอกับผิวโลหะงาน และรอยเชื่อมควรสม่ำเสมอเข้ากับชิ้นงาน รอยกัดขอบข้างรอยเชื่อม (Undercut) ไม่ควรลึกเกิน $\frac{1}{32}$ นิ้ว ส่วนความนูนไม่ควรเกิน $\frac{1}{8}$ นิ้ว

4. การตรวจสอบรอยเชื่อมยึดใต้ (root) ไม่ควรมีรอยแตก การซึมลึกไม่ดี รอยเว้าของรอยเชื่อมยึดใต้เป็นไปตามข้อกำหนด ความหนาของรอยเชื่อมเท่ากับหรือหนากว่าความหนาของโลหะงาน

5. รอยเว้าสูงสุดของรอยเชื่อมยึดใต้ควรมีขนาดไม่เกิน นิ้ว และรอยหลอมละลายย้อยสุดไม่เกิน นิ้วสำหรับรอยต่อ ที วาย และ เค ต้องให้มีการหลอมละลายทะลุรอยเชื่อมซึมลึกหรือรอยเชื่อมยึดใต้ และจะไม่เป็นสาเหตุของการไม่ยอมรับรอยเชื่อมอื่นๆ

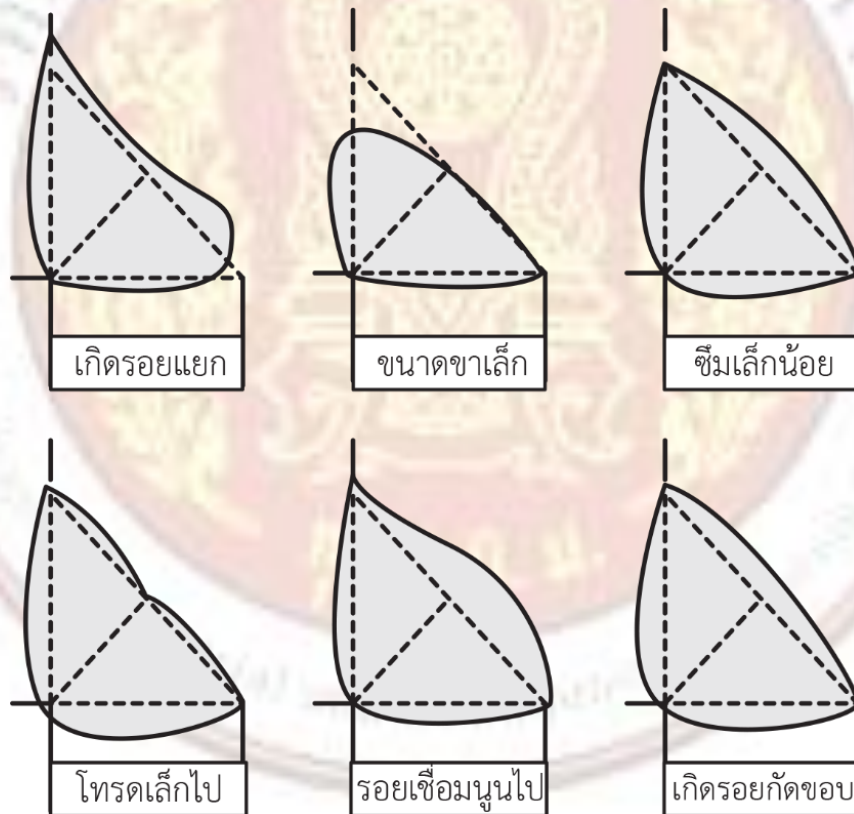
รูปร่างผิวหน้ารอยเชื่อมแบบฟิลเล็ตอาจจะนูนเล็กน้อย หรือโค้งงอและเรียบเสมอ



แสดงรอยเชื่อมฟิลเล็ตที่ยอมรับได้

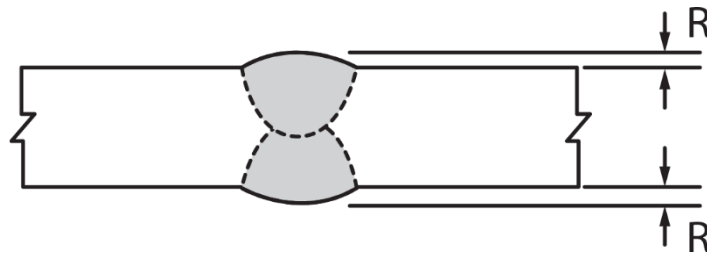
หมายเหตุ ความนูนรอยเชื่อม C ต้องไม่เกิน 0.1 ของขนาดรอยเชื่อมจริง $+ 0.03$ นิ้ว

และรูปร่างรอยเชื่อมฟิลเล็ตที่ไม่ยอมรับ



แสดงรอยเชื่อมฟิลเล็ตที่ไม่ยอมรับ

รอยเชื่อมต่อน ความสูงของรอยเชื่อมต้องสูงไม่เกิน $\frac{1}{8}$ นิ้ว และขอบต่อระหว่างขอบของรอยเชื่อมกับผิวหน้างานเชื่อมควรต่อเข้าด้วยกัน



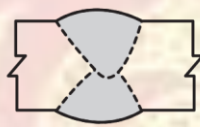
แสดงรอยเชื่อมต่อชนที่ยอมรับ

หมายเหตุความนูนรอยเชื่อม R ต้องไม่เกิน $\frac{1}{8}$ นิ้ว

และรอยเชื่อมต่อชนที่ไม่ยอมรับ



รอยกัดขอบมากเกินไป



เกิดรอยเกย



รอยนูนเกินไป

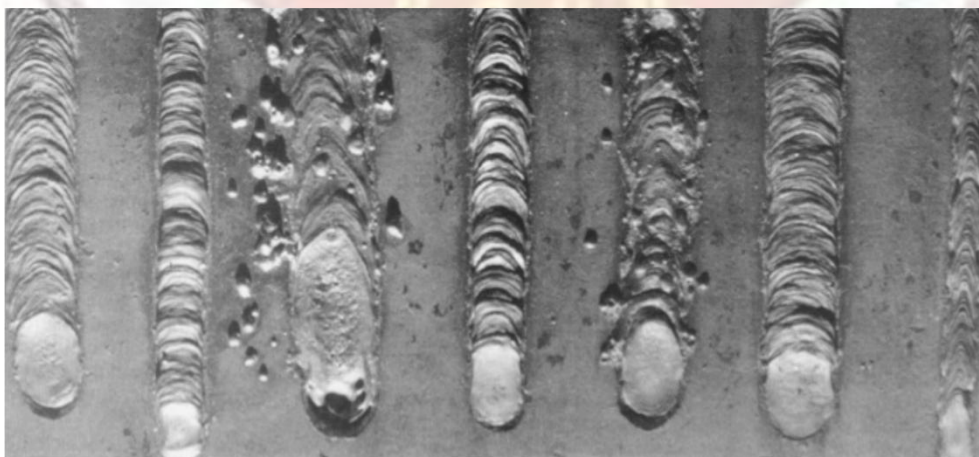


โทรดไม่เพียงพอ

แสดงรอยเชื่อมต่อชนที่ไม่ยอมรับ

จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การที่จะให้รอยเชื่อมเกิดตามแบบที่ต้องการ คือ การจัดจุดบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นที่รอยเชื่อมให้หมดไป ซึ่งในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) มีรอยเชื่อมหลายแบบที่เกิดจากความผิดพลาดต่างๆ เช่น การตั้งกระแสไม่เหมาะสม ความเร็วของการเชื่อมไม่ได้และระยะอาร์กที่ไม่ถูกต้องรอยเชื่อมแบบต่างๆ ของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์



ก

ข

ค

ง

จ

ฉ

ช

จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ก. การตั้งกระแสไฟฟ้า ความเร็ว แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ถูกต้อง

ข. การตั้งกระแสไฟฟ้าต่ำ

ค. การตั้งกระแสไฟฟ้าสูง

ง. ระยะอาร์กต่ำ

จ. ระยะอาร์กสูง

ฉ. ความเร็วการเดินลวดเชื่อมช้า

ช. ความเร็วการเดินลวดเชื่อมเร็ว

การแก้ปัญหาข้อบกพร่องของการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ มีดังนี้

1. เม็ดโลหะกระเด็น (Weld Spatter)

เม็ดโลหะกระเด็นออกมามากไม่มีผลต่อความแข็งแรงของรอยเชื่อม เพียงแต่มองดูไม่สวยงาม และเสียเวลาในการทำความสะอาด

สาเหตุ

1. ปรับกระแสไฟสูงเกินไป
2. ระยะอาร์กสูงเกินไป
3. ใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท
4. ใช้ขั้วไฟฟ้าไม่ถูกต้อง (DCEN , DCEP)
5. เกิดจากการเฉของอาร์กเบน (Arc Blow)

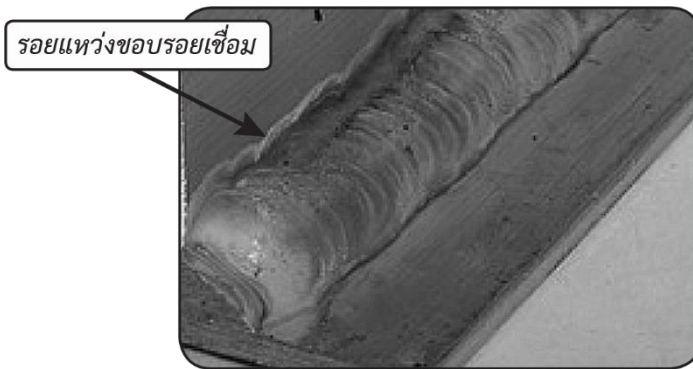
วิธีแก้ไข

1. ใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำลง และต้องให้แน่ใจว่ากระแสไฟเชื่อมอยู่ในช่วงที่ใช้สำหรับชนิดลวดเชื่อม และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อม

2. ใช้ระยะอาร์กต่ำลง
3. ใช้ลวดเชื่อมให้ถูกประเภท ดูชนิดของลวดเชื่อมว่าเป็นชนิดไหน
4. ตรวจสอบขั้วไฟฟ้าให้ถูกต้อง
5. พิจารณองศาประกอบของการเกิดอาร์กเบน (Arc Blow)

2. รอยแห้วขอบรอยเชื่อม (Undercut)

รอยแห้วขอบรอยเชื่อม เป็นลักษณะของรอยเชื่อมที่ยุบตัวต่ำลง ดูไม่สวยงาม และยังมีผลต่อความแข็งแรงของรอยเชื่อม โดยเฉพาะเมื่อรับแรงดึงหรือภาวะความล้า (Fatigue Loading) รอยแห้วขอบรอยเชื่อม



สาเหตุ

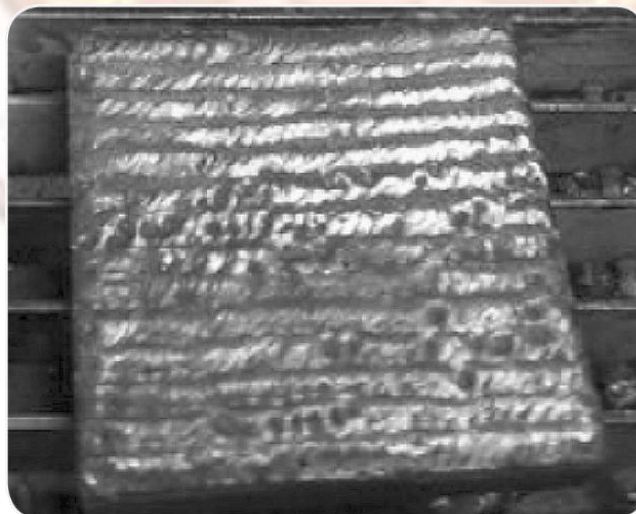
1. ปรับกระแสไฟสูงเกินไป
2. ระยะอาร์กสูงเกินไป
3. เดินลวดเชื่อมเร็วเกินไป
4. มุมลวดเชื่อมไม่ถูกต้อง

วิธีแก้ไข

1. ใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำ
2. ใช้ระยะอาร์กต่ำลง
3. ใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมให้เหมาะสมสม่ำเสมอ
4. เปลี่ยนมุมลวดเชื่อม เพื่อให้แรงอาร์กควบคุมโลหะไว้ที่มุม อย่าสายลวดเชื่อมมากเกินไป

3. รอยเกยรอยเชื่อม (Overlap)

เป็นลักษณะของรอยเชื่อมที่หลอมละลายยึดติดกับชิ้นงานไม่ดีและนูนสูงกว่าผิวของชิ้นงานมากเกินไป



แสดงรอยเกย (Overlap)

สาเหตุ

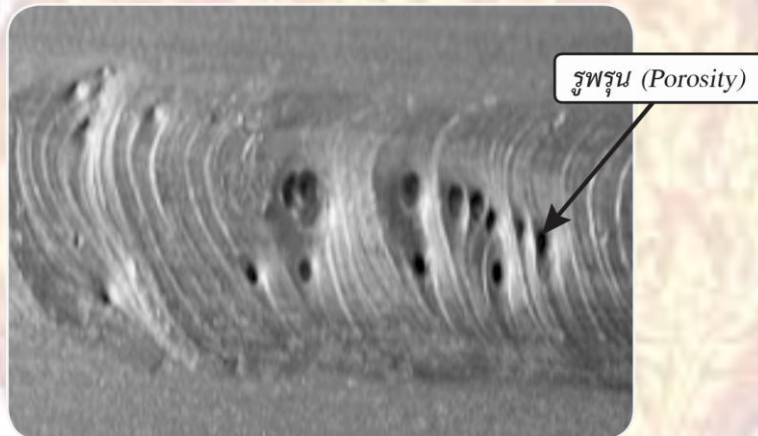
1. เดินลวดเชื่อมซ้ำเกินไป
2. มุมลวดเชื่อมไม่ถูกต้อง
3. ใช้ระยะอาร์กชิดหรือตั้งกระแสไฟต่ำเกินไป

วิธีแก้ไข

1. ใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำ
2. ใช้ระยะอาร์กต่ำลง
3. ปรับระยะอาร์กและตั้งไฟให้ถูกต้อง

4. รูพรุน (Porosity)

รูพรุน (Porosity) จะมีลักษณะเป็นรูเล็กๆ ที่เกิดขึ้นบนหน้ารอยเชื่อมซึ่งมองเห็นได้ และเกิดภายในรอยเชื่อมไม่สามารถมองเห็นได้ ต้องใช้วิธีการตรวจสอบ รูพรุนนี้ถ้าเกิดขึ้นมามากทำให้รอยเชื่อมไม่มีความแข็งแรง ถ้าเกิดขึ้นภายในรอยเชื่อมถ่างงานเป็นลักษณะการส่งถ่านน้ำมันและแก๊สก็จะเกิดการรั่วได้รูพรุนในรอยเชื่อม



รูพรุน (Porosity)

แสดงลักษณะรูพรุน

สาเหตุ

1. ชิ้นงานไม่สะอาด มีสนิม สีเคลือบ ฝุ่นผงต่างๆ
2. บ่อหลอมละลายเย็นตัวเร็วเกินไป
3. ใช้ระยะอาร์กสูง
4. งานที่นำมาเชื่อมมีแมงกานีส หรือมีกำมะถันสูง

วิธีแก้ไข

1. กำจัด สนิม สีเคลือบ ผุ่นผงต่างๆ รวมทั้งสเกลออกจากรอยต่องาน
2. ควบคุมบ่อหลอมละลายไว้ให้อยู่ในสภาพของเหลวให้นานที่สุด เพื่อให้แก๊สในน้ำโลหะลอยตัวหนีออกได้
ทันก่อนที่บ่อหลอมละลายจะเริ่มเย็น
3. ใช้ระยะอาร์กต่ำลง ซึ่งจะใช้กับลวดเชื่อมไฮโดรเจนต่ำ (Low Hydrogen)
4. ถ้าเป็นชิ้นงานที่แมงกานีส หรือมีกำมะถันสูงควรใช้ ลวดเชื่อมไฮโดรเจนต่ำ (Low Hydrogen) ใช้
กระแสไฟต่ำและใช้ความเร็วในการเชื่อมสูงเพื่อให้การซึมลึกต่ำ

5. อาร์กเบน (Arc Blow)

อาร์กเบนคือการเบี่ยงเบนของอาร์ก เกิดจากภาวะไม่สมมาตรของสนามแม่เหล็ก (Magnetic flux) รอบรอย
เชื่อม ซึ่งอาจทำให้รอยเชื่อมยาวกว่าปกติ หรือเบี่ยงเบนไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

สาเหตุ

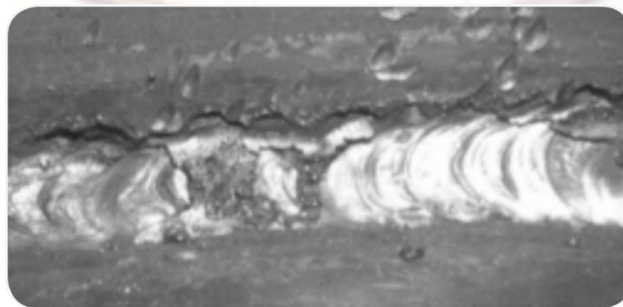
1. ใช้กระแสไฟตรง (DCEP , DSEN)
2. ใช้กระแสไฟสูง ลวดเชื่อมขนาดใหญ่
3. ระยะอาร์กสูง
4. เกิดสนามแม่เหล็กตัดกับการเชื่อม

วิธีแก้ไข

1. เนื่องจากการเกิดอาร์กเบน (Arc Blow) ส่วนมากจะเกิดกับการเชื่อมกระแสตรง หลีกเลียงให้มาใช้
กระแสสลับ
2. ให้ใช้กระแสไฟต่ำและลวดเชื่อมขนาดเล็ก
3. ลดระยะอาร์กให้สั้นลง
4. เปลี่ยนตำแหน่งสายดิน เพิ่มตำแหน่งสายดินให้มีหลายจุด เวลาเชื่อมเริ่มต้นจากที่ใกล้ๆ สายดินออกไป

6. การหลอมละลายไม่ดี (Poor Fusion)

การหลอมละลายไม่ดีคือการที่รอยเชื่อมหลอมละลายติดกับงานไม่ดี เช่น งานตัวทำงานหลอมละลายไม่ติด
กับชิ้นงานทั้ง 2 ด้าน ซึ่งสามารถมองเห็นได้



สาเหตุ

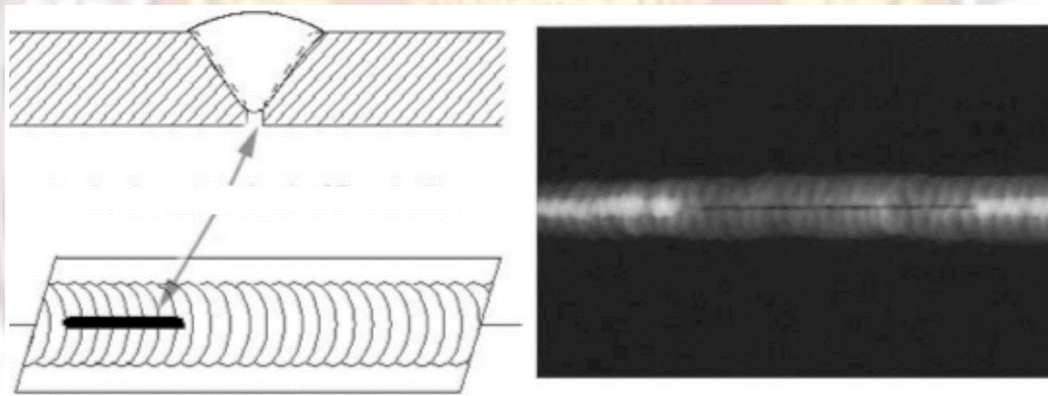
1. ใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำ
2. ชิ้นงานสกปรก
3. ระยะห่างระหว่างชิ้นงานใหญ่ไป

วิธีแก้ไข

1. ใช้กระแสไฟให้สูงขึ้น ใช้เทคนิคการเชื่อมแบบไม่ส่ายลวดเชื่อม
2. ชิ้นงานต้องสะอาด ขอบชิ้นงานที่นำมาต่อต้องทำความสะอาดให้ดี
3. ลดช่องว่างของรอยต่อเพื่อให้เกิดการหลอมละลายที่ดี ไม่เกิดการย้อยของรอยเชื่อม

7. การซึมลึกน้อย (Inadequate Joint Penetration)

การซึมลึกน้อยเป็นลักษณะการซึมลึกที่ไม่สมบูรณ์ สภาพการถ่ายเทความร้อนมีผลต่อข้อบกพร่องชนิดนี้ คือถ้าบริเวณด้านหน้าร้อนจนถึงจุดหลอมละลายก่อนรอยเชื่อม โดยที่ลวดเชื่อมจะหลอมละลายติดกับงานนั้นก่อน และจะทำให้ความร้อนไม่สามารถหลอมละลายชิ้นงานส่วนล่างสุดได้ ลักษณะรอยเชื่อมซึมลึกน้อยเกินไป รอยเชื่อมที่ซึมลึกน้อยไม่เหมาะกับงานที่ต้องรับแรงดึง หรือการดัดงอบริเวณรอยเชื่อมที่ไม่หลอมละลายจะเป็นจุดสะสมความเค้น



สาเหตุ

1. การออกแบบรอยต่อไม่ถูกต้อง
2. ใช้ลวดเชื่อมขนาดใหญ่เกินไป
3. ใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำ เดินลวดเชื่อมเร็วเกินไป

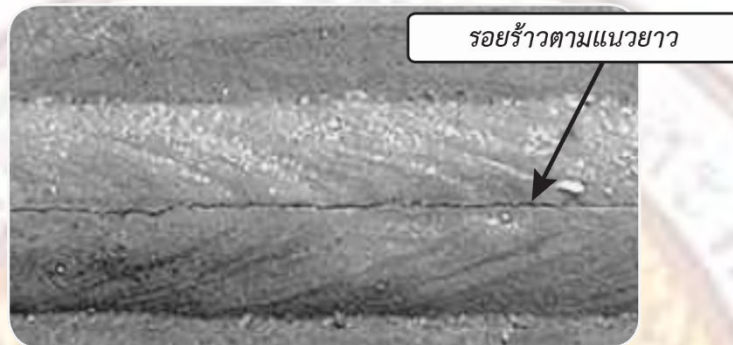
วิธีแก้ไข

1. ออกแบบรอยต่อให้ถูกต้อง ถ้าชิ้นงานหนาต้องบาก 2 ด้านเว้นระยะห่าง เมื่อขนาดให้ถูกต้อง
2. ใช้ลวดเชื่อมขนาดเล็กลงมา
3. ใช้กระแสไฟเชื่อมสูงขึ้นมา และความเร็วของการเดินลวดเชื่อมควรให้พอเหมาะ

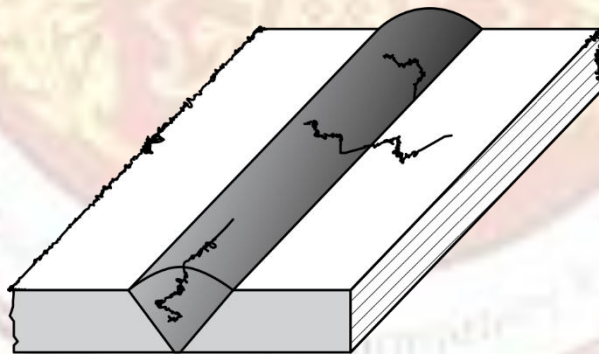
8. การแตกร้าว (Cracks)

การแตกร้าวของรอยเชื่อมเกิดจากเมื่อรอยเชื่อมรับแรงดึงหรือแรงกด การซึมลึกที่ไม่ดี และการหลอมละลายที่ไม่สมบูรณ์ของรอยเชื่อมทำให้เกิดการแตกร้าว และรอยแตกร้าวจะไม่หยุดแค่ตำแหน่งที่เกิดขึ้นแต่จะมีการขยายตัวออกไป จนเป็นเหตุในงานเกิดการแตกขาดและพังทลายได้ การแตกร้าวของงานเชื่อมมักจะเกิดได้ที่บริเวณรอยเชื่อม และบริเวณส่วนที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน รอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นมีด้วยกันอยู่ 3 แบบ ดังนี้

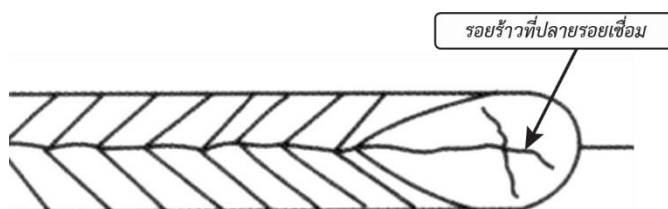
8.1 รอยร้าวตามแนวยาว (Longitudinal Weld Cracks) มักเกิดขึ้นภายในตรงกลางของรอยเชื่อม ซึ่งอาจเกิดต่อเนื่องจากการร้าวบริเวณปลายรอยเชื่อม



8.2 รอยร้าวตามแนวขวาง (Transverse Weld Cracks) เป็นรอยร้าวที่เกิดขึ้นตามขวางกับรอยเชื่อม และอาจกินลึกไปในโลหะชิ้นงาน



8.3 รอยร้าวที่ปลายของรอยเชื่อม (Crator Weld Cracks) เป็นรอยร้าวที่เกิดขึ้นที่ปลายสุดของรอยเชื่อม โดยเฉพาะเมื่อการเชื่อมหยุดชะงักบ่อยๆ ลักษณะการแตกร้าวของรอยเชื่อม



สาเหตุ

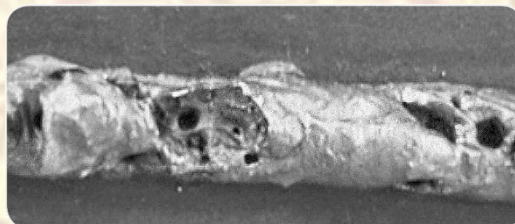
1. ชิ้นงานมีส่วนผสมของคาร์บอนสูง มีธาตุผสมหรือกำมะถันอยู่สูง
2. การควบคุมบ่อหลอมละลายที่ปลายรอยเชื่อมไม่ดี
3. ความเค้นกระจายอยู่ในรอยเชื่อมสูงกว่าความแข็งแรงของชิ้นงาน
4. การเชื่อมทับรอย รอยเชื่อมรอยแรกมีข้อบกพร่องมาก

วิธีแก้ไข

1. ใช้ลวดเชื่อมไฮโดรเจนต่ำ ควรให้ความร้อนแก่ชิ้นงานก่อนเชื่อม (Preheat)
2. ต้องเติมบ่อหลอมละลายรอยเชื่อมให้เต็มโดยใช้เทคนิคการเชื่อมแบบถอยหลัง (Back Stepping) เพื่อไม่ให้บ่อหลอมละลายที่ปลายรอยเชื่อมไม่เต็ม
3. เมื่อเชื่อมเสร็จแล้วควรใช้ค้อนตีรอยเชื่อม (Peening) ขณะที่ร้อนเพื่อเป็นการคลายความเค้น
4. ต้องแน่ใจว่ารอยเชื่อมรอยแรกมีขนาดที่เพียงพอ และต้องขจัดข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนรอยเชื่อมรอยแรก เช่น ตามด รอยเว้าแหว่ง ให้หมดไปเสียก่อนก่อนที่จะทำการเชื่อมทับรอยเชื่อมรอยต่อไป

1. รูพรุน (Porosity)

รูพรุนหรือฟองอากาศที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อม อาจจะอยู่รวมกันหรือกระจายกันตลอด รูพรุนจะทำให้งานไม่แข็งแรง



สาเหตุ

1. อัตราการไหลของแก๊สที่มากคลุมไม่เพียงพอ
2. ชิ้นงานและลวดเชื่อมสกปรก เนื่องจากมีฝุ่น จาระบีและสนิม
3. มีลมแรงเป่าแก๊สที่มากคลุมกระจายออกไป
4. มีระยะโผล่ของลวดเชื่อมมากเกินไป
5. ใช้ลวดเชื่อมชนิดหรือเชื่อมทับรอยเชื่อมที่ใช้ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เชื่อม

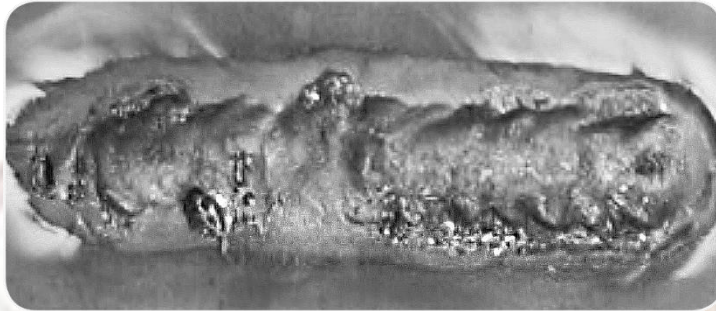
วิธีแก้ไข

1. ปรับอัตราการไหลของแก๊สที่ปกคลุมเพิ่มขึ้นให้อยู่ระหว่าง 15 – 20 ลิตรต่อนาที
2. ทำความสะอาดชิ้นงานให้ปราศจากมีฝุ่น จาระบีและสนิม ส่วนลวดเชื่อมที่เป็นสนิมก็ให้ตัดทิ้ง
3. ถ้าเชื่อมที่ลมแรงให้หาอุปกรณ์ที่มบบังลมไม่ให้ลมพัดแก๊สที่ปกคลุมออกไป

4. ปรับระยะโผล่ของลวดเชื่อมให้สั้นลง
5. ห้ามใช้ลวดเชื่อมมิกเชื่อมทับรอยเชื่อมลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

2. การซึมลึกมากเกินไป (Excessive Penetration)

การซึมลึกมากเกินไปส่วนใหญ่เกิดจากการเชื่อมงานที่เป็นรอยต่อ



สาเหตุ

1. ตั้งกระแสไฟสูงเกินไป
2. อัตราการเคลื่อนที่ของหัวเชื่อมต่ำ
3. ระยะห่างของรอยต่อ (Root Opening) มากเกินไป และความหนา (Root Face) น้อยเกินไป

วิธีแก้ไข

1. ลดความเร็วของการป้อนลวดจะทำให้กระแสไฟต่ำลงมา
2. เพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวเชื่อม
3. ลดความกว้างของรอยต่อและให้ลวดเชื่อมโผล่ยาวกว่าปกติใช้เทคนิคการส่ายลวด

3. การซึมลึกไม่เพียงพอ (Lack of Penetration)

การซึมลึกไม่เพียงพออาจจะเกิดเมื่อเนื้อโลหะเชื่อมหลอมรวมกับโลหะชิ้นงานได้ไม่สมบูรณ์เป็นเนื้อเดียวกัน

สาเหตุ

1. ตั้งกระแสไฟน้อยเกินไป
2. อัตราการเคลื่อนที่ของหัวเชื่อมเร็วเกินไป
3. เตรียมรอยต่อไม่ดี
4. ระยะที่ลวดเชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อม (Wire Stick – Out) มากเกินไป

วิธีแก้ไข

1. เพิ่มกระแสไฟเชื่อม
2. เคลื่อนที่ของหัวเชื่อมให้เหมาะสม
3. เตรียมรอยต่อให้ดีกว่าเดิม
4. ปรับตั้งระยะที่ลวดเชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อมให้พอดี

4. เศษลวดเชื่อมติดบนรอยเชื่อม (Whiskers)

บนรอยเชื่อมอาจมีเศษลวดเชื่อมติดอยู่ โดยเกิดจากลวดเชื่อมเศษลวดเชื่อมทะลุขอบด้านหน้าของบ่อหลอม ละลายไปติดกับเนื้อเชื่อมด้านหลังรอยเชื่อม

สาเหตุ

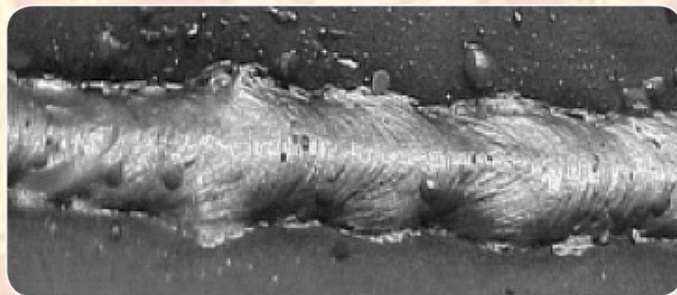
1. อัตราการเคลื่อนที่ลวดเชื่อมเร็วเกินไป
2. ตั้งกระแสไฟสูงเกินไป
3. ระยะที่ลวดเชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อมสั้นเกินไป

วิธีแก้ไข

1. ปรับอัตราการเคลื่อนที่ลวดเชื่อมให้เหมาะสม
2. ลดกระแสไฟเชื่อม
3. ปรับระยะที่ลวดเชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อมให้เหมาะสม

5. รอยเกย (Lap)

เป็นเนื้อโลหะเชื่อมที่เกยอยู่บนขอบรอยต่อหรือย้อยตรงด้านล่างของรอยเชื่อม



สาเหตุ

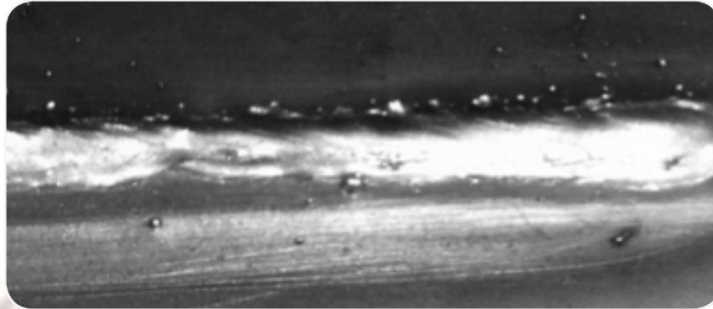
1. อัตราการเคลื่อนที่หัวเชื่อมช้าเกินไปทำให้บ่อหลอมละลายเคลื่อนที่นำหน้าลวดเชื่อม
2. กระแสไฟเชื่อมต่ำเกินไป
3. มุมของหัวเชื่อมไม่ถูกต้อง

วิธีแก้ไข

1. ใช้อัตราความเร็วการเคลื่อนที่หัวเชื่อมให้เร็วขึ้น
2. ปรับกระแสไฟเชื่อมให้สูงขึ้น
3. ถือหัวเชื่อมให้อยู่ในมุมที่ถูกต้องในแต่ละท่าเชื่อม

6. เม็ดโลหะกระเด็นมาก (Weld Spatter)

การที่มีเม็ดโลหะกระเด็นมาก ทำให้รอยเชื่อมไม่ดีเสียเวลาทำความสะอาดและอาจกระเด็นไปติดหัวทิฟทำให้ลวดเชื่อมไหม้ไหม



สาเหตุ

1. กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินไป
2. ระยะที่ลวดเชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อม (Wire Stick – Out) มากเกินไป
3. แก๊สปกคลุมไหลเร็วเกินไป

วิธีแก้ไข

1. ลดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า
2. ปรับตั้งระยะที่ลวดเชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อมให้พอดี
3. ปรับอัตราการไหลของแก๊สที่ปกคลุมเพิ่มขึ้นให้อยู่ระหว่าง 15 – 20 ลิตรต่อนาที

7. จุดบกพร่องอื่นๆ

นอกจากนี้ยังมีจุดบกพร่องอื่นๆ ที่เกิดกับงานเชื่อม เช่น การบิดงอ การแตกร้าว สัดส่วนความโค้งนูนของรอยเชื่อม ฯลฯ ซึ่งจุดบกพร่องที่เกิดกับการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (GMAW) ก็เหมือนกับการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ แต่ยังมีที่เกี่ยวข้องในเรื่องลวดเชื่อมดังนี้

7.1 ลวดเชื่อมหยุดป้อนขณะเชื่อม

สาเหตุ

1. ฟิวส์ที่เครื่องขาด
2. ลูกกลิ้งขับเคลื่อนกดแน่นเกินไป
3. ลวดเชื่อมขาดหรือพื้นหน้าลูกกลิ้ง
4. ลวดเชื่อมติดกับท่อนำลวด

วิธีแก้ไข

ให้ตรวจสอบฟิวส์ที่เครื่อง และตรวจสอบลูกกลิ้ง ลวดเชื่อม ท่อนำลวดเชื่อม เชื่อมพันออกจากหัวเชื่อมให้พอดี

7.2 ลวดเชื่อมเคลื่อนแต่ไม่เกิดการอาร์ก

สาเหตุ

1. ไม่ได้เสียบสายเข้ากับทริกเกอร์หรือขั้วสายหลวม
2. สายดินขาดหรือไม่ได้ต่อสายดิน

วิธีแก้ไข

ให้ตรวจสอบทริกเกอร์ ขั้วสายเชื่อมและสายดินให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้

7.3 การป้อนลวดไม่สม่ำเสมอหรือลวดเดินกระตุก

สาเหตุ

1. ปรับลูกกลิ้งลวดเชื่อมไม่ถูกต้อง
2. ท่อนำลวดไม่ถูกต้องตรงกับขนาดของลวดเชื่อม
3. สายเชื่อมหรือท่อส่งลวดคดงอ

วิธีแก้ไข

ให้ตรวจสอบการปรับลูกกลิ้งถูกต้องหรือไม่ และท่อนำลวดตรงกับลวดเชื่อมและไม่โค้งงอ

7.4 การเริ่มต้นอาร์กไม่ดีหรือมีลวดเป็นเส้นลวดสั้นๆ เหลืออยู่ที่ปลายรอยเชื่อม

สาเหตุ

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำเกินไป
2. ระยะที่ลวดเชื่อมพันออกจากหัวเชื่อมมากเกินไป
3. ชิ้นงานสกปรกมาก

วิธีแก้ไข

ตั้งแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้าและระยะที่ลวดเชื่อมพันออกจากหัวเชื่อมให้ถูกต้อง พร้อมทำความสะอาดชิ้นงาน

7.5 ขณะเชื่อมไม่นิ่ง ลวดเชื่อมกระแทกชิ้นงาน

สาเหตุ

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำเกินไป
2. ความเร็วในการป้อนลวดสูงเกินไป
3. ระยะที่ลวดเชื่อมพันออกจากหัวเชื่อมมากเกินไป

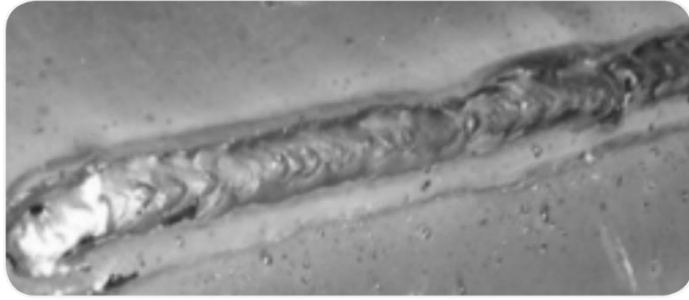
วิธีแก้ไข

ตั้งแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้าและระยะที่ลวดเชื่อมพันออกจากหัวเชื่อมรวมทั้งความเร็วให้ถูกต้อง

จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

1. รูพรุน (Porosity)

รูพรุนหรือฟองอากาศที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อม อาจจะอยู่รวมกันหรือกระจายกันตลอด ซึ่งรูพรุนที่เกิดกับการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุมมีหลายแบบ เช่น รูพรุนแบบกระจาย รูพรุนแบบรวมกลุ่ม หรือตามแนวยาว เป็นต้น ลักษณะของรูพรุน



สาเหตุ

1. อัตราการไหลของแก๊สที่มาปกคลุมไม่เพียงพอ 2. ชี้นงานและลวดเชื่อมสกปรก เนื่องจากมีฝุ่น จาระบี และสนิม

3. ความเร็วในการเดินของหัวเชื่อมเร็วเกินไป 4. ใช้กระแสไฟสูงเกินไป

วิธีแก้ไข

1. ปรับอัตราการไหลของแก๊สที่ปกคลุมเพิ่มขึ้น
2. ทำความสะอาดชิ้นงานให้ปราศจากมีฝุ่น จาระบีและสนิม ส่วนลวดเชื่อมที่เป็นสนิมก็ให้ตัดทิ้ง
3. การเดินของหัวเชื่อมเดินให้ช้าลงมา
4. ปรับกระแสไฟให้ต่ำลงมา

2. อิเล็กโทรดทังสเตนฝังในรอยเชื่อม (Tungsten Inclusion)

เกิดจากอิเล็กโทรดทังสเตนฝังอยู่ในรอยเชื่อม

สาเหตุ

1. ใช้กระแสไฟสูงเกินกว่าความสามารถของทังสเตน
2. อัตราการไหลของแก๊สที่มาปกคลุมไม่เพียงพอ
3. อิเล็กโทรดทังสเตนสกปรกเกินไป
4. อิเล็กโทรดทังสเตนเกิดออกซิเดชันขณะเย็นตัว

วิธีแก้ไข

1. ใช้อิเล็กโทรดทังสเตนให้โตขึ้นและเปลี่ยนมาใช้กระแสไฟตรงต่อหัวตรง (DCEP)
2. เพิ่มอัตราการไหลของแก๊สที่มากคลุม
3. กำจัดส่วนที่สกปรกของอิเล็กโทรดทังสเตนออกให้หมด

3. การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ (Incomplete Fusion)

การที่เนื้อโลหะเชื่อมหลอมรวมกับโลหะชิ้นงานได้ไม่สมบูรณ์



สาเหตุ

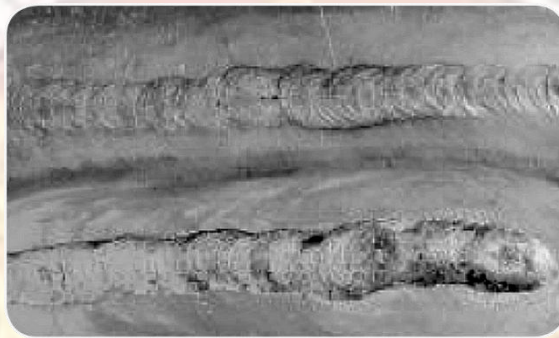
1. การเตรียมรอยต่อไม่ถูกต้อง
2. การให้ความร้อนไม่เท่ากันขณะเชื่อม
3. อัตราการเคลื่อนที่ของหัวเชื่อมเร็วเกินไป

วิธีแก้ไข

1. ออกแบบรอยต่อให้ถูกต้องเว้นช่องว่างให้ได้ระยะที่ถูกต้อง
2. ให้ความร้อนในขณะเชื่อมเท่าเทียมกัน
3. เคลื่อนที่ของหัวเชื่อมให้ช้าลง

4. รอยเชื่อมสกปรก (Dirtiness Bead)

เป็นลักษณะของรอยเชื่อมที่มีสารมลทินปกคลุม



สาเหตุ

1. ลวดเชื่อมสกปรก
2. ชิ้นงานสกปรก มีคราบออกไซด์ น้ำมัน หรือจาระบี
3. อัตราการไหลของแก๊สที่มาปกคลุมไม่เพียงพอ หรือไม่บริสุทธิ์
4. หัวฉีดชำรุด

วิธีแก้ไข

1. ทำความสะอาดลวดเชื่อม
2. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนเชื่อม
3. อัตราการไหลของแก๊สที่มาปกคลุมไม่เพียงพอ หรือไม่บริสุทธิ์
4. หัวฉีดชำรุด

วิธีแก้ไข

1. ทำความสะอาดลวดเชื่อม
2. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนเชื่อม
3. ปรับอัตราการไหลของแก๊สที่ปกคลุมเพิ่มขึ้น พร้อมเช็คการผสมของแก๊ส
4. ตรวจสอบสภาพของหัวฉีด

5. จุดบกพร่องอื่นๆ

นอกจากนี้ยังมีจุดบกพร่องอื่นๆ ที่เกิดกับงานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลและเหล็กกล้า ดังต่อไปนี้

5.1 การเริ่มต้นอาร์กยาก

สาเหตุ

1. เครื่องความถี่สูงในเครื่องอาจชำรุด
2. ใช้อิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสสตีลเกินไป
3. สายดินอาจจับไม่แน่น

วิธีแก้ไข

ให้ตรวจสอบเครื่องเชื่อม และระบบความถี่สูง ขั้วสายเชื่อมและสายดินให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้

5.2 การอาร์กเฉไปเฉมา

สาเหตุ

1. อิเล็กโทรดทั้งสแตนสกรปกร
2. ลับอิเล็กโทรดทั้งสแตนสกรปหรืออิเล็กโทรดทั้งสแตนสกรปเกินไป
3. กระแสไฟต่ำ

วิธีแก้ไข

ให้ทำความสะอาดอิเล็กโทรดทั้งสแตนสกรปและลับอลิเล็กโทรดทั้งสแตนสกรปให้ถูกต้องและอยู่ในสภาพพร้อมใช้ตั้ง
กระแสไฟให้ถูกต้อง

5.3 รอยเชื่อมไม่เป็นรูปร่าง

สาเหตุ

1. ชิ้นงานหนาเกินไป หรือใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำ
2. ตั้งมุมลวดเชื่อมไม่ถูกต้อง
3. ความเร็วในการเดินสูงเกินไป

วิธีแก้ไข

ให้ตรวจสอบความหนาของชิ้นงาน กระแสไฟเชื่อม ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมและมุมของทั้งสแตนสกรปและ
ลวดเชื่อมให้ถูกต้อง

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1.ตำแหน่งท่าเชื่อมใดควบคุมบ่อหลอมละลายได้ยากที่สุด

- ก. ท่าราบ
- ข. ท่าระดับ
- ค. ท่าตั้งเชื่อมขึ้น
- ง. ท่าตั้งเชื่อมลง
- จ. ท่าเหนือศีรษะ

2.Flat Position คือตำแหน่งท่าเชื่อมใด

- ก. ท่าราบ
- ข. ท่าระดับ
- ค. ท่าตั้งเชื่อมขึ้น
- ง. ท่าตั้งเชื่อมลง
- จ. ท่าเหนือศีรษะ

3.รอยต่อในงานเชื่อมมีกี่ประเภท

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4
- จ. 5

4.ท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 ท่าเหนือศีรษะใช้สัญลักษณ์ใด

- ก. PC
- ข. PF
- ค. PA
- ง. PE
- จ. PB

5.ท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 สำหรับเชื่อมต่อตัวที (T-Joint) ในตำแหน่งท่าราบใช้สัญลักษณ์ใด

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ก. PA | ข. PF | |
| ค. PE | ง. PC | จ. PB |

6. ตำแหน่งทำเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 สัญลักษณ์ PG ตรงกับทำเชื่อมในข้อใด

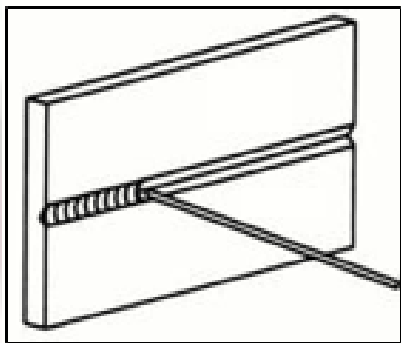
- ก. 2G ข. 3G
ค. 4G ง. 5G จ. 6G

7. Corner Joint คือรอยต่อแบบใด

- ก. ต่อชน ข. ต่อมุม
ค. ต่อเกย ง. ต่อขอบ จ. ต่อตัวที่

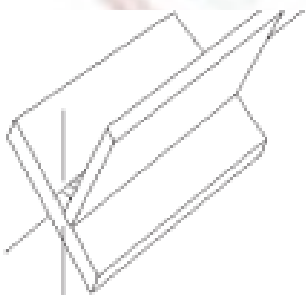
8. Thickness มีความหมายว่าอย่างไร

- ก. ความหนาของชิ้นงาน
ข. มุมปากของชิ้นงานทั้งสอง
ค. มุมปากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว
ง. ผิวหน้าของรอยต่อชิ้นงานทั้งสอง
จ. ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับรอยต่อทั้งสอง



9. จากรูปข้างบน คือการเชื่อมในตำแหน่งใด

- ก. 5G, PG ข. 2G, PC
ค. 3G, PG ง. 6G, PD จ. 6G, H-L045



10. จากรูปข้างบน คือการเชื่อมในตำแหน่งใด

- ก. 1F ข. 2F
ค. 3F ง. 1G จ. 2G

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ตำแหน่งท่าเชื่อมใดควบคุมบ่อหลอมละลายได้ยากที่สุด

- ก. ท่าราบ
- ข. ท่าระดับ
- ค. ท่าตั้งเชื่อมขึ้น
- ง. ท่าตั้งเชื่อมลง
- จ. ท่าเหนือศีรษะ

2. Flat Position คือตำแหน่งท่าเชื่อมใด

- ก. ท่าราบ
- ข. ท่าระดับ
- ค. ท่าตั้งเชื่อมขึ้น
- ง. ท่าตั้งเชื่อมลง
- จ. ท่าเหนือศีรษะ

3. รอยต่อในงานเชื่อมมีกี่ประเภท

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4
- จ. 5

4. ท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 ท่าเหนือศีรษะใช้สัญลักษณ์ใด

- ก. PC
- ข. PF
- ค. PA
- ง. PE
- จ. PB

5. ท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 สำหรับเชื่อมต่อตัวที (T-Joint) ในตำแหน่งท่าราบใช้สัญลักษณ์ใด

- ก. PA
- ข. PF
- ค. PE
- ง. PC
- จ. PB

6. ตำแหน่งท่าเชื่อมตามมาตรฐาน ISO 6947 สัญลักษณ์ PG ตรงกับท่าเชื่อมในข้อใด

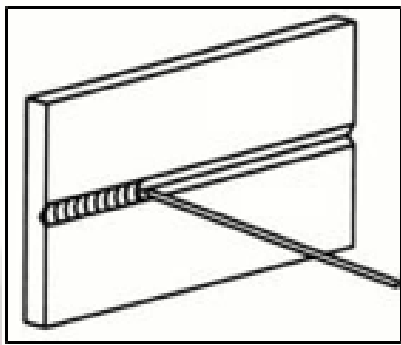
- ก. 2G
- ข. 3G
- ค. 4G
- ง. 5G
- จ. 6G

7. Corner Joint คือรอยต่อแบบใด

- ก. ต่อชน ข. ต่อมุม
ค. ต่อเกย ง. ต่อขอบ จ. ต่อตัวที่

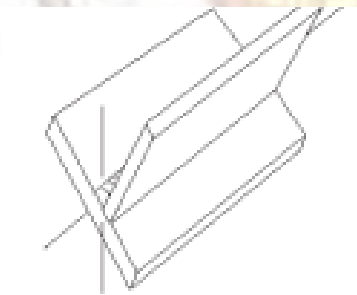
8. Thickness มีความหมายว่าอย่างไร

- ก. ความหนาของชิ้นงาน
ข. มุมปากของชิ้นงานทั้งสอง
ค. มุมบากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว
ง. ผิวหน้าของรอยต่อชิ้นงานทั้งสอง
จ. ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับรอยต่อทั้งสอง



9. จากรูปข้างบน คือการเชื่อมในตำแหน่งใด

- ก. 5G, PG ข. 2G, PC
ค. 3G, PG ง. 6G, PD จ. 6G, H-L045



10. จากรูปข้างบน คือการเชื่อมในตำแหน่งใด

- ก. 1F ข. 2F
ค. 3F ง. 1G จ. 2G

	ใบงาน ที่ 9	หน่วยที่ ... 9
	รหัสวิชา 30103-0001 ชื่อวิชา กระบวนการเชื่อม	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีล (GTAW) เชื่อมอาร์ก โลหะแก๊สคลุม (GMAW) เชื่อมใส่ฟลักซ์ (FCAW) เชื่อมใต้อฟลักซ์ (SAW) เชื่อมแก๊ส (OAW) และสามารถแสดง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหน่งทาเชื่อมได้อย่างถูกต้อง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการทำงานร่วมกันเป็นทีม การอยู่ร่วมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยส่วนบุคคล และเพื่อนร่วมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หน่วยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. อธิบายลักษณะรอยเชื่อมตามมาตรฐานได้
2. อธิบายจุดบกพร่องของรอยเชื่อมได้
3. อธิบายขอบเขตมาตรฐานสากล ISO 5817ได้
4. อธิบายการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตา AWS D1.1ได้
5. อธิบายจุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
6. อธิบายจุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม
7. อธิบายจุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสสตีลได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมใส่ฟลักซ์ได้
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมใส่ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมใส่ฟลักซ์ได้
4. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 5
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

..

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวว่า “ในงานเชื่อมรอยเชื่อมที่ไม่มีจุดบกพร่องคือรอยเชื่อมมาตรฐาน แต่การจะบอกรอยเชื่อมแบบไหนมีมาตรฐานที่ดีหรือความพอใจระดับไหนทำได้ยาก เนื่องจากความยากง่ายของงานเชื่อมไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงต้องกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของรอยเชื่อมเอาไว้”

2. ครูสรุปว่าในสัปดาห์นี้จะเรียนเรื่อง ลักษณะรอยเชื่อมตามมาตรฐานลักษณะจุดบกพร่อง สาเหตุและวิธีการแก้ไข

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง ลักษณะรอยเชื่อมตามมาตรฐานลักษณะจุดบกพร่อง สาเหตุและวิธีการแก้ไขตามหัวข้อดังนี้

- **ลักษณะรอยเชื่อมตามมาตรฐาน**

รอยเชื่อมมาตรฐานคือรอยเชื่อมที่ไม่มีข้อบกพร่องต่างๆ เกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความยากง่ายของงาน เช่น ท่อส่งแก๊ส ท่อส่งน้ำมัน เป็นต้น เกณฑ์การพิจารณาการกำหนดคุณภาพของรอยเชื่อมมีอยู่หลายมาตรฐาน เช่น ISO 5817 AWS D1.1 ซึ่งมาตรฐาน ISO 5817 ได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ (ประเทศไทย) โดยแบ่งคุณภาพออกเป็น 3 ระดับ คือ B , C และ D โดยมีความหมายดังนี้

B คือ มาตรฐานระดับดี

C คือ มาตรฐานระดับปานกลาง

D คือ มาตรฐานระดับต่ำสุด

- **จุดบกพร่องของรอยเชื่อม**

จุดบกพร่องของรอยเชื่อมจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของรอยเชื่อม เมื่อเชื่อมงานเสร็จแล้วการประกอบชิ้นงานไม่ได้ตามแบบที่กำหนดไว้อันเนื่องมาจากข้อบกพร่องจากรอยเชื่อมที่ทำให้ชิ้นงานเปลี่ยนแปลงรูปร่างมีการขยายตัว มีการบิดงอ ฯลฯ

- **ขอบเขตมาตรฐานสากล ISO 5817**

มาตรฐานสากล ISO 5817 ฉบับนี้ แบ่งการพิจารณาระดับคุณภาพรอยเชื่อมตามสภาพของจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นบนรอยต่องานเชื่อมเหล็กกล้าด้วยการอาร์กออกเป็น 3 ระดับ แต่ละระดับจะระบุถึงแนวทางการพิจารณาขอบเขตข้อกำหนดจุดบกพร่องที่ปรากฏขึ้นกับรอยเชื่อมอย่างชัดเจน ซึ่งจะสามารถแบ่งแยกคุณภาพของงานเชื่อมที่ผลิตได้จริง

- การตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตา AWS D1.1

- จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

- จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม
- จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสคลุม

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 11 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน
5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 11 จากหนังสือเรียนวิชาการกระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด
6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 11 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ในงานเชื่อมรอยเชื่อมที่ไม่มีจุดบกพร่องคือรอยเชื่อมมาตรฐาน แต่การจะบอกรอยเชื่อมแบบไหนมีมาตรฐานที่ดีหรือความพอใจระดับไหนทำได้ยาก เนื่องจากความยากง่ายของงานเชื่อมไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงต้องกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของรอยเชื่อมเอาไว้ ซึ่งการพิจารณามาตรฐานคุณภาพรอยเชื่อม มีหลายหน่วยงานที่กำหนดมาตรฐาน ซึ่งสามารถนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานของรอยเชื่อมได้ จุดบกพร่องของงานเชื่อมเป็นอันตรายต่องานเชื่อมมาก ซึ่งจุดบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับรอยเชื่อมก็จะมีลักษณะคล้ายกันไม่ว่าจะเป็นกระบวนการเชื่อมชนิดใด ซึ่งผู้ทำงานที่เกี่ยวข้องกับงานเชื่อมจะต้องศึกษาและหาวิธีแก้ไขจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นให้หมดไป

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 9
รายวิชา กระบวนการเชื่อม รหัสวิชา 30103-0001
เรื่อง จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	ด้านคุณธรรม จริยธรรม เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
2	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	ด้านทักษะการปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสัญญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 9 เรื่อง จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ- นามสกุล	การแสดงผลพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																				รวม คะแนน
		การสนใจเรียน				การแสดงความคิดเห็น				การตอบคำถาม				การยอมรับฟังคนอื่น				ทำงานตามที่ครูมอบหมาย				
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

- ดีมาก = 4 สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยในชั้น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 90 - 100%
- ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70 - 89%
- ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50 - 69 %
- ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ลงชื่อครูผู้สอนสังเกต
(.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

