แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ
บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ

กลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมการผลิต

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

รหัสวิชา 20103 - 2001 วิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น

จัดทำโดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการสอนรายวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น รหัส 20103 – 2001 เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้ครู - อาจารย์ผู้สอน ได้มีเอกสาร แนะแนวทาง ในการเรียนการสอน ที่เป็นระบบสอดคล้อง สัมพันธ์กับทุกเรื่อง รวมทั้งแสดงขั้นตอน กระบวนการเรียน การสอนที่ก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ ที่มีแก่นักเรียนและผู้สอน

แผนการสอนเล่มนี้มีทั้งหมด 5 หน่วย ใช้เวลาในการสอน 18 สัปดาห์ มี การวัดผลเน้น ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านบูรณา การต่างๆ เศรษฐกิจพอเพียง บูรณาการแบบ 3D สำหรับเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้ จะได้ผสมบูรณ์ที่สุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์ พอสมควรจึงจะทำให้เอกสารประกอบการสอน เล่มนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขออบคุณผู้ที่มีส่วนร่วม และเกี่ยข้องเกๆงาน ทุกที่ทำให้อาสารประกอบการสอนเล่มนี้สมบูรณ์

(นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์)
สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ
วิทยาลัยทคนิคบางสะพาน

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	**2**
สารบัญ	**3**
ลักษณะรายวิชา	**4**
มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)	**6**
หน่วยการเรียนรู้	**11**
หน่วยที่ 1 งานกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	
แผนการจัดการเรียนรู้	12
ใบความรู้	18
ใบงาน	34
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	36
หน่วยที่ 2 งานกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก	
แผนการจัดการเรียนรู้	40
ใบความรู้	45
ใบงาน	61
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	64
หน่วยที่ 3 งานกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก	
แผนการจัดการเรียนรู้	68
ใบความรู้	73
ใบงาน	84
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	87
หน่วยที่ 4 งานกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	
แผนการจัดการเรียนรู้	91
ใบความรู้	95
ใบงาน	106
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	109
หน่วยที่ 5 งานจุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า	
แผนการจัดการเรียนรู้	113
ใบความรู้	118
ใบงาน	147
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	150

ลักษณะรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม **กลุ่มอาชีพ** อุตสาหกรรมการผลิต **สาขาวิชา** ช่างเชื่อมโลหะ .

รหัส 20103 - 2001 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น

ทฤษฎี 0 **ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ** 6 **ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน** 2 **หน่วยกิต**

อ้างอิงมาตรฐาน

1. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ(องคการมหาชน) รหัส WEL-VHM-2-001ZB, WEL-VHM-2 011ZB, WEL-VHM-2-013ZB อาชีพชางเชื่อมอารกโลหะด่วยมือ ระดับ 2

2. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ(องคการมหาชน) รหัสWEL-VHM-2-050ZA, WEL-VHM 2-052ZA, WEL-VHM-2-054ZA อาชีพชางเชื่อมทิก ระดับ 2

3. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ(องคการมหาชน) รหัส WEL-KUBF-039B, WEL-LFMQ 041B อาชีพชางเชื่อมมิก ระดับ 2

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

ประยุกตใชหลักการงานเชื่อมโลหะเบื้องตน ในการวางแผน ตามมาตรฐานอาชีพชางเชื่อมอารกโลหะดวยมือ ระดับ 2 ,ชางเชื่อมทิก ระดับ 2 และชางเชื่อมมิก ระดับ 2

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เขาใจเกี่ยวกับหลักการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) งานเชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) งานเชื่อมอารกโลหะแกสคลุม(GMAW) แผนเหล็กกลาคารบอน ตามตำแหนงทาเชื่อมที่กำหนด

2. มีทักษะในการเชื่อมอารกด่วยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) งานเชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) งานเชื่อมอารกโลหะแกสคลุม(GMAW) แผนเหล็กกลาคารบอน ตามตำแหนงทาเชื่อมที่กำหนด

3. มีเจตคติและกิจนิสัยในการทำงานที่ดี ปฏิบัติงานดวยความปลอดภัยตามหลักอาชีวอนามัย

4. สามารถประยุกตใชหลักการงานเชื่อมโลหะเบื้องตนในการปฏิบัติงาน ตามขั้นตอนที่กำหนดให ภายใตการกำกับดูแลและแนะนำอยางใกลชิด

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรูเกี่ยวกับเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุ่มฟลักซ(SMAW) แผนเหล็กกลาคารบอน ตำแหนง ทาเชื่อม 1G(PA), 2G(PC), 3G(PF) และ 4G(PE)

2. ปฏิบัติงานเชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) แผนเหล็กกลาคารบอน ตำแหนงทาเชื่อม 1G (PA), 2G (PC) และ 3G (PF) งานเชื่อมอารกโลหะแกสคลุม (GMAW) แผนเหล็กกลาคารบอนตำแหนง ทาเชื่อม 1G (PA), 2G (PC) และ 3G (PF)

3. ประยุกตเลือกใชเครื่องมือ อุปกรณ และปฏิบัติงานโดยใชอุปกรณไดอยางถูกตอง

คำอธิบายรายวิชา

ปฏิบัติเกี่ยวกับงานเชื่อมอารกด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ(SMAW) แผนเหล็กกล้าคารบอน ตำแหนงทาเชื่อม 1G(PA), 2G(PC), 3G(PF) และ 4G(PE) งานเชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) แผนเหล็กกล้าคารบอน ตำแหนงทาเชื่อม 1G(PA), 2G(PC) และ 3G(PF) งานเชื่อมอารกโลหะแกสคลุม (GMAW) แผนเหล็กกล้า คารบอน ตำแหนงทาเชื่อม 1G(PA), 2G(PC) และ 3G(PF) งานเริ่มต้นอารก งานเชื่อมตอแนวงานเชื่อมเดินแนว บนแผนเหล็กกลาคารบอน เลือกใชเครื่องมือ อุปกรณ และปฏิบัติงานโดยใชอุปกรณไดอยางถูกตองตามหลักอาชีวอนามัย และความปลอดภัย

มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)

หน่วยงานรับรองมาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ

มาตรฐานอาชีพ สาขาวิชาชีพ ช่างเชื่อมโลหะ

อาชีพชางเชื่อมอารกโลหะดวยมือ ระดับ 2

หน่วยสมรรถนะ		สมรรถนะย่อย		เกณฑ์การปฏิบัติงาน	วิธีประเมิน
รหัส	คำอธิบาย	รหัส	คำอธิบาย		
10001	**ปฏิบัติการด้านความปลอดภัย ชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในงานเชื่อม**	10001.01	1. บอกอันตรายที่เกิดจากประกายไฟหรือสะเก็ดเชื่อม ได้อย่างถูกต้อง ตามมาตรฐานสากล	1. ควบคุมวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานในแต่ละขั้นต อนของมาตรการป้องกัน ได้อย่างถูกต้อง 2. ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงานได้อย่างถูกต้อง	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์ 3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
		10001.02	2. บอกมาตรการป้องกันอันตรายที่เกิดจากประกายไฟหรือสะเก็ดเชื่อม ได้อย่างถูกต้อง	1. อธิบายสาเหตุของการเกิดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุในการป ฏิบัติงานเชื่อมได้อย่างถูกต้อง 2. อธิบายวิธีการป้องกันความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบั ติงานเชื่อมได้อย่างถูกต้อง	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์ 3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
		10001.03	3. บอกอันตรายจากการเชื่อมที่มีสาเหตุมาจากไฟฟ้าดูด ได้อย่างถูกต้อง	1. บันทึกและประเมินผลการติดตามรายการตรวจสอบตามมาตรการป้องกันอุบัติเหตุได้อย่างถูกต้อง 2. ควบคุมการเกิดอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ได้อย่างถูกต้อง	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์ 3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

		10001.04	4. บอกมาตรการป้องกันอันตรายจากการเชื่อมที่มีสาเหตุมาจากไฟฟ้าดูด ได้อย่างถูกต้อง	1. ควบคุมวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานในแต่ละขั้นต อนของมาตรการป้องกัน ได้อย่างถูกต้อง 2. ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงานได้อย่างถูกต้อง	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์ 3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
		10001.05	5. บอกอันตรายจากการเชื่อมที่มีสาเหตุมาจากควัน, แก๊ส และฝุ่นละอองได้อย่างถูกต้อง	1. ควบคุมวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานในแต่ละขั้นต อนของมาตรการป้องกัน ได้อย่างถูกต้อง 2. ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงานได้อย่างถูกต้อง	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์ 3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
		10001.06	6. บอกมาตรการป้องกันอันตรายจากการเชื่อมที่เกิดจากควัน,แก๊สและฝุ่นละออง ได้อย่างถูกต้อง	1. ควบคุมวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานในแต่ละขั้นต อนของมาตรการป้องกัน ได้อย่างถูกต้อง 2. ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงานได้อย่างถูกต้อง	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์ 3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
		10001.07	7. บอกอันตรายจากการเชื่อมที่มีสาเหตุมาจากรังสีได้อย่างถูกต้อง	1. ควบคุมวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานในแต่ละขั้นต อนของมาตรการป้องกัน ได้อย่างถูกต้อง 2.	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์

				ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้น	3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
		10001.08	8. บอกมาตรการป้องกันอันตรายจากการเชื่อมที่เกิดจากรังสี ได้อย่างถูกต้อง	1. ควบคุมวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานในแต่ละขั้นต อนของมาตรการป้องกัน ได้อย่างถูกต้อง 2. ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงานได้อย่างถูกต้อง	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์ 3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
10002	**การเชื่อม วัสดุเหล็กกล้า**	10002.01	1. บอกคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง	1. ควบคุมวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานในแต่ละขั้นต อนของมาตรการป้องกัน ได้อย่างถูกต้อง 2. ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงานได้อย่างถูกต้อง	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์ 3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
		10002.02	2. บอกสัญลักษณ์การระบุประเภทของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง	1. ควบคุมวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานในแต่ละขั้นต อนของมาตรการป้องกัน ได้อย่างถูกต้อง 2. ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงานได้อย่างถูกต้อง	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์ 3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
		10002.03	3. บอกลักษณะการใช้งานของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง	1. ควบคุมวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานในแต่	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก

				ละขั้นต อนของมาตรการป้องกัน ได้อย่างถูกต้อง 2. ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้น	2) การสัมภาษณ์ 3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
		10002.04	4. บอกประเภทของผลิตภัณฑ์ (Product Form) ของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง	1. ควบคุมวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานในแต่ละขั้นต อนของมาตรการป้องกัน ได้อย่างถูกต้อง 2. ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงานได้อย่างถูกต้อง	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์ 3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
		10002.05	5. บอกสมบัติทางกลของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง	1. ควบคุมวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานในแต่ละขั้นต อนของมาตรการป้องกัน ได้อย่างถูกต้อง 2. ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงานได้อย่างถูกต้อง	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์ 3) แฟ้มสะสมผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง									รวม	จำนวนชั่วโมง ท/ป
	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย	จิตพิสัย	ประยุกต์ใช้		
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์					
1.กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	2	2	2	2	-	-	10	2	-	20	4/20
2.กระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก	2	2	2	2	-	-	10	2	-	20	4/20
3.กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก	2	2	2	2	-	-	10	2	-	20	4/20
4.กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	2	2	2	2	-	-	10	2	-	20	4/20
5.จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า	2	2	2	2	-	-	10	2	-	20	2/10
รวม	10	10	10	10			50	10	-	100	108
ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (เมื่อเรียนรายวิชานี้สำเร็จแล้วทำอะไรได้)											
รวมทั้งรายวิชา										100	108

หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	4	20	24
2	กระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก	4	20	24
3	กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก	4	20	24
4	กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	4	20	24
5	จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า	2	10	12
	ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา			
	รวม	**18**	**90**	**108**

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

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 1-4
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 5 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

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. สาธิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการในการปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง

3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎขอบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน

2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1.แสดงความรู้หลักการเชื่อม SMAW

2 แสดงการเลือกใช้ เครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ ลวดเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

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

5. การบูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

5.1 ความพอประมาณ

- การวางแผนใช้ทรัพยากรงานเชื่อมอย่างสมดุลการเลือกใช้กระแสไฟ (Ampere) ให้เหมาะสมกับความหนาชิ้นงาน เพื่อประหยัดพลังงานและลดการสูญเสียการใช้ลวดเชื่อมอย่างคุ้มค่า (เชื่อมจนเหลือเศษน้อยที่สุด) และการเลือกซื้อวัสดุที่พอเหมาะกับขนาดชิ้นงาน

5.2 ความมีเหตุผล

- การคิดวิเคราะห์และตัดสินใจบนหลักวิชาชีพการเลือกกระบวนการเชื่อม (เช่น SMAW หรือ GMAW) ที่เหมาะสมกับประเภทของโลหะการวิเคราะห์หาสาเหตุของจุดบกพร่องในงานเชื่อม (Defects) เพื่อหาทางแก้ไขอย่างเป็นระบบ

5.3 การมีภูมิคุ้มกันที่ดี

- มาตรฐานความปลอดภัยและการป้องกันความเสี่ยงในงานเชื่อมการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ทุกครั้งเพื่อป้องกันรังสีและสะเก็ดไฟการตรวจสอบสภาพเครื่องเชื่อมและสายไฟก่อนปฏิบัติงานเพื่อป้องกันอุบัติเหตุไฟฟ้าลัดวงจร

5.4 เงื่อนไขความรู้

- รอบรู้ทฤษฎีและทักษะมาตรฐานงานเชื่อมความเข้าใจในสมบัติของโลหะ การอ่านแบบงานเชื่อม และสัญลักษณ์งานเชื่อมสากล

5.5 เงื่อนไขคุณธรรม

- จรรยาบรรณช่างเชื่อมและความรับผิดชอบต่อสังคมความซื่อสัตย์ในการปฏิบัติงาน (ไม่หมกเม็ดรอยร้าว) มีวินัย ตรงต่อเวลา และรักษาความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน (5ส)

5.6. มิติสู่ความสมดุล

5.6.1 ด้านเศรษฐกิจ

- การคำนวณต้นทุนวัสดุและค่าแรง เพื่อให้สามารถรับงานหรือประกอบอาชีพได้อย่างมีกำไรและเป็นธรรม

5.6.2 ด้านสังคม

-การทำงานร่วมกันเป็นทีมในโรงงาน การให้คำปรึกษาและแบ่งปันเทคนิคการเชื่อมระหว่างเพื่อนร่วมงาน

5.6.3 ด้านสิ่งแวดล้อม

- การจัดการควันเชื่อมอย่างถูกวิธี (ระบบระบายอากาศ) และการคัดแยกเศษโลหะ/กล่องลวดเชื่อมเพื่อนำไปรีไซเคิล

5.6.4 ด้านวัฒนธรรม

- การรักษาองค์ความรู้ช่างเชื่อมไทย และการประยุกต์งานเชื่อมเพื่อสร้างสรรค์งานศิลปะหรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ท้องถิ่น

5.7 ศาสตร์สากล

- การใช้มาตรฐานการเชื่อมระดับสากล (WPS/ASME) ศาสตร์พระราชา: การมองภาพรวม "เข้าใจ เข้าถึง พัฒนา" ในการแก้ปัญหาชิ้นงาน ศาสตร์ภูมิปัญญา: การนำเครื่องมือพื้นบ้านมาประยุกต์เป็นอุปกรณ์จับยึด (Jig & Fixture) เพื่อทุ่นแรง

5.8 การสร้างพลเมืองช่างเชื่อมที่ดี

- ฝึกฝนจนเกิดทักษะที่ "ทำได้จริง เลี้ยงชีพได้" และเป็นพลเมืองที่มีระเบียบวินัยต่อกฎระเบียบความปลอดภัยโรงงาน

6. สาระการเรียนรู้

1.หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

2.เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะพื้นฐาน

3.รอบทำงานของเครื่องเชื่อม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

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 เพื่อทำให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

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

9. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอน

2.ผลงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แผนจัดการเรียนรู้
2. ใบเช็คชื่อเข้าห้องเรียน

10. การวัดและประเมินผล

10.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

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

10.2 วิธีการประเมิน

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

10.3 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

11. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

11.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

11.2 ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

11.3 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	สอนครั้งที่ 1 - 4
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 5 ชม.
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

นำความรูความเขาใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใชงานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หนวยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องคการมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผูเชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้หลักการเชื่อม SMAW

2 แสดงการเลือกใช้ เครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ ลวดเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

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

5. เนื้อหาสาระ

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

โดยเครื่องมือและการปฏิบัติที่นำมาใช้คือ แท่งกราไฟต์ และแท่งคาร์บอน เป็นลวดเชื่อมที่ไม่หลอมละลายแต่ทำให้เกิดกระแสไฟอาร์ก ระหว่างลวดเชื่อมกับโลหะแม่แบบ โดยทำให้เกิดการอาร์กขึ้นในช่องว่างประมาณ 2 มิลลิเมตร ทำให้เกิดความร้อนขึ้นแล้วใช้โลหะที่เหมือนโลหะแม่แบบเติมให้หลอมละลายติดกัน ค.ศ. 1886 ทอมสัน (Thomson) ได้คิดประดิษฐ์การเชื่อม โดยใช้ความต้านทาน ค.ศ. 1889 เซอร์เนอร์ (Zerner) ได้วิวัฒนาการใหม่ โดยให้ความร้อนแก่โลหะแม่แบบ โดยวิธีใช้แท่งคาร์บอนคู่โค้งงอปลายเข้าหากัน เกิดเส้นแรงแม่เหล็กทำให้เกิดการอาร์กแรงขึ้น ค.ศ. 1892 สลาเวียนอฟฟ์ (Slavianoff) ได้นำเอาแกนลวดโลหะมาใช้แทนแท่งคาร์บอน และให้ตัวลวดโลหะหลอมละลายตัวมันเอง เพื่อเป็นเนื้อโลหะเชื่อมเป็นครั้งแรก ค.ศ. 1895 โกลด์สชมิดต์ (Goldschmidt) ได้คิดการประดิษฐ์การเชื่อมแบบเทอร์มิต (Thermit Welding) ระยะที่สอง ของการวิวัฒนาการของการเชื่อมได้มีการพัฒนาการเชื่อมขึ้นมาอย่างมาก เป็นรากฐานของการพัฒนาการเชื่อมในปัจจุบัน

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

โดยเริ่มตั้งแต่ ค.ศ. 1901 เฟาช์ (Fouche) และพิคาร์ด (Picard) ประยุกต์เอาเปลวไฟที่เกิดจากแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนมาใช้ในการเชื่อมเป็นครั้งแรก ค.ศ. 1907 คเจลล์เบิร์ก (Kjellberg) วิศวกรชาวสวีเดนได้จดทะเบียนลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ที่ให้การอาร์กสม่ำเสมอ ทำให้การเชื่อมมีประสิทธิภาพ และคุณภาพของลวดเชื่อมดีขึ้น เป็นการนำลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์มาใช้ในปัจจุบัน ค.ศ. 1926 ลังกูมีร์ (Lungumir) ได้ประดิษฐ์การเชื่อมแบบอะตอมมิกไฮโดรเจน (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) ได้ผลิตวิธีการเชื่อมแล่นประสาน (Brazing)

เทคนิคการเชื่อมได้เจริญก้าวหน้ามากขึ้นในด้านเทคโนโลยีและด้านวิศวกรรม อย่างรวดเร็วตั้งแต่ ค.ศ. 1950 เป็นต้นมา ถือว่าเป็นยุคทองของการพัฒนาการเชื่อมซึ่งเป็นในช่วงที่สาม มาจนถึงปัจจุบันได้มีการประดิษฐ์กรรมวิธีการเชื่อมแบบใหม่ๆ มากขึ้น เช่น การเชื่อมกดเย็น (Cold Pressure Welding) การเชื่อมไฟฟ้าสแลกคลุม (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

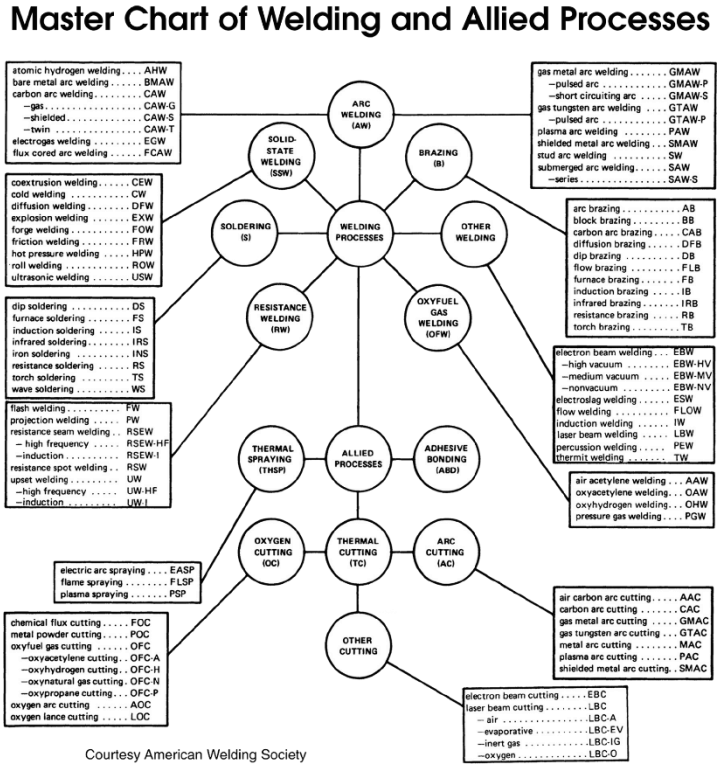
1. แบ่งตามมาตรฐาน AWS ซึ่งแบ่งกลุ่มกระบวนการเชื่อมตามลักษณะดังนี้

1.1 พลังงานที่ให้การถ่ายเทน้ำโลหะเชื่อม

1.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการไหลแทรกซึมของน้ำโลหะลวดเชื่อมเข้าไปในร่องรอยต่อ

ดังแผนภูมิ ที่แสดงกระบวนการเชื่อมแบบต่างๆ

แผนภูมิที่ 1 แสดงกระบวนการเชื่อมแบบต่างๆ

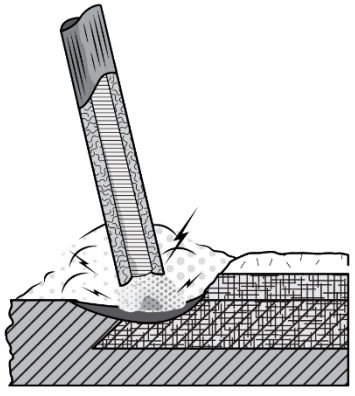


การแบ่งกลุ่มกระบวนการเชื่อมโลหะ

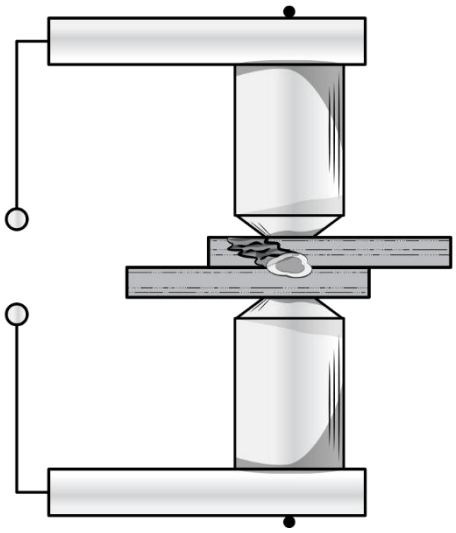
2. แบ่งตามมาตรฐาน ISO

โดยปกติกระบวนการเชื่อมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

2.1 การเชื่อมแบบหลอม (Fusion Welding) คือกระบวนการต่อโลหะ 2 ชิ้นติดกัน โดยการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานบริเวณที่จะหลอมละลาย อาจจะใช้ลวดเติมหรือไม่เติมก็ได้

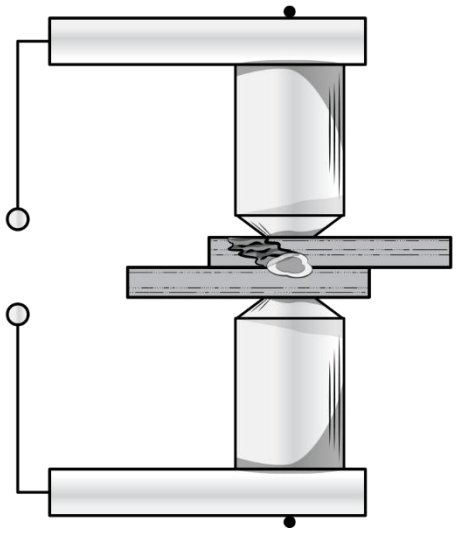


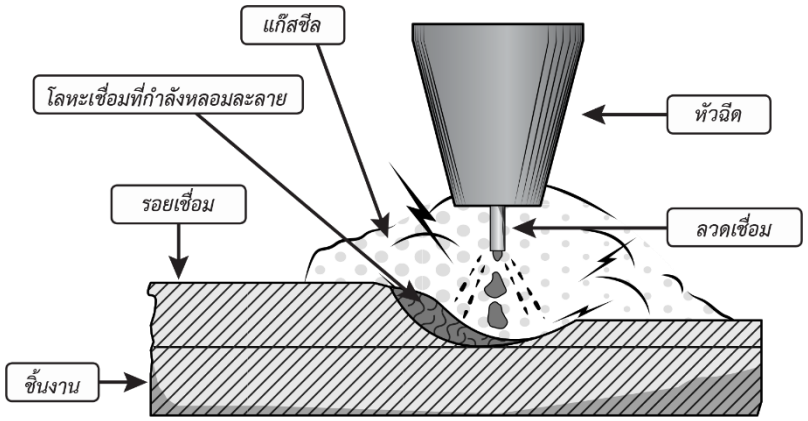
2.2 การเชื่อมแบบกด (Pressure Welding) คือกระบวนการต่อโลหะ 2 ชิ้นติดกัน โดยใช้แรงกด และความร้อนร่วมกัน โดยความร้อนของแก๊ส และความร้อนจากแรงเสียดทานระหว่างชิ้นงานทั้งสอง (Friction Welding)



การแบ่งกลุ่มกระบวนการเชื่อมโลหะ

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

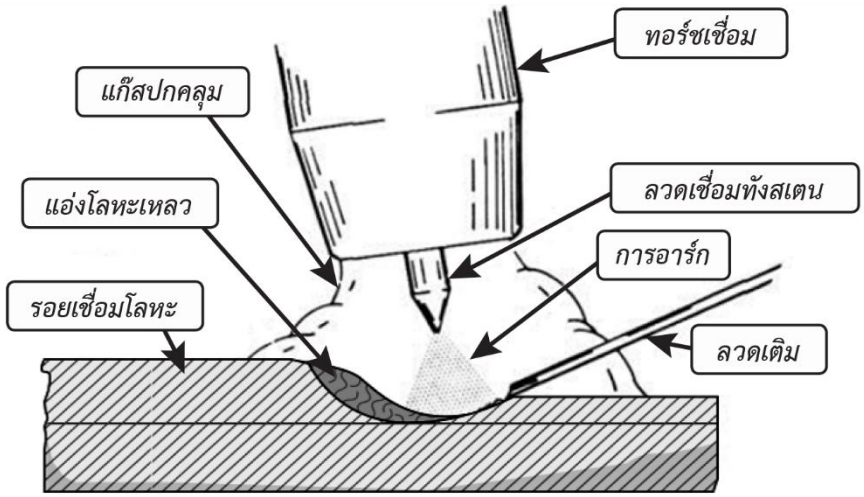




ในกระบวนการเชื่อมทั้ง 2 แบบมีการเชื่อมที่สำคัญอยู่หลายกระบวนการที่จำเป็นต้องทราบหลักการกระบวนการเชื่อมที่สำคัญต่างๆ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการทำงานต่อไป ดังนี้

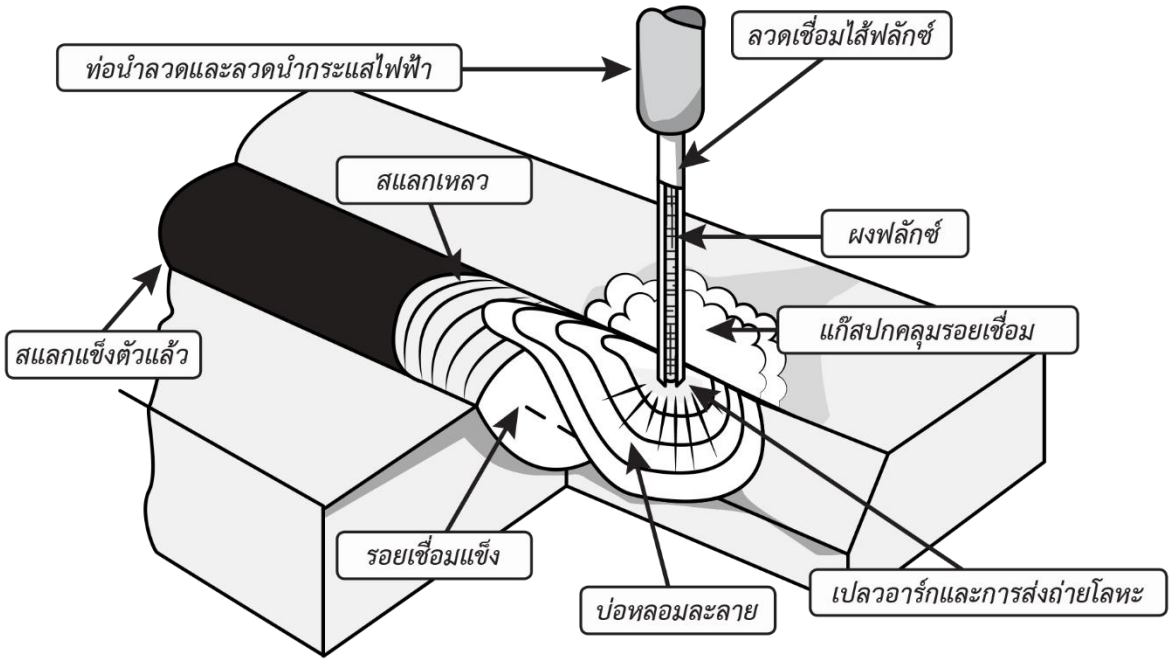
1. การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shield Metal Arc Welding) การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) คือกระบวนการเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ความร้อนที่เกิดจากการอาร์กมีอุณหภูมิสูงประมาณ 6,000 องศาฟาเรนไฮต์ (3,316 องศาเซลเซียส) เพื่อหลอมละลายโลหะให้ติดกันทำให้ชิ้นงานกับลวดเชื่อมที่บริเวณการอาร์กรวมตัวกันเป็นเนื้อเดียวคือรอยเชื่อม เป็นการเชื่อมที่นิยมกันมาก

2. การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (Gas Tungsten Arc Welding) การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก (GTAW) เป็นกระบวนการเชื่อมโดยวิธีการอาร์กชนิดหนึ่ง ซึ่งได้รับความร้อนจากการอาร์กระหว่างแท่งทังสเตนกับโลหะชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยและแก๊สเฉื่อยผสม เพื่อปกคลุมรอยเชื่อมขณะเกิดการอาร์กไม่ให้บรรยากาศจากภายนอกเข้ามารวมตัวกับรอยเชื่อมแท่งทังสเตนถือว่าเป็นลวดเชื่อมแต่จะไม่เกิดการสิ้นเปลือง (Non–Consumable Electrode) รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมหรือไม่ก็ได้

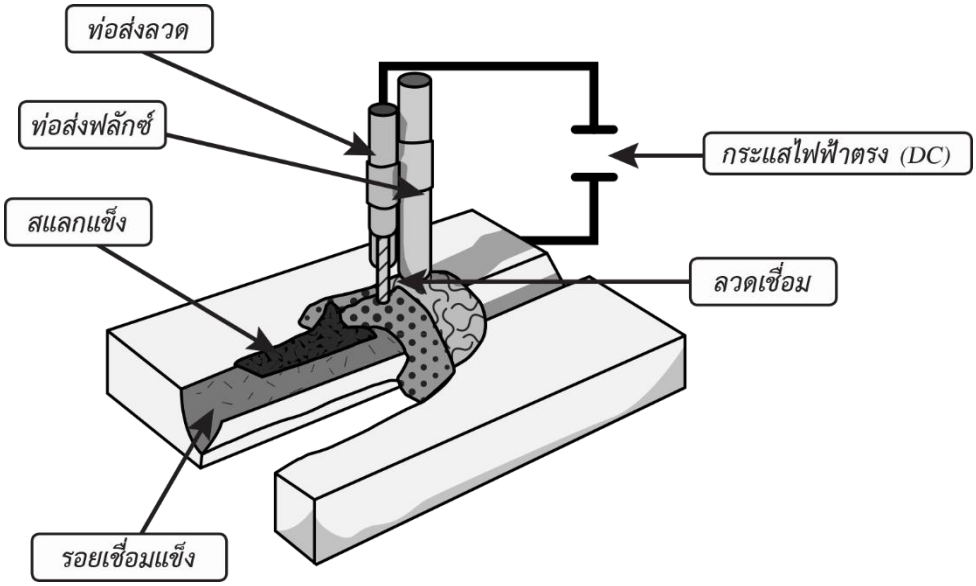


3. การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (Gas Metal Arc Welding) การเชื่อมโลหะแก๊สคลุมหรือการเชื่อมมิก (GMAW) เป็นกระบวนการเชื่อมโดยวิธีการอาร์กชนิดหนึ่งซึ่งได้รับความร้อนที่เกิดจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ซึ่งลวดเชื่อมจะเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous Filler Metal) หรือแบบสิ้นเปลือง (Consumable Electrode)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

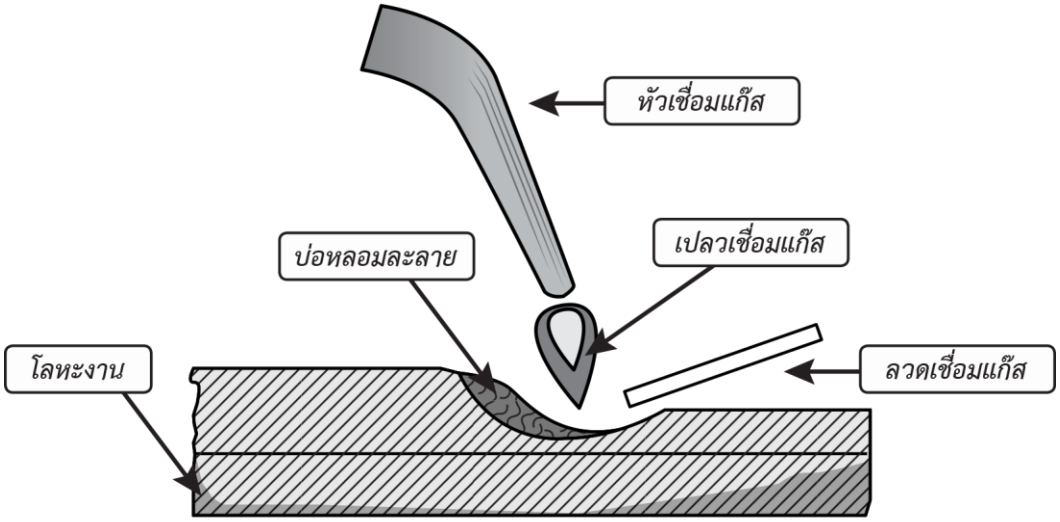
4. การเชื่อมอาร์กไส้ฟลักซ์ (Flux–Core Arc Welding) การเชื่อมอาร์กไส้ฟลักซ์ (FCAW) เป็นกระบวนการเชื่อมโดยมีพื้นฐานมาจากกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shield Metal Arc Welding) และกระบวนการเชื่อมโลหะแก๊สคลุม (Gas Metal Arc Welding) แต่จะแตกต่างกันตรงที่การเชื่อมอาร์กไส้ฟลักซ์จะใช้เส้นลวดกลวง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



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

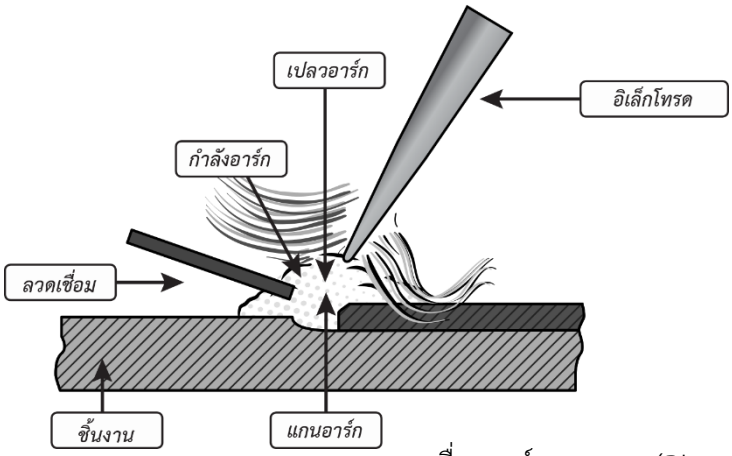


6. การเชื่อมแก๊ส (Oxyfuel Gas Welding) การเชื่อมแก๊ส (OFW) เป็นกระบวนการเชื่อมแบบหลอมละลายโลหะให้ติดกันด้วยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของแก๊สออกซิเจนกับแก๊สเชื้อเพลิง การเชื่อมอาจใช้ลวดเชื่อมและแรงกดงานหรือไม่ก็ได้ แก๊สเชื้อเพลิงที่นำมาใช้คือแก๊สอะเซทิลีน



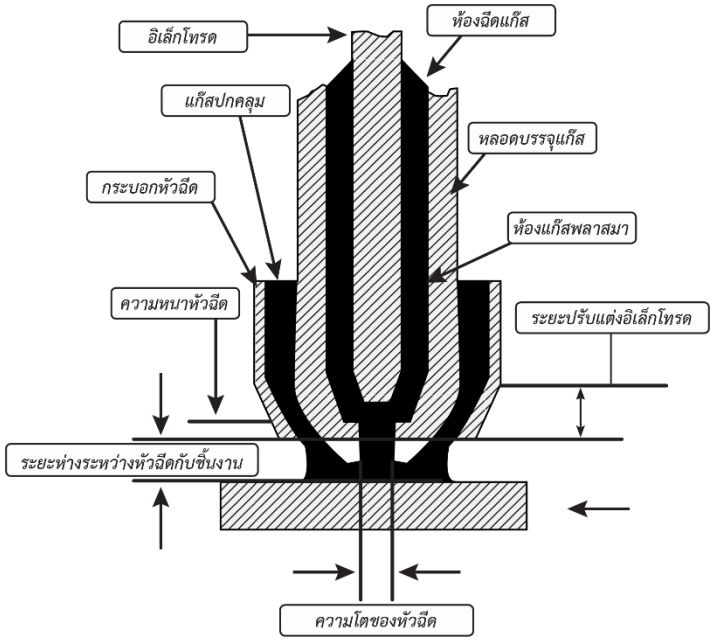
7. การเชื่อมอาร์กคาร์บอน (Carbon Arc Welding) การเชื่อมอาร์กคาร์บอน (CAW) เป็นกระบวนการเชื่อมซึ่งใช้การอาร์กกันระหว่างแท่งอิเล็กโทรดที่ไม่สิ้นเปลือง (Nonconsumable) หรือแท่งคาร์บอนชนิดกราไฟต์ (Carbon Graphite Electrode) กับชิ้นงานหรือระหว่างแท่งอิเล็กโทรดคาร์บอนคู่ (Twin Carbon Arc Welding)

การเชื่อมด้วยแท่งคาร์บอนมีขอบเขตการใช้งานมาก เป็นการเชื่อมที่ใช้ความร้อนเป็นพลังงานอย่างเดียว คล้ายกับกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (GTAW) ซึ่งอุณหภูมิที่เกิดระหว่างการอาร์กจะอยู่ที่ 3,870–4,980 องศาเซลเซียส (7,000-9,000 องศาฟาเรนไฮต์) ซึ่งขึ้นอยู่กับกระแสที่ใช้ในระหว่างการอาร์ก คาร์บอนเล็กโทรดจะไหม้ไปกับการอาร์กน้อยมากโดยไม่มีผลต่อเนื้อรอยเชื่อม และรอยเชื่อมจะเกิดการเติมจากเนื้อโลหะชนิดเดียวกันกับโลหะชิ้นงานเท่านั้น การเชื่อมอาร์กคาร์บอน

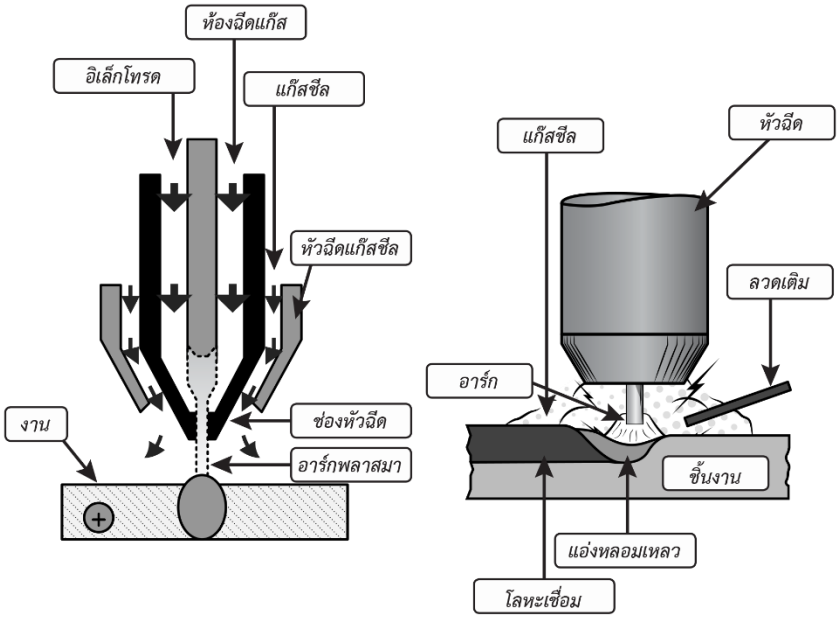


8. ก า ร เชื่อมอาร์กพลาสมา (Plasma Arc Welding) การเชื่อมอาร์กพลาสมา (PAW) มีพื้นฐานมาจากการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (GTAW) แต่จะให้ความหนาแน่นของพลาสมาสูงกว่า การเชื่อมพลาสมาที่ได้รับความร้อนจากเปลวอาร์กที่บังคับให้ผ่านหลอดบรรจุ (Nozzle

Constricted) ซึ่งอยู่ระหว่างแท่งอิเล็กโทรดกับชิ้นงาน แก๊สบางส่วนจะแตกตัวเป็นไอออไนซ์ (Ionized) เรียกว่า พลาสมา ซึ่งประกอบไปด้วยอิเล็กตรอนอิสระที่มีประจุไฟฟ้าบวกและลบเกิดความต้านทานสูงจึงเร่งให้เกิดความร้อนอย่างรวดเร็ว และพลังงานความร้อนจะไหลผ่านช่องเล็กๆ (Oriffiice) ของหัวฉีด (Nozzle) เพื่อเพิ่มความเร็วสูง ทำให้เกิดการอาร์กพุ่งเข้าสู่ชิ้นงานเป็นพื้นที่เล็กๆ ทำให้รอยเชื่อมแคบและเล็ก



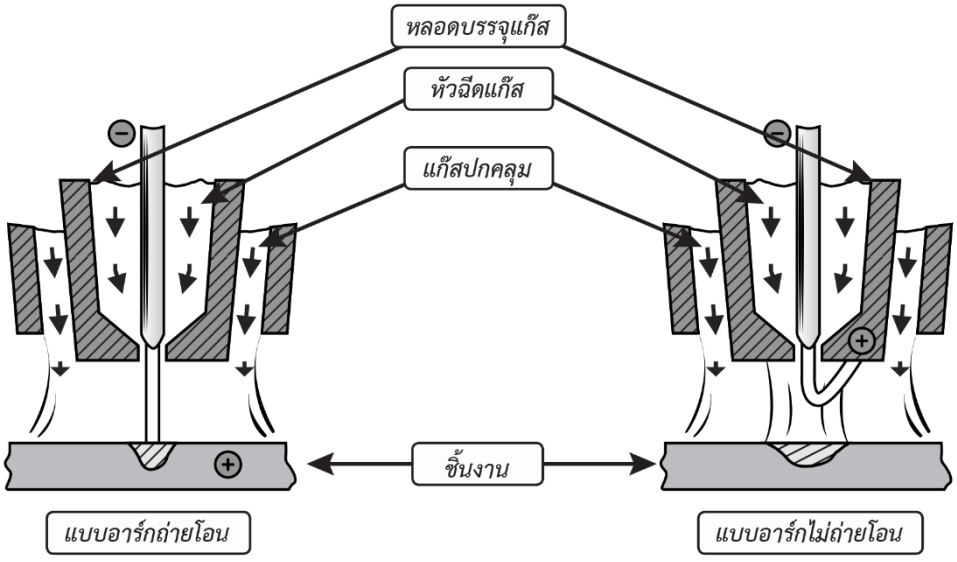
การเชื่อมอาร์กพลาสมาไม่เป็นที่นิยมเท่ากับการตัดด้วยพลาสมา ซึ่งการเชื่อมอาร์กพลาสมามีความเหมาะสมกับการเชื่อมโลหะจำพวกเหล็กสแตนเลส อะลูมิเนียม และโลหะที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องบินและอุปกรณ์พิเศษอื่นๆ ที่ใช้ในวงการแพทย์ เนื่องจากคุณภาพของรอยเชื่อมจะดี ในกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยไฟฟ้าทุกชนิดจะทำให้เกิดพลาสมา เช่น การเชื่อมโลหะแก๊สคลุม (GMAW) การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (GTAW) แต่จะมีจำนวนพลาสมาน้อยและสูญหายไปอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากมีปริมาณน้อยดังนั้นการพัฒนาการเชื่อมอาร์กพลาสมามีโครงสร้างคล้ายกับการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมมากที่สุด



การเชื่อมอาร์กพลาสมาแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

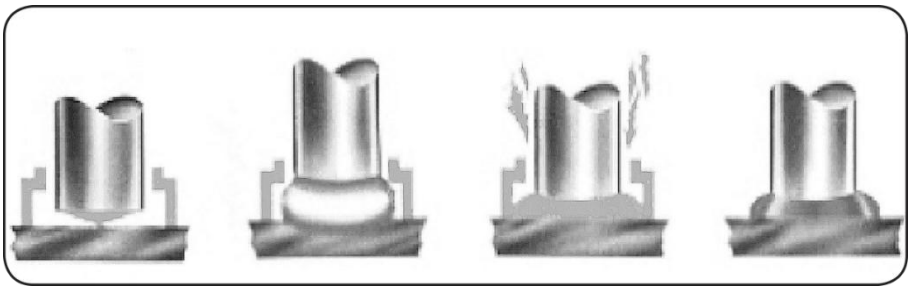
1. การเชื่อมแบบอาร์กถ่ายโอน (Transferred Arc) การอาร์กเกิดขึ้นระหว่างอิเล็กโทรดกับชิ้นงาน เมื่อเกิดจากการอาร์กจะเกิดแก๊สไอออไนซ์ (Ionized) ไหลออกมาจากช่องเล็กๆ (Oriffi fi ice) ของหัวฉีด (Nozzle) ทำให้เกิดพลังงานความร้อนสูงเรียกว่าพวยพลาสมา (Plasma Jet) ที่ใช้สำหรับการเชื่อม

2. การเชื่อมแบบอาร์กไม่ถ่ายโอน (Nontransferred Arc) การอาร์กเกิดขึ้นระหว่างอิเล็กโทรดกับคอนสติกออริไฟล์ (Constric Orifice) ที่อยู่ภายในหัวเชื่อมจะต่อไว้กับวงจรเชื่อม โดยความร้อนที่เกิดขึ้นจะไหลผ่านรูหัวฉีด ทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นต่ำกว่าการเชื่อมแบบอาร์กถ่ายโอนจึงเหมาะกับการตัดและเชื่อมงานที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า



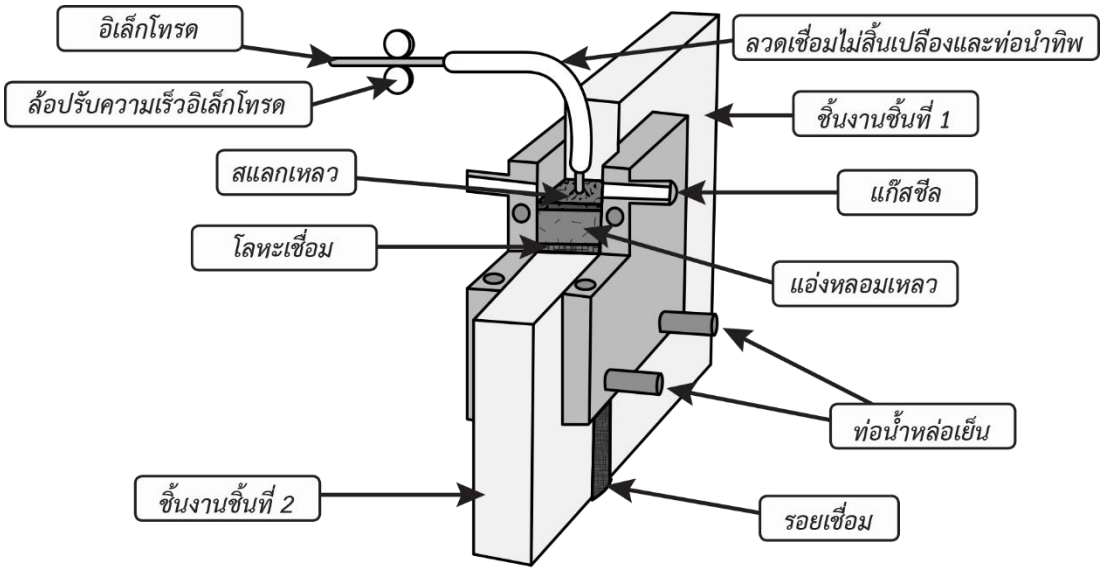
9. การเชื่อมสลัก (Stud Welding) การเชื่อมสลัก (SW) คือการเชื่อมปลายสลักหรือชิ้นงานที่รูปร่างคล้ายสลักมาเชื่อมต่อกัน ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การอาร์ก การใช้ความต้านทาน (Resistance) การใช้แรงเสียดทาน (Friction) และการเชื่อมกระทบ (Percusstion Welding) แต่จะกล่าวเฉพาะการเชื่อมแบบอาร์ก

การเชื่อมสลักแบบอาร์ก คือการเชื่อมปลายสลักกับชิ้นงานโดยอาศัยความร้อนจากการอาร์กระหว่างปลายสลักกับพื้นผิวชิ้นงานภายใต้แรงกดดันต่ำ ทั้งนี้หัวเชื่อมจะเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับการจับสลักและเคลื่อนสลักสู่ตำแหน่งที่ติดตั้งสลัก ขณะเดียวกันก็จะปล่อยกระแสไฟฟ้าสูงสู่ปลายสลัก โดยขณะอาร์กต้องมีวัสดุที่ป้องกันบรรยากาศภายนอกซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ครอบบริเวณอาร์ก เรียกว่าเฟอร์รูล (Ferrule) ส่วนมากจะเป็นพวกเซรามิก



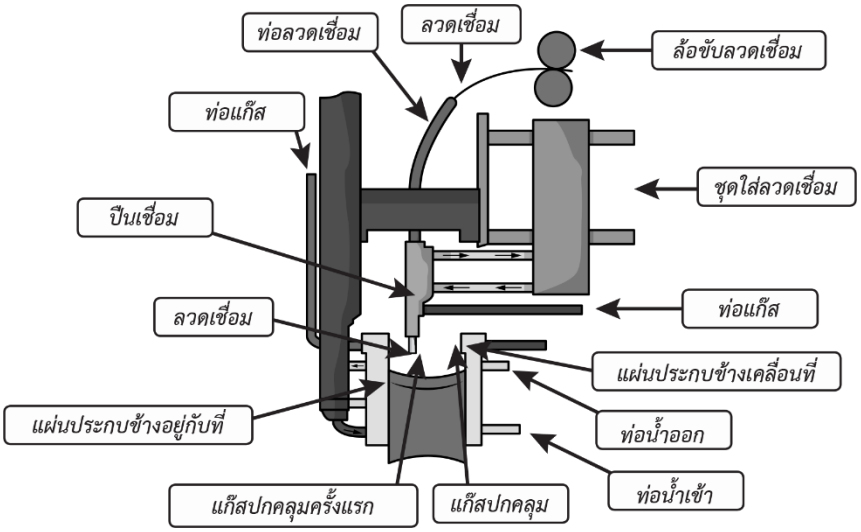
10. การเชื่อมอิเล็กโตรสแลก (Electro Slag Welding) การเชื่อมอิเล็กโตรสแลก (ESW) คือกระบวนการเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากการต้านทานไฟฟ้าเป็นตัวหลอมละลายฟลักซ์ ฟลักซ์ที่หลอมละลายเรียกว่าสแลก และการหลอมละลายของอิเล็กโทรดจะทำให้ผิวหน้าของรอยต่อของโลหะชิ้นงานหลอมละลาย และฟลักซ์ที่หลอมเหลวทำหน้าที่เป็นโลหะเติมเต็ม ลงรอยต่อของชิ้นงานอย่างต่อเนื่องและทำหน้าที่ป้องกันออกซิเจนจากอากาศและกำจัดสิ่งสกปรกต่างๆ ออกจากรอยเชื่อม ใช้กับการเชื่อมอัตโนมัติและเชื่อมในตำแหน่งท่าตั้งเชื่อมขึ้น

การเชื่อมอิเล็กโตรสแลกนี้จะใช้ในงานเชื่อมที่มีรอยต่อขนาดใหญ่และงานหนาๆ ซึ่งสามารถเชื่อมได้อย่างรวดเร็วเชื่อมได้ครั้งละหลายๆ แนวในเวลาเดียวกัน เหมาะสำหรับงานโครงสร้างขนาดใหญ่ งานเครื่องจักรกล ภาชนะความดัน เป็นต้น



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

การเชื่อมอิเล็กโตรแก๊สใช้สำาหรับการเชื่อมโครงสร้าง งานต่อเรือ ถังความดัน ถังเก็บของเหลวโดยความหนาของชิ้นงานที่ 10–100 มิลลิเมตร



6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

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.การเชื่อมอาร์กพลาสม่าสามารถแบ่งออกเป็นกี่ชนิด

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

7.การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมใช้แก๊สชนิดใดปกคลุมแนวเชื่อม เพื่อป้องกันบรรยากาศภายนอกเข้าไปรวมตัวกับนวเชื่อม

ก. แก๊สฮีเลียม

ข. แก๊สอาร์กอน

ค. แก๊สอะเซทิลีน

ง. คาร์บอนไดออกไซด์

จ. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

8.วัสดุที่เรียกว่า เฟอร์รูล เป็นวัสดุที่ใช้ครอบบริเวณอาร์กกระบวนการเชื่อมใด

ก. การเชื่อมพลาสม่า

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.กระบวนการเชื่อมแบบอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

จ.กระบวนการเชื่อมแบบอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

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.การเชื่อมอาร์กพลาสม่าสามารถแบ่งออกเป็นกี่ชนิด

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

7.การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมใช้แก๊สชนิดใดปกคลุมแนวเชื่อม เพื่อป้องกันบรรยากาศภายนอกเข้าไปรวมตัวกับนวเชื่อม

ก. แก๊สฮีเลียม

ข. แก๊สอาร์กอน

ค. แก๊สอะเซทิลีน

ง. คาร์บอนไดออกไซด์

จ. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

8.วัสดุที่เรียกว่า เฟอร์รูล เป็นวัสดุที่ใช้ครอบบริเวณอาร์กกระบวนการเชื่อมใด

ก. การเชื่อมพลาสม่า

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.กระบวนการเชื่อมแบบอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

จ.กระบวนการเชื่อมแบบอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

	ใบงาน ที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 1-4**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 5 ชม.**
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรูความเขาใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใชงานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หนวยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องคการมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผูเชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1.หลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

2.เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะพื้นฐาน

3.รอบทำงานของเครื่องเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

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

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 1
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

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 เพื่อทำให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

8. สรุปและวิจารณ์ผล

กระบวนการเชื่อมโลหะที่นำมาใช้งาน ในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายกระบวนการ ซึ่งแต่ละกระบวนการจะมีวิธีการนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้ที่ศึกษาในเรื่องงานเชื่อมโลหะจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้กระบวนการเชื่อมโลหะ ซึ่งมีการแบ่งกลุ่มของกระบวนการเชื่อมเป็นวิธีใหญ่ๆ 2 วิธี ผู้เรียนต้องศึกษาเพื่อที่จะได้รู้และนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องตามกระบวนการ

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้ 2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 1

รายวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น รหัสวิชา 20103-2001

เรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

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	มีสัญชาตญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

<u>สรุปผลการประเมิน</u> ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ .....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 1 เรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

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

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

ลงชื่อ .....ครูผู้สอนสังเกต

(.....)

สัปดาห์ที่.....

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คุณธรรม	คุณลักษณะ
		มีความใฝ่เรียนรู้	มีความกระตือรือร้น	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความคิดริเริ่ม	มีความรับผิดชอบ	มีวินัย	มีความซื่อสัตย์	มีความเมตตา	มีความอ่อนน้อมถ่อมตน			
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** 2
	รหัสวิชา 20103-1001 **ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น**	**สอนครั้งที่** 5-8
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก	**ทฤษฎี** 1 **ชม.** **ปฏิบัติ** 5 **ชม.**
ชื่อเรื่อง/งาน กระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.1 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้

1.4 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้

1.5 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการรื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี

2. สาธิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการในการปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง

3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎขอบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน

2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1.แสดงความรู้หลักการเชื่อม SMAW

2 แสดงการเลือกใช้ เครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ ลวดเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

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

5. สาระการเรียนรู้

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้
5. อธิบายอิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ด้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาในสัปดาห์ที่แล้ว
2. ครูสรุปว่าในสัปดาห์นี้จะเรียนในเนื้อหาต่อจากสัปดาห์ที่แล้ว คือ เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม อิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อม และลำดับขั้นการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง **การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม** ตามหัวข้อดังนี้

- เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

  อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม มีดังนี้

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

- อิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อม

  แท่งอิเล็กโทรดทังสเตนจะแตกต่างจากลวดเชื่อมชนิดอื่นจะทำหน้าที่เกิดการอาร์ก ไม่ใช่โลหะเติมหรือลวดเชื่อม จึงเป็นอิเล็กโทรดที่ไม่หลอมละลาย ทังสเตนมีจุดหลอมละลาย (Melting Point) สูงมาก สูงกว่าโลหะชนิดอื่น คือมีจุดหลอมละลายที่ 3,410 องศาเซลเซียส แท่งอิเล็กโทรดทังสเตนจะผสมด้วยธาตุทอเรียม (Thorium) และเซอร์โคเนียม (Zerconium) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนมีตั้งแต่ 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 ตัวแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนต้องไม่มีรอยแตกและสแลกไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่ที่แท่งอิเล็กโทรดทังสเตน เพราะจะทำให้รอยเชื่อมมีคุณภาพไม่ดี ผิวของแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนมี 2 แบบ คือแบบผิวล้างด้วยน้ำยาเคมี (Chemical Clean Finish) และแบบผิวเจียระไน (Grind Finish) ซึ่งแบบผิวเจียระไนจะมีผิวเป็นมัน

- ลำดับขั้นการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

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

2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนว่าใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบดูว่าหัวฉีด (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนเข้ากันได้หรือไม่ ให้ดูในตารางที่ 4.4 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนที่ยื่นพ้นหัวฉีดให้ถูกต้อง โดยรอยต่อชน (Butt Joint) จะมีความยาวยื่นออกมา 18 - $\frac{3}{16}$ นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที (T Joint) หรือรอยเชื่อมฟิลเล็ต มีความยาวยื่นออกมาประมาณ 14 - $\frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว ดังรูปที่ 4.18 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

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

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

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อทำให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม 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. ตรวแบบประเมินผลการเรียนรู้
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 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 5-8**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 5 ชม.**
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

นำความรูความเขาใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใชงานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หนวยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องคการมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผูเชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้
5. อธิบายอิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ด้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

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

5. เนื้อหาสาระ

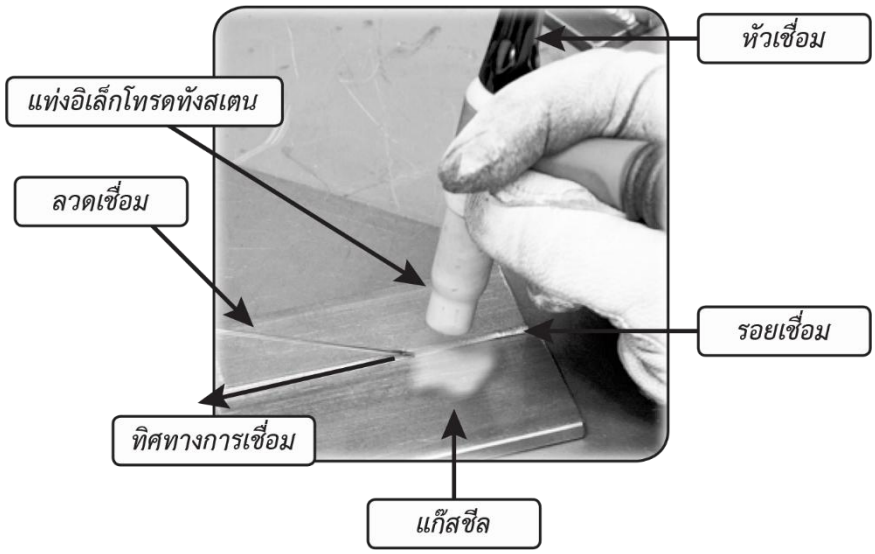
การจ่ายแก๊สแบบแมนิโฟลด์ (Manifold)

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

เป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะโดยชิ้นงานหลอมละลายด้วยความร้อนจากการอาร์กระหว่างแท่งทังสเตนกับโลหะชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยหรือแก๊สเฉื่อยผสมปกคลุมรอยเชื่อมขณะเกิดการอาร์ก รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมก็ได้ การเชื่อมทิกเป็นการเชื่อมที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง โดยมีการพัฒนาเครื่องเชื่อม และวิธีการเชื่อมใหม่ๆ ขึ้นมาสามารถเชื่อมต่อโลหะได้เกือบทุกชนิด

กรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

การเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมเป็นการเชื่อมด้วยการอาร์ก การอาร์กทำให้เกิดความร้อนอย่างรุนแรง ซึ่งเกิดจากการอาร์กระหว่างแท่งอิเล็กโทรดทังสเตน (Tungsten Electrode) กับโลหะชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อย หรือแก๊สเฉื่อยผสมปกคลุมบริเวณบ่อหลอมละลายและรอยเชื่อมเพื่อป้องกันบรรยากาศจากภายนอกเข้ามาทำรวมตัวกับรอยเชื่อม โดยแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนถือว่าเป็นลวดเชื่อมแต่จะไม่เกิดการสิ้นเปลือง (Non – Consumable Electrode) ซึ่งมีหน้าที่สำหรับการอาร์กเท่านั้น รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมก็ต้องใช้โลหะเติมเรียกว่าลวดเชื่อม หรือไม่เติมก็ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะงาน



แสดงกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (ทิก)

ข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

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

8. สามารถเชื่อมโลหะได้เกือบทุกชนิด

การเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม

กระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม มี 3 ประเภท ดังนี้

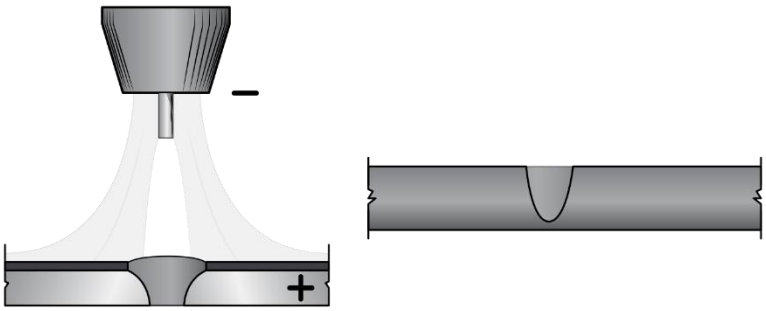
1. กระแสตรงขั้วลบ (DCEN) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วลบ

2. กระแสตรงขั้วบวก (DCEP) ให้ลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก

3. กระแสสลับความถี่สูง

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

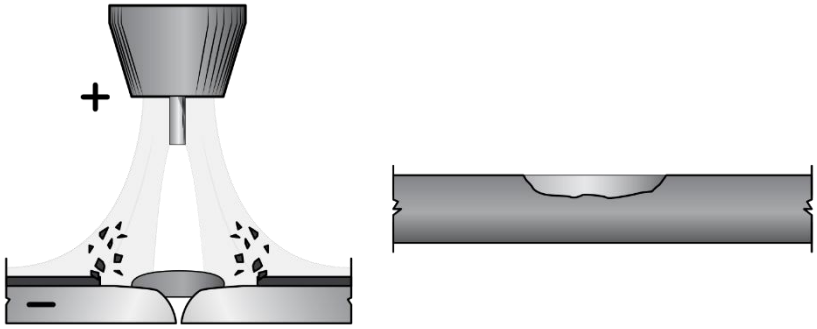
การต่อด้วยวิธีนี้ความร้อนจะเกิดที่ชิ้นงานมากกว่าในอัตรา 70 : 30 โดยอยู่ที่อิเล็กโทรด 30% ชิ้นงาน 70% แท่งทังสเตนจะมีขนาดเล็กกว่ากระแสตรงขั้วบวก และใช้กระแสไฟสูงกว่า ดังนั้นรอยเชื่อมที่เกิดขึ้นจะมีความแคบและหลอมละลายลึก



แสดงการหลอมละลายของรอยเชื่อมการต่อแบบ DCEN

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

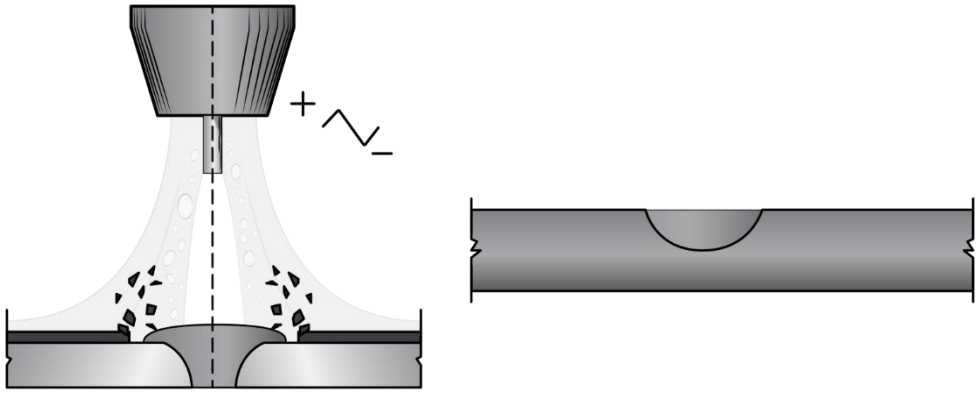
การต่อด้วยวิธีนี้ความร้อนจะเกิดที่มากกว่าอิเล็กโทรดในอัตรา 70 : 30 โดยอยู่ที่อิเล็กโทรด 70% ชิ้นงาน 30% ดังนั้นแท่งทังสเตนจะมีขนาดโตกว่าการต่อกระแสไฟเชื่อมด้วยวิธีอื่นๆ รอยเชื่อมที่เกิดขึ้นจะมีรอยกว้างและซึมลึกน้อย การต่อแบบนี้นำมาใช้ในการเชื่อมทิกน้อยมาก ในการต่อกระแสตรงทั้ง 2 แบบนี้สามารถเชื่อมโลหะได้ทุกชนิดยกเว้นอะลูมิเนียมและแมกนีเซียม



แสดงการหลอมละลายของรอยเชื่อมการต่อแบบ DCEP

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

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



แสดงการหลอมละลายของรอยเชื่อมการต่อแบบ ACHF

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

1. เครื่องเชื่อม (Power Source)

เครื่องเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม ควรเป็นเครื่องเชื่อมที่มีการออกแบบเป็นพิเศษ มีทั้งกระแสไฟฟ้าตรงและกระแสไฟฟ้าสลับ โดยทั่วไปเครื่องเชื่อมจะเป็นแบบทรานฟอร์เมอร์ – เรกติไฟเออร์ (Transformer – Rectifier) หรือเครื่องแบบเจเนอเรเตอร์ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องยนต์ก็ได้รวมไปถึงเครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์ ที่สามารถนำมาใช้งานได้สะดวกและมี ฟังก์ชันเพื่อใช้ให้สะดวกมากยิ่งขึ้น เครื่องเชื่อมจะมีระบบผลิตความถี่สูงและคงที่ (High Freqency – Constant – Current) ติดตั้งไว้ด้วย สำหรับกรณีที่เชื่อมด้วยกระแสไฟฟ้าสลับระบบความถี่สูงจะถูกใช้อย่างต่อเนื่อง กรณีที่เชื่อมด้วยกระแสไฟฟ้าตรงสวิตช์ความถี่สูงจะเริ่มใช้ในการเริ่มต้นอาร์กในแบบทรานฟอร์เมอร์เรกติไฟเออร์ 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)

แก๊สปกคลุมที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม เป็นแก๊สที่ใช้สำหรับปกคลุมรอยเชื่อมและบ่อหลอมละลาย เพื่อป้องกันมิให้อากาศภายนอกมาทำปฏิกิริยากับรอยเชื่อมขณะเชื่อมซึ่งวิธีนี้มีมานานแล้วเช่น การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิ–อะเซทิลีน ซึ่งการเผาไหม้ของแก๊สอะเซทิลีนกับแก๊สออกซิเจนทำให้เกิดความร้อนและทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และไอน้ำ ซึ่งแก๊สเหล่านี้จะทำหน้าที่ปกคลุมรอยเชื่อมที่กำลังหลอมละลาย หรือในการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ รอยเชื่อมที่หลอมละลาย และบริเวณอาร์กจะถูกปกคลุมด้วยแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ของฟลักซ์เช่นกัน และทำหน้าที่การอาร์กให้สม่ำเสมอ ชนิดของแก๊สปกคลุมที่ใช้มีดังนี้

2.1 แก๊สอาร์กอน

แก๊สอาร์กอน สัญลักษณ์ทางเคมี Ar เป็นแก๊สที่นิยมใช้กันมากเพราะเปลวอาร์กที่เกิดแคบและต่ำแต่มีความเข้มสูง ทำให้ชิ้นงานได้รับความร้อนสูง ดังนั้นรอยเชื่อมจะมีการซึมลึกสูงแต่รอยแคบ สมบัติของแก๊สอาร์กอน มีดังนี้

- การเริ่มต้นอาร์กทำได้ง่าย การอาร์กคงที่เหมาะกับโลหะบาง
- ปริมาตรของแก๊สต่ำ มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ ใช้แก๊สน้อยกว่าแก๊สชนิดอื่นที่ใช้เชื่อมทิก เช่น แก๊สฮีเลียม ควบคุมบ่อหลอมละลายได้ดี โดยเฉพาะท่าเชื่อมท่าตั้งและท่าเหนือศีรษะ ถ้าโลหะหนามากกว่า 4 มิลลิเมตรควรใช้แก๊สอาร์กอนผสมแก๊สฮีเลียม
- มีความต่างศักย์ต่ำ ปฏิกิริยาที่ได้สะอาด 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

โดยทั่วๆ ไปจะมีการผสมของแก๊สอาร์กอนผสมฮีเลียมในอัตราส่วน 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 จุดประสงค์ของส่วนผสมของผสมแก๊สอาร์กอนกับแก๊สไฮโดรเจนเพื่อช่วยเพิ่มความร้อนจากการอาร์ก

2.5 แก๊สไนโตรเจน

แก๊สไนโตรเจน สัญลักษณ์ทางเคมี N เป็นแก๊สที่นำไปผสมอีกชนิดหนึ่งแต่ไม่ค่อยได้ใช้ เพราะต้องใช้แรงเคลื่อนฟ้าที่สูง จึงจะได้กระแสไฟเชื่อมที่สูง การถ่ายเทความร้อนจะสูงกว่าแก๊สอาร์กอนและแก๊สฮีเลียมแก๊สไนโตรเจนที่บริสุทธิ์นำไปผสมส่วนมากใช้เชื่อมทองแดงเพื่อป้องกันอากาศเข้าไปรวมตัวกับทองแดง แรงเคลื่อนจากการอาร์กจะให้กระแสไฟเชื่อมสูงกว่าการใช้แก๊สอาร์กอนและแก๊สฮีเลียมที่ผสมกัน แต่จะทำให้อิเล็กโทรดทังสเตนสกปรกมากหน้าที่ของแก๊สปกคลุมคือต้องไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะชิ้นงาน และต้องทำการอาร์กให้สม่ำเสมอ

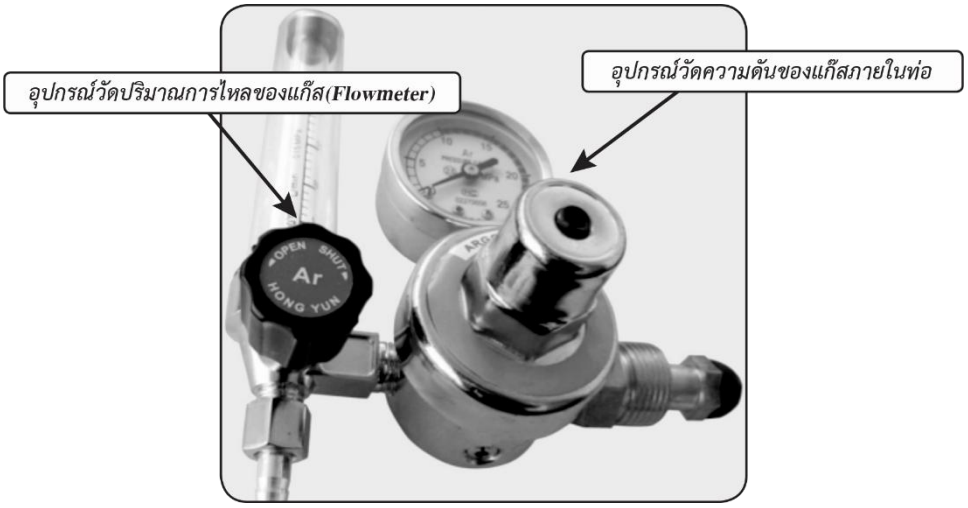
อุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊สปกคลุม(Regulator & Flowmeter)

แก๊สที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมจะถูกบรรจุไว้ในท่อบรรจุด้วยความดันสูง ซึ่งในการนำไปใช้งานจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊ส ซึ่งอุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊สแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

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

อุปกรณ์วัดความดันของแก๊สภายในท่อมีลักษณะคล้ายกับอุปกรณ์ควบคุมความดันแก๊สออกซิเจนโดยจะมีอุปกรณ์วัดความดันภายในท่อ มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือเป็นบาร์ ส่วนอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของแก๊สมีหน้าที่ควบคุมการไหลของแก๊ส มีหน่วยวัดเป็น CFH (ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง)

หรือ lpm (ลิตรต่อนาที) โดยรูปร่างของอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของแก๊สจะมีลักษณะเป็นหลอดแก้วมีลูกเหล็กกลมบรรจุอยู่ในหลอดแก้ว บอกอัตราการไหลเมื่อแก๊สผ่านเข้าไปในหลอดแก๊สจะดันทำให้ลูกเหล็กลอยตัว นอกจากนี้ยังสามารถปรับเปลี่ยนปริมาณการไหลของแก๊สได้ หลอดแก้วของอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของแก๊สจะต้องตั้งอยู่ในแนวตั้ง (Vertical) เสมอจึงจะอ่านค่าได้ละเอียดถูกต้อง



แสดงอุปกรณ์ควบคุมความดันการไหลของแก๊สปกคลุม

3. หัวเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ (Welding Torch & Equipment)

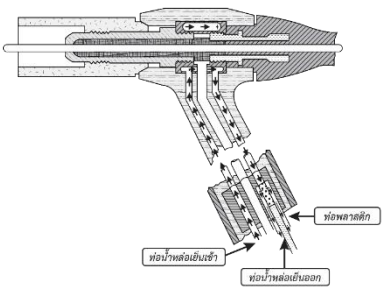
หัวเชื่อมสำหรับการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (ทิก) สำหรับงานเชื่อมที่ควบคุมด้วยมือ มีอยู่ 2 ชนิด คือ

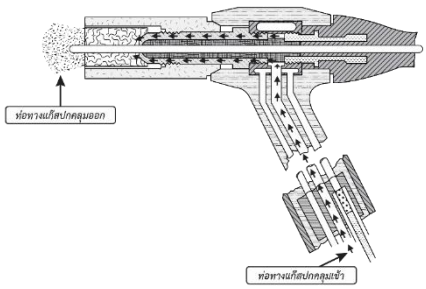
3.1 หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Torch)

หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยอากาศจะใช้ในการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาน้อย ใช้กระแสไฟต่ำใช้ในการเชื่อมระยะสั้นๆ การระบายความร้อนจะใช้อากาศที่อยู่บริเวณรอบๆ หัวเชื่อมเป็นตัวระบายซึ่งระบายความร้อนได้น้อยมาก

3.2 หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Torch)

หัวเชื่อมระบายความร้อนด้วยน้ำ ออกแบบไว้สำหรับการเชื่อมติดต่อกันเป็นเวลานาน ใช้กระแสไฟสูงภายในหัวเชื่อมชนิดนี้จะถูกออกแบบให้น้ำสามารถไหลหมุนเวียนอยู่ภายในและไหลผ่านออกทางสายเชื่อมได้ ต้องคอยตรวจสอบให้น้ำไหลหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันอุปกรณ์หัวเชื่อมเสียหาย และในตัวหัวเชื่อมยังมีการไหลของแก๊สที่มาปกคลุมรอยเชื่อม





หน้าที่ที่สำคัญของหัวเชื่อมสำ หรับการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมที่สำคัญมีดังนี้

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

ชิ้นส่วนประกอบของหัวเชื่อมทิก ในหัวเชื่อมทิก มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. ทอร์ชเชื่อม (Torch Body)

เป็นชิ้นส่วนหลักของหัวเชื่อม ทำด้วยทองแดงผสมเป็นทางผ่านของแก๊สปกคลุมและน้ำที่ใช้ระบายความร้อนและกระแสไฟเชื่อม ซึ่งหุ้มด้วยวัสดุที่ทำเป็นฉนวนป้องกันความร้อนและกระแสเชื่อมอย่างดี

แสดงทอร์ชเชื่อม

2. ตัวจับยึดแท่งอิเล็กโทรดทังสเตน (Electrode Collect)

ใช้สำหรับจับยึดแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนซึ่งต้องใช้ให้ตรงกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งอิเล็กโทรดทังสเตน ทำด้วยทองแดงผสมบางชนิดทำด้วยนิกเกิลโครเมียมผสม

แสดงตัวจับยึดแท่งอิเล็กโทรดทังสเตน (Electrode Collect)

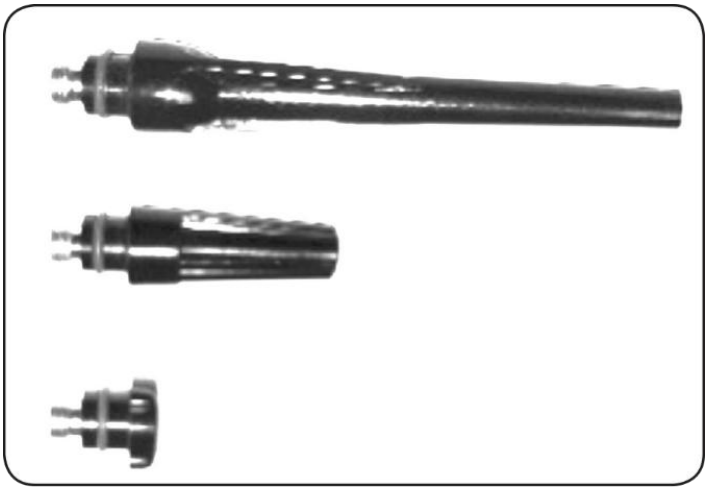
3. คอลเล็ตโฮลเดอร์ (Collet Holder)

เป็นอุปกรณ์จับยึดด้วยเกลียวต่อจากส่วนลำตัวของหัวเชื่อมทำหน้าที่บีบจับตัวจับยึดแท่งทังสเตน (Electrode Collect) ให้จับยึดแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนให้แน่นขึ้น

แสดงคอลเล็ตโฮลเดอร์ (Collet Holder)

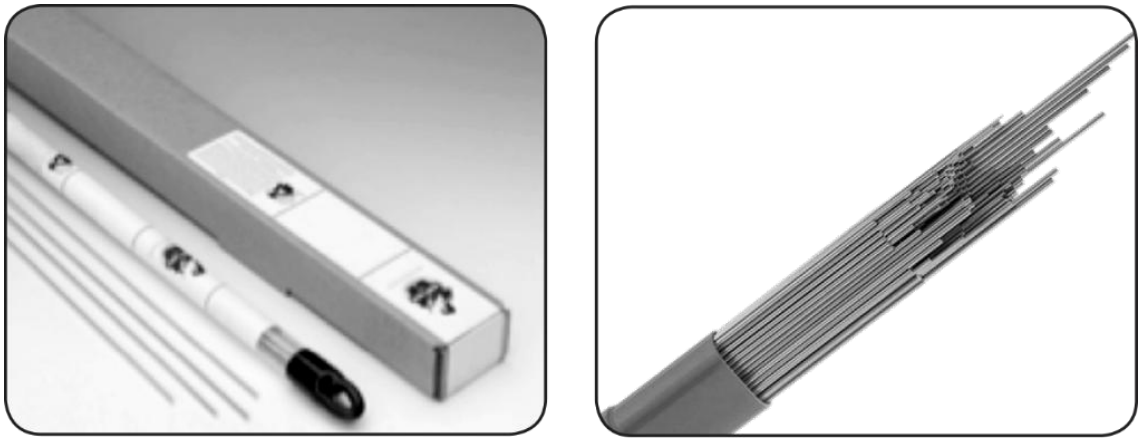
4. ฝาครอบ (Cap)

เป็นตัวครอบแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้แก๊สไหลออก และป้องกันอากาศภายนอกเข้ามาปนกับแก๊สภายในหัวเชื่อม ฝาครอบมีหลายขนาดตามความยาวของแท่งอิเล็กโทรดทังสเตน ซึ่งแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนจะมีขนาดยาว 2 นิ้ว 3 นิ้ว และ 7 นิ้ว รูปหัวครอบ



5. ลวดเชื่อม (Filler Metal)

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

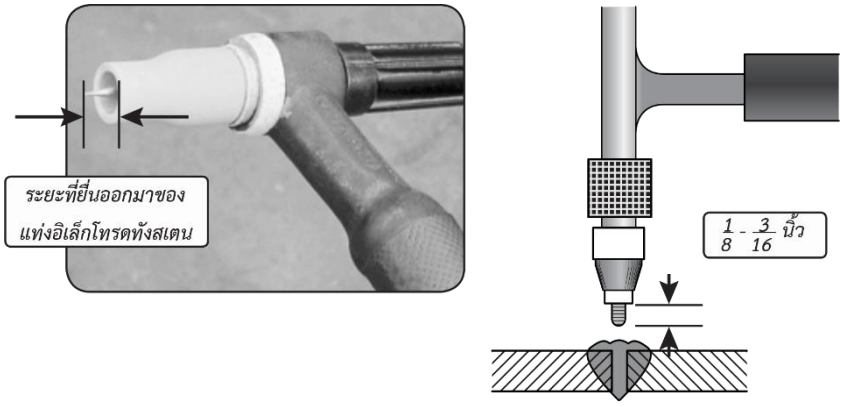


แสดงลวดเชื่อมเติมในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

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

2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนว่าใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบดูว่าหัวฉีด (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนเข้ากันได้หรือไม่

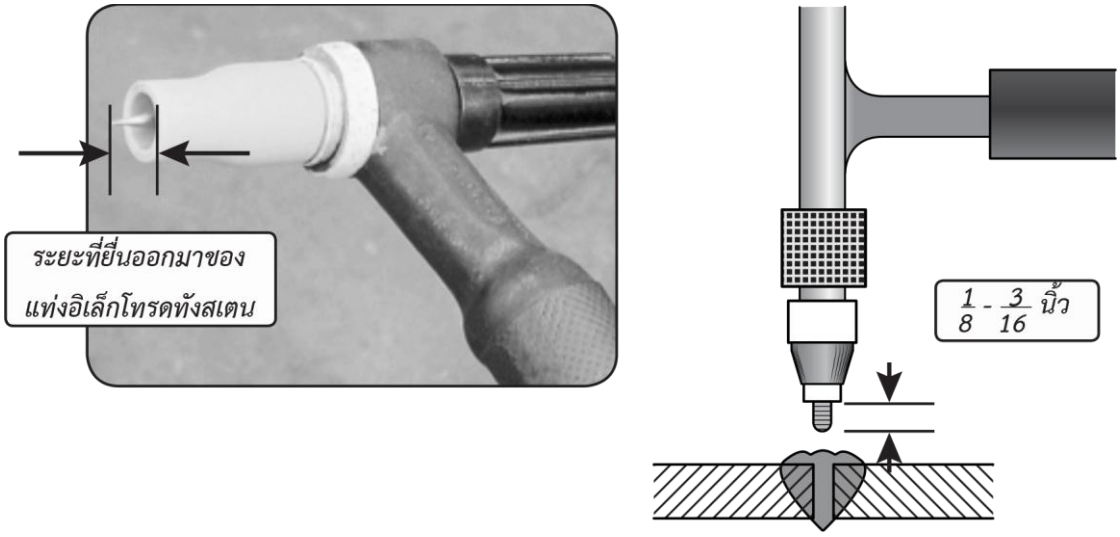
3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนที่ยื่นพ้นหัวฉีดให้ถูกต้อง โดยรอยต่อชน (Butt Joint) จะมีความยาวยื่นออกมา 18 — $\frac{3}{16}$ นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที (T Joint) หรือรอยเชื่อมฟิลเล็ต มีความยาวยื่นออกมาประมาณ 1 — $\frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว



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

2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนว่าใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบดูว่าหัวฉีด (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนเข้ากันได้หรือไม่

3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนที่ยื่นพ้นหัวฉีดให้ถูกต้อง 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



แสดงปรับระยะแท่งอิเล็กโทรดทังสเตน (1)

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1.การประกระแสไฟเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมแบบใด ทำให้รอยเชื่อมมีความแคบและหลอมละลายลึก

ก. AC

ข. ACHF

ค. DCEP

ง. DCEN

จ. ถูกทั้ง ค และ ง

2.ข้อใดกล่าวถูกต้องสำหรับกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

ก. เกิดเม็ดโลหะ (Spetter)

ข. เชื่อมได้เกือบทุกตำแหน่งท่าเชื่อม

ค. เชื่อมโลหะได้บางชนิด

ง. รอยเชื่อมเกิด Slag ปกคลุม

จ. เหมาะสำหรับเชื่อมแนวซึมลึก

3.เวลดิ้งเกรด (Welding Grade) มีแก๊สอาร์กกอนอยู่กี่เปอร์เซ็นต์

ก. 99.98%

ข. 99.99%

ค. 99.993%

ง. 98.998%

จ. 99.997%

4.ในส่วนผสมของแก๊สอาร์กอนจะมีแก๊สไนโตรเจนผสมอยู่กี่ส่วน

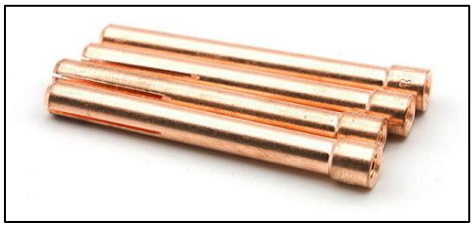
ก. น้อยกว่า 10 ppm

ข. น้อยกว่า 5 ppm

ค. น้อยกว่า 30 ppm

ง. น้อยกว่า 50 ppm

จ. น้อยกว่า 1 ppm



5.จากภาพคือส่วนประกอบอุปกรณ์เชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมที่มีชื่อเรียกว่าอะไร

ก. Cap

ข. Nozzle

ค. Tungsten

ง. Collet Holder

จ. Electrode Correct

6.กระแสไฟเชื่อมในกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม มีกี่ชนิด

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 5

จ. มีเพียงชนิดเดียว

7.ข้อใดเป็นการเลือกใช้ทังสเตนอิเล็กโทรดได้อย่างถูกต้องที่สุด

ก. ทังสเตนบริสุทธิ์นำมาลับปลายทังสเตนให้เรียว และใช้กับกระแสไฟ (DCEN)

ข. ทังสเตนบริสุทธิ์ใช้กับกระแสไฟ (ACHF) ปลายทังสเตนมีลักษณะปลายกลมมล

ค. ทังสเตนบริสุทธิ์ใช้กับกระแสไฟ (ACHF) ปลายทังสเตนมีลักษณะปลายแหลม

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

จ. ทังสเตนผสมทอริเอทเต็ด 1 – 2 % ใช้กับกระแสตรงขั้วลบ (DCEN) มีลักษณะปลายเรียว

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 จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1.การประกระแสไฟเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมแบบใด ทำให้รอยเชื่อมมีความแคบและหลอมละลายลึก

ก. AC

ข. ACHF

ค. DCEP

ง. DCEN

จ. ถูกทั้ง ค และ ง

2.ข้อใดกล่าวถูกต้องสำหรับกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

ก. เกิดเม็ดโลหะ (Spetter)

ข. เชื่อมได้เกือบทุกตำแหน่งท่าเชื่อม

ค. เชื่อมโลหะได้บางชนิด

ง. รอยเชื่อมเกิด Slag ปกคลุม

จ. เหมาะสำหรับเชื่อมแนวซึมลึก

3.เวลดิ้งเกรด (Welding Grade) มีแก๊สอาร์กกอนอยู่กี่เปอร์เซ็นต์

ก. 99.98%

ข. 99.99%

ค. 99.993%

ง. 98.998%

จ. 99.997%

4.ในส่วนผสมของแก๊สอาร์กอนจะมีแก๊สไนโตรเจนผสมอยู่กี่ส่วน

ก. น้อยกว่า 10 ppm

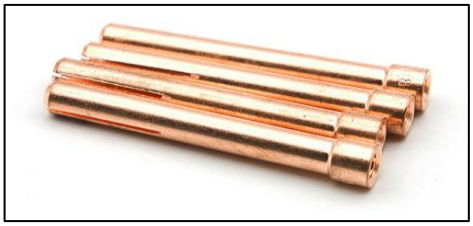
ข. น้อยกว่า 5 ppm

ค. น้อยกว่า 30 ppm

ง. น้อยกว่า 50 ppm

จ. น้อยกว่า 1 ppm

5.จากภาพคือส่วนประกอบอุปกรณ์เชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมที่มีชื่อเรียกว่าอะไร



ก. Cap ข. Nozzle

ค. Tungste ง. Collet Holder

จ. Electrode Correct

6.กระแสไฟเชื่อมในกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม มีกี่ชนิด

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 5

จ. มีเพียงชนิดเดียว

7.ข้อใดเป็นการเลือกใช้ทังสเตนอิเล็กโทรดได้อย่างถูกต้องที่สุด

ก. ทังสเตนบริสุทธิ์นำมาลับปลายทังสเตนให้เรียว และใช้กับกระแสไฟ (DCEN)

ข. ทังสเตนบริสุทธิ์ใช้กับกระแสไฟ (ACHF) ปลายทังสเตนมีลักษณะปลายกลมมล

ค. ทังสเตนบริสุทธิ์ใช้กับกระแสไฟ (ACHF) ปลายทังสเตนมีลักษณะปลายแหลม

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

จ. ทังสเตนผสมทอริเอทเต็ด 1 – 2 % ใช้กับกระแสตรงขั้วลบ (DCEN) มีลักษณะปลายเรียว

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 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 5-8**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 5 ชม.**
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรูความเขาใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใชงานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หนวยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องคการมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผูเชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้
5. อธิบายอิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ด้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจตคติและก็นิสัยที่ดีในการปฏิบัติงนห้วยความรับผิดชอบ 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 เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม อิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อม และลำดับขั้นการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก ตามหัวข้อดังนี้
   - เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม
     อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม มีดังนี้
     1. เครื่องเชื่อม (Power Source)
     2. แก๊สปกคลุม (Shielding gas)
     3. หัวเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ (Welding Torch & Equipment)
     4. อิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อม (Tungsten & Electrode)
   - อิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อม
     แท่งอิเล็กโทรดทังสเตนจะแตกต่างจากลวดเชื่อมชนิดอื่นจะทำหน้าที่เกิดการอาร์ก ไม่ใช่โลหะเติมหรือลวดเชื่อม จึงเป็นอิเล็กโทรดที่ไม่หลอมละลาย ทังสเตนมีจุดหลอมละลาย (Melting Point) สูงมาก สูงกว่าโลหะชนิดอื่น คือมีจุดหลอมละลายที่ 3,410 องศาเซลเซียส แท่งอิเล็กโทรดทังสเตนจะผสมด้วยธาตุทอเรียม (Thorium) และเซอร์โคเนียม (Zerconium) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนมีตั้งแต่ 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 ตัวแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนต้องไม่มีรอยแตกและสแลกไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่ที่แท่งอิเล็กโทรดทังสเตน เพราะจะทำให้รอยเชื่อมมีคุณภาพไม่ดี ผิวของแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนมี 2 แบบ คือแบบผิวล้างด้วยน้ำยาเคมี (Chemical Clean Finish) และแบบผิวเจียระไน (Grind Finish) ซึ่งแบบผิวเจียระไนจะมีผิวเป็นมัน
   - ลำดับขั้นการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม
     1. ตรวจดูความถูกต้องของกระแสไฟเสียก่อน ใช้กระแสไฟแบบ DCEP , DCEN หรือ AC ถ้าเป็น AC ต้องตั้งสวิตช์ความถี่สูงให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และตั้งกระแสไฟให้เหมาะสม

2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนว่าใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบดูว่าหัวฉีด (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนเข้ากันได้หรือไม่ ให้ดูในตารางที่ 4.4 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนที่ยื่นพ้นหัวฉีดให้ถูกต้อง โดยรอยต่อชน (Butt Joint) จะมีความยาวยื่นออกมา 18 - $\frac{3}{16}$ นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที (T Joint) หรือรอยเชื่อมฟิลเล็ต มีความยาวยื่นออกมาประมาณ 14 - $\frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว ดังรูปที่ 4.18 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

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

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

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อทำให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

8. สรุปและวิจารณ์ผล

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

เป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะโดยชิ้นงานหลอมละลายด้วยความร้อนจากการอาร์กระหว่างแท่งทังสเตนกับโลหะชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยหรือแก๊สเฉื่อยผสมปกคลุมรอยเชื่อมขณะเกิดการอาร์ก รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมไม่เติมก็ได้ การเชื่อมทิกเป็นการเชื่อมที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง โดยมีการพัฒนาเครื่องเชื่อมและวิธีการเชื่อมใหม่ๆ ขึ้นมาสามารถเชื่อมต่อโลหะได้เกือบทุกชนิด

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 2

รายวิชา กระบวนการเชื่อม รหัสวิชา 30103-0001

เรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก

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	มีสัญชาตญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

<u>สรุปผลการประเมิน</u> ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ ....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล

หน่วยที่ 3 เรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก

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

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

ลงชื่อ .....ครูผู้สอนสังเกต

(.....)

สัปดาห์ที่ .....

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คุณลักษณะ
		มีความรับผิดชอบในหน้าที่	มีวินัยและการตรงต่อเวลา	มีความซื่อสัตย์สุจริต	มีความกตัญญูกตเวทีต่อครูอาจารย์	มีจิตสาธารณะ	มีความเสียสละและอดทน	มีความเป็นประชาธิปไตย	มีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น	มีความรักชาติ	มีความกล้าหาญทางจริยธรรม		
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 3
	รหัสวิชา 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 9-12**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 5 ชม.**
ชื่อเรื่อง/งาน กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

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 ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการรื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี

2. สาธิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการในการปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง

3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎขอบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน

2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1.แสดงความรู้หลักการเชื่อม SMAW

2 แสดงการเลือกใช้ เครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ ลวดเชื่อม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

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

5. สาระการเรียนรู้

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมมิก ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมมิก ได้
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมมิกได้
5. อธิบายอิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมมิกได้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาในสัปดาห์ที่แล้ว
2. ครูสรุปว่าในสัปดาห์นี้จะเรียนในเนื้อหาต่อจากสัปดาห์ที่แล้ว คือ เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม อิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อม และลำดับขั้นการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิกตามหัวข้อดังนี้

- เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม
  อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม มีดังนี้
  1. เครื่องเชื่อม (Power Source)
  2. แก๊สปกคลุม (Shielding gas)
  3. หัวเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ (Welding Torch & Equipment)
  4. อิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อม (Tungsten & Electrode)
- อิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อม

แท่งอิเล็กโทรดทังสเตนจะแตกต่างจากลวดเชื่อมชนิดอื่นจะทำหน้าที่เกิดการอาร์ก ไม่ใช่โลหะเติมหรือลวดเชื่อม จึงเป็นอิเล็กโทรดที่ไม่หลอมละลาย ทังสเตนมีจุดหลอมละลาย (Melting Point) สูงมาก สูงกว่าโลหะชนิดอื่น คือมีจุดหลอมละลายที่ 3,410 องศาเซลเซียส แท่งอิเล็กโทรดทังสเตนจะผสมด้วยธาตุทอเรียม (Thorium) และเซอร์โคเนียม (Zerconium) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนมีตั้งแต่ 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 ตัวแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนต้องไม่มีรอยแตกและสแลกไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่ที่แท่งอิเล็กโทรดทังสเตน เพราะจะทำให้รอยเชื่อมมีคุณภาพไม่ดี ผิวของแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนมี 2 แบบ คือแบบผิวล้างด้วยน้ำยาเคมี (Chemical Clean Finish) และแบบผิวเจียระไน (Grind Finish) ซึ่งแบบผิวเจียระไนจะมีผิวเป็นมัน

- ลำดับขั้นการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

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

2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนว่าใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบดูว่าหัวฉีด (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนเข้ากันได้หรือไม่ ให้ดูในตารางที่ 4.4 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

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

ประมาณ 14 - $\frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว ดังรูปที่ 4.18 จาก หนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

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

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

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อทำให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม 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. ตรวแบบประเมินผลการเรียนรู้
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 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 9-112**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 5 ชม.**
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

นำความรูความเขาใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใชงานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หนวยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องคการมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผูเชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมมิก ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อม ได้มิก
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมมิก ได้
5. อธิบายอิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมมิกได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

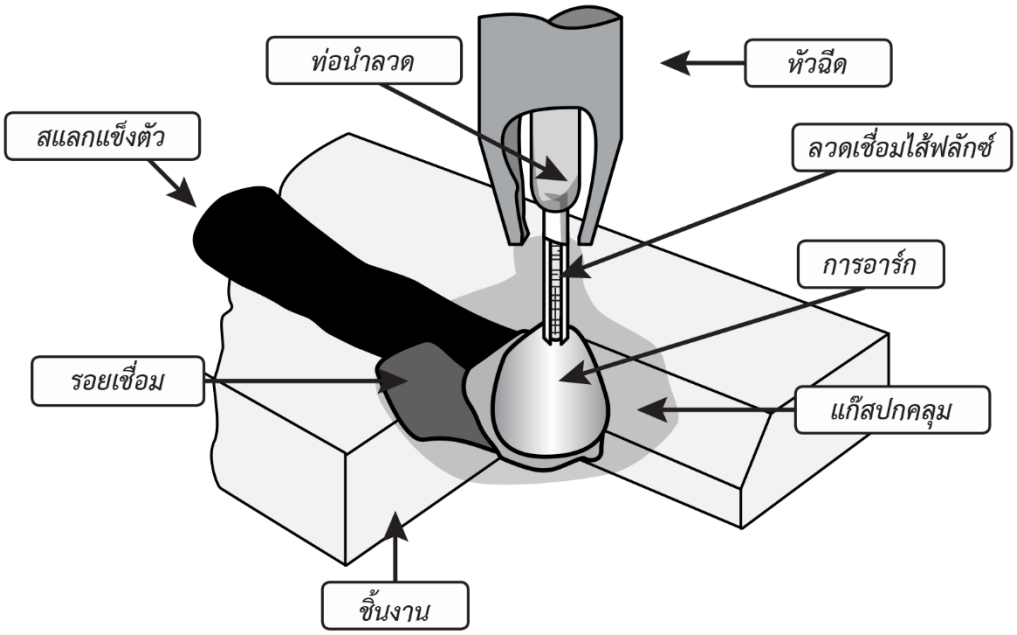
1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจตคติและก็นิสัยที่ดีในการปฏิบัติงนห้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

5. เนื้อหาสาระ

หลักการกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux–Core Arc Welding)

กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux–Core Arc Welding : FCAW หรือ FAW) เป็นการเชื่อมด้วยการอาร์กซึ่งเกิดขึ้นด้วยอิเล็กโทรดชนิดกลวง (Tubular) ที่บรรจุภายในด้วยฟลักซ์ ซึ่งเรียกว่าลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์โดยฟลักซ์ที่อยู่ภายในเส้นลวดจะทำให้เกิดการอาร์กที่สมบูรณ์ เพิ่มสมบัติทางกลและช่วยสร้างรูปร่างรอยเชื่อมให้เหมือนกับฟลักซ์

ซึ่งคล้ายกับวิธีการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) ซึ่งวิธีการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ฟลักซ์จะอยู่นอกลวดเชื่อมแต่เป็นตัวป้องกันบรรยากาศ และอีกวิธีคือเหมือนกับกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (GMAW) โดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) เป็นตัวป้องกันบรรยากาศภายนอก และใช้ลวดเชื่อมชนิดกลวง



แสดงกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (FCAW)

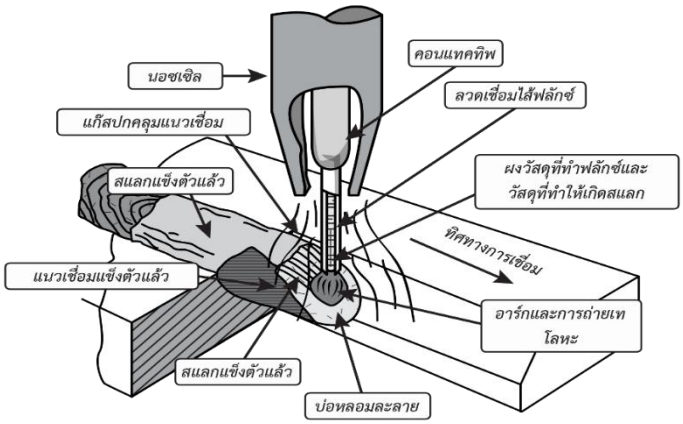
กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์แบ่งได้ 2 แบบ

1. แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก (Gas Shield Flux Core Arc Welding)

2. แบบสร้างแก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์ (Self–Shield Flux Core Arc Welding)

แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก

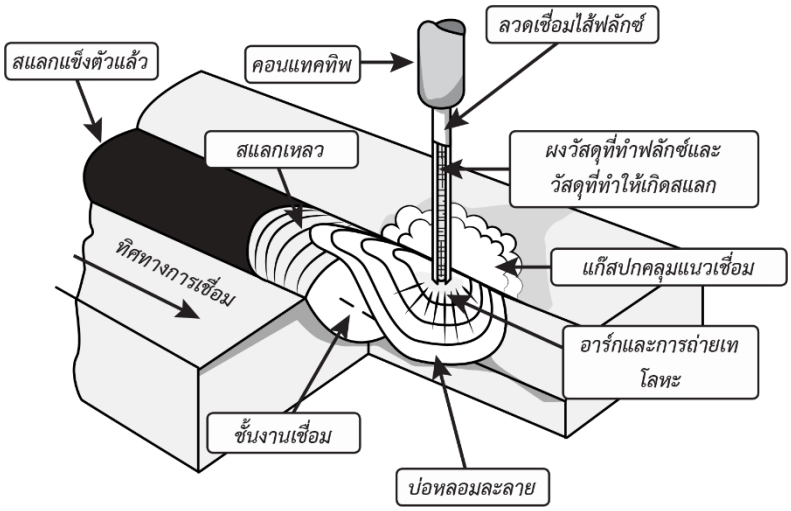
แก๊สที่ใช้จะใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) หรือใช้แก๊สผสมระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์กับอาร์กอนก็ได้ขึ้นอยู่กับชิ้นงาน แก๊สที่ใช้ปกคลุม รอยเชื่อมเพื่อป้องกันแก๊สอ็อกซิเจน และแก๊สไนโตรเจนเข้าไปรวมตัวกับรอยเชื่อม การใช้แก๊สปกคลุมภายนอกจะใช้เมื่อต้องการคุณภาพของรอยเชื่อมสูง ซึ่งคุณภาพของรอยเชื่อม



แสดงกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก

หลักการกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก(MIG)

แบบสร้างแก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์ เป็นแบบเป็นที่นิยมใช้กันมาก ฟลักซ์สามารถสร้างแก๊สปกคลุมเองได้จากปฏิกิริยาทางเคมี เมื่อฟลักซ์ได้รับความร้อนแล้วจะสลายตัวกลายเป็นไอ กระบวนการเชื่อมแบบสร้างแก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์การซึมลึกจะไม่ดีสู้แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอกไม่ได้ เนื่องมาจากการรวมตัวของบรรยากาศขณะเชื่อม สาเหตุก็คือมีแก๊สเกิดขึ้นและมีธาตุที่ขจัดออกซิเจน (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 ไม่มีปัญหาในการเชื่อมงานข้างนอกหรือที่มีลมแรงเหมือนกับกระบวนการ เชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม เนื่องจากแก๊สกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมที่ใช้ปกคลุมสร้างขึ้นมาจากฟลักซ์ในลวดเชื่อมป้องกันกระแสลมได้ดี

10. ลดปัญหาการแตกร้าวในรอยเชื่อม

1. เครื่องเชื่อม (Welding Machine) **อุปกรณ์การเชื่อมไส้ฟลักซ์**

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

แสดงลูกกลิ้งร่องแบบตัววี (V Groove)

3. หัวเชื่อม (Welding Gun or Torch)

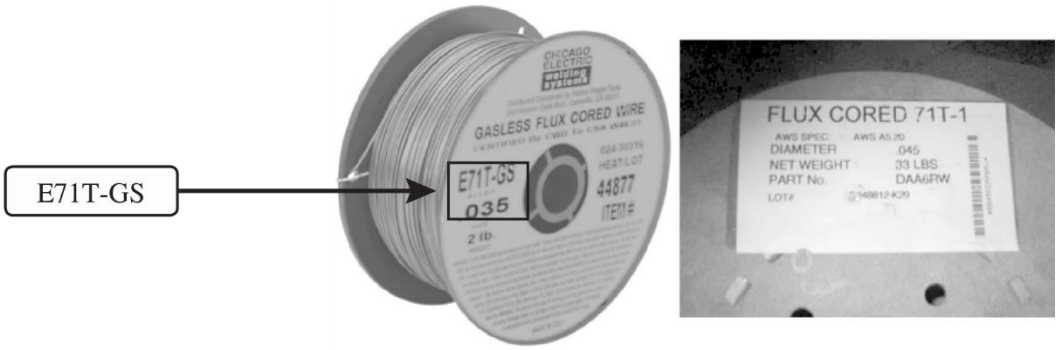
หัวเชื่อมสำหรับการเชื่อมไส้ฟลักซ์เหมือนกับอาร์กโลหะแก๊สคลุมหรือมิก หัวเชื่อมที่ใช้มีด้วยกัน 2 แบบคือ แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled) และแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled)

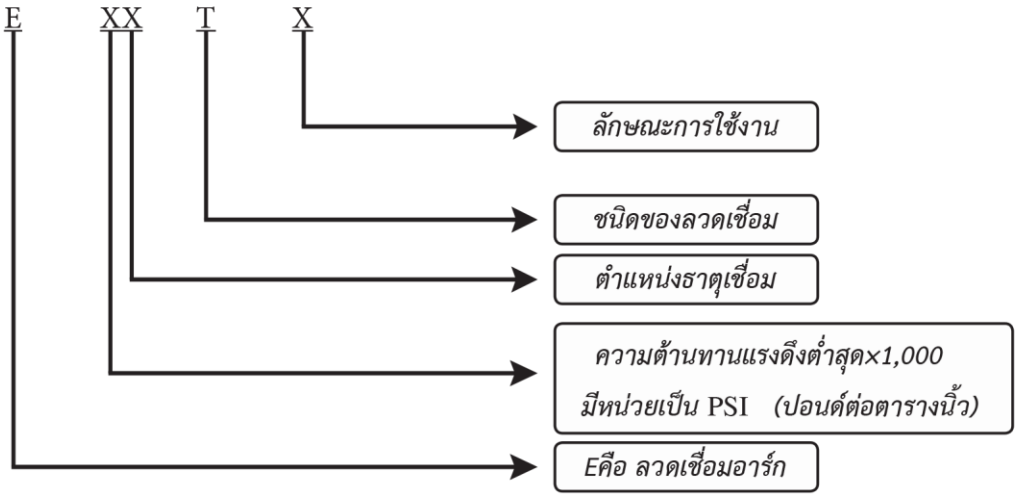
4. แก๊สปกคลุม (Shield Gas)

แก๊สที่ใช้ในการปกคลุมรอยเชื่อมสำหรับการเชื่อมไส้ฟลักซ์จะเป็นแก๊สชนิดเดียวกันกับการเชื่อมโลหะแก๊สคลุมแบบแม็ก (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 ทำให้สามารถรับแรงกระแทกเพิ่มขึ้นและสามารถเชื่อมได้ทั้งรอยเชื่อมเดียวและรอยเชื่อมทับแนว ลวดเชื่อมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า1.6 มิลลิเมตร สามารถเชื่อมได้ทุกท่า ลวดเชื่อมชนิดนี้ใช้การส่งถ่ายน้ำโลหะแบบละออง (Spray Transfer) เกิดสะเก็ดเชื่อมกระเด็นเล็กน้อย รอยเชื่อมนูนเล็กน้อย

ลวดเชื่อม T2 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้มีสมบัติคล้ายกับลวดเชื่อมชนิด T1 ซึ่งมีแมงกานีสและซิลิคอนผสมอยู่สูง เหมาะสำหรับการเชื่อมท่าราบและท่าระดับรอยเชื่อมเดียว ลวดเชื่อมชนิดนี้มีธาตุที่ช่วยลดออกซิเจนในปริมาณสูง

ลวดเชื่อม T3 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้จะมีแก๊สปกคลุมในตัว (Self-Shield) ใช้กับกระแสไฟ DCEP และการส่งถ่ายน้ำโลหะแบบละออง เหมาะสำหรับการเชื่อมรอยเดียว ในท่าราบและท่าระดับ และเชื่อมท่าตั้งเชื่อมลงโดยเอียงไม่เกิน 20 องศา โดยสามารถเชื่อมด้วยความเร็วสูง ใช้เชื่อมเหล็กที่หนาไม่เกิน 4.8 มิลลิเมตร

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

ลวดเชื่อม T5 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้ใช้ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปกคลุม หรือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาผสมกับแก๊สอาร์กอน เหมาะสำหรับการเชื่อมรอยเดียว แต่สามารถเชื่อมทับรอยในท่าราบและฟิลเลตในท่าระดับได้ การส่งถ่ายน้ำโลหะแบบหยด สแลกบางรอยเชื่อมนูนเล็กน้อย รอยเชื่อมมีความต้านทานแรงกระแทกและการแตกร้าวได้ดี

ลวดเชื่อม T6 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้มีแก๊สปกคลุมในตัว ใช้กับกระแสไฟ DCEP การส่งถ่ายน้ำโลหะแบบละออง 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 สามารถเชื่อมได้ความร้อนสูง เหมาะสำหรับการเชื่อมรอยเดียวในท่าราบและท่าระดับและเชื่อมท่าตั้งเชื่อมลงโดยเอียงไม่เกิน 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)	*ให้การคลุมและสร้างขี้ตะกรัน*
แมงกานีส (Mn)	*ไล่แก๊สออกซิเจนป้องกันฮอท ช็อตเนส (Hot Shortness) โดยรวมกับซัลเฟอร์เป็นแมงกานีสซัลเฟอร์ เป็น Mns เพิ่มความแข็ง สร้างขี้ตะกรัน*
ซิลิคอน (Si)	*ไล่แก๊สออกซิเจนและสร้างขี้ตะกรัน*
เซอร์โคเนียม (Zr)	*ไล่แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจน*
อะลูมิเนียม (Al)	*ไล่แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจน*
ไทเทเนียม (Ti)	*ไล่แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจนสร้างขี้ตะกรันทำให้คาร์บอนคงที่ เพื่อป้องกันการรวมตัวของโครเมียมเป็นโครเมียมคาร์ไบด์ ซึ่งเป็นการสูญเสียโครเมียมในออสเทนไนต์*
คาร์บอน (C)	*เพิ่มความแข็งและความแข็งแรง*
วาเนเดียม (Va)	*เพิ่มความแข็งและความแข็งแรง*
โซเดียม (Na)	*ให้อาร์กสม่ำเสมอและสร้างขี้ตะกรัน*
เหล็ก (Fe)	*เป็นตัวลวดเติมอยู่แล้ว เจือในนิกเกิลหลัก และในลวดเชื่อมนอกกลุ่มเหล็กอื่น*
โครเมียม (Cr)	*การช่วยปรับปรุงการเปลี่ยนรูปอย่างช้าๆ ของโลหะ ของความเค้นแรงดึงแบบต่างๆ*
นิกเกิล (Ni)	*การเจือปรับปรุงความแข็งแรง ความเหนียว การทนต่อความกัดกร่อน*
โมลิบดินัม (Mo)	*เพิ่มความแข็งแรงและเพิ่มความทนทาน*
โปตัสเซียม (K)	*ให้อาร์กสม่ำเสมอและสร้างขี้ตะกรัน*

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

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. ชนิดของลวกเชื่อม

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.การเชื่อมฟลักซ์คอร์ลูกกลิ้งร่องแบบตัววี (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. ลวดเชื่อมกลวงเชื่อมเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสม

ค. ลวดเชื่อมเหล็กหล่อชนิดเคลือบสารพอกหุ้ม ง. ลวดเชื่อมเปลือยเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

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. ชนิดของลวกเชื่อม

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.การเชื่อมฟลักซ์คอร์ลูกกลิ้งร่องแบบตัววี (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. ลวดเชื่อมกลวงเชื่อมเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสม

ค. ลวดเชื่อมเหล็กหล่อชนิดเคลือบสารพอกหุ้ม ง. ลวดเชื่อมเปลือยเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 9-12**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 5 ชม.**
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรูความเขาใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใชงานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หนวยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องคการมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผูเชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

1. อธิบายหลักการกรรมวิธีการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้
2. บอกข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้
3. อธิบายวิธีเลือกกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม ได้
4. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ได้
5. อธิบายอิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อมได้
6. อธิบายวิธีการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมหรือการเชื่อมทิก ด้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
4. มีจตคติและก็นิสัยที่ดีในการปฏิบัติงนห้วยความรับผิดชอบ 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 เรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม อิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อม และลำดับขั้นการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

ขั้นสอน

3. ครูผู้สอนอธิบายเรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมทิก ตามหัวข้อดังนี้
   - เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม
     อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม มีดังนี้
     1. เครื่องเชื่อม (Power Source)
     2. แก๊สปกคลุม (Shielding gas)
     3. หัวเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ (Welding Torch & Equipment)
     4. อิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อม (Tungsten & Electrode)
   - อิเล็กโทรดทังสเตนและลวดเชื่อม
     แท่งอิเล็กโทรดทังสเตนจะแตกต่างจากลวดเชื่อมชนิดอื่นจะทำหน้าที่เกิดการอาร์ก ไม่ใช่โลหะเติมหรือลวดเชื่อม จึงเป็นอิเล็กโทรดที่ไม่หลอมละลาย ทังสเตนมีจุดหลอมละลาย (Melting Point) สูงมาก สูงกว่าโลหะชนิดอื่น คือมีจุดหลอมละลายที่ 3,410 องศาเซลเซียส แท่งอิเล็กโทรดทังสเตนจะผสมด้วยธาตุทอเรียม (Thorium) และเซอร์โคเนียม (Zerconium) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนมีตั้งแต่ 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 ตัวแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนต้องไม่มีรอยแตกและสแลกไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่ที่แท่งอิเล็กโทรดทังสเตน เพราะจะทำให้รอยเชื่อมมีคุณภาพไม่ดี ผิวของแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนมี 2 แบบ คือแบบผิวล้างด้วยน้ำยาเคมี (Chemical Clean Finish) และแบบผิวเจียระไน (Grind Finish) ซึ่งแบบผิวเจียระไนจะมีผิวเป็นมัน
   - ลำดับขั้นการตรวจสอบการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม
     1. ตรวจดูความถูกต้องของกระแสไฟเสียก่อน ใช้กระแสไฟแบบ DCEP , DCEN หรือ AC ถ้าเป็น AC ต้องตั้งสวิตช์ความถี่สูงให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และตั้งกระแสไฟให้เหมาะสม

2. ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นโลหะชนิดใด และเลือกแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนว่าใช้กับโลหะชิ้นงานถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบดูว่าหัวฉีด (Nozzle) กับแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนเข้ากันได้หรือไม่ ให้ดูในตารางที่ 4.4 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

3. ปรับแต่งขนาดแท่งอิเล็กโทรดทังสเตนที่ยื่นพ้นหัวฉีดให้ถูกต้อง โดยรอยต่อชน (Butt Joint) จะมีความยาวยื่นออกมา 18 - $\frac{3}{16}$ นิ้ว ส่วนรอยต่อตัวที (T Joint) หรือรอยเชื่อมฟิลเล็ต มีความยาวยื่นออกมาประมาณ 14 - $\frac{3}{8}$ นิ้ว และรอยต่อมุม (Corner Joint) มีความยาวยื่นออกมาไม่เกิน 18 นิ้ว ดังรูปที่ 4.18 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

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

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 4 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้

สรุปและการประยุกต์

4. ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา และผู้สอนร่วมสรุปกับผู้เรียนในส่วนที่ยังไม่ครบหรือเพิ่มเติมให้ชัดเจน

5. ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 จากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

6. ผู้สอนร่วมกับผู้เรียนในการเฉลยและตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4 โดยผู้เรียนแต่ละคนตรวจสอบของตนเอง เพื่อทำให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

8. สรุปและวิจารณ์ผล

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

เป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะโดยชิ้นงานหลอมละลายด้วยความร้อนจากการอาร์กระหว่างแท่งทังสเตนกับโลหะชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยหรือแก๊สเฉื่อยผสมปกคลุมรอยเชื่อมขณะเกิดการอาร์ก รอยเชื่อมอาจจะมีการเติมลวดเชื่อมไม่เติมก็ได้ การเชื่อมทิกเป็นการเชื่อมที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง โดยมีการพัฒนาเครื่องเชื่อมและวิธีการเชื่อมใหม่ๆ ขึ้นมาสามารถเชื่อมต่อโลหะได้เกือบทุกชนิด

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้ 2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 3

รายวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น รหัสวิชา 20103-2001

เรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก

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	มีสัญชาตญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

<u>สรุปผลการประเมิน</u> ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ ....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 4 เรื่อง กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุมหรือการเชื่อมมิก

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

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

ลงชื่อ .....ครูผู้สอนสังเกต

(.....)

สัปดาห์ที่ .....

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนเฉลี่ย	ผลการประเมิน
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ปฏิบัติตามกฎระเบียบ	ซื่อสัตย์สุจริต	มีวินัย	จิตอาสา	ยับยั้งและรับผิดชอบ	ประหยัด	มีน้ำใจ	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 4
	รหัสวิชา 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 13-16**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 5 ชม.**
ชื่อเรื่อง/งาน กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมไสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.1 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้

1.8 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้

1.9 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการรื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี

2. สาธิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการในการปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง

3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎขอบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน

2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์
2. ธาตุที่ผสมในลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

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

5. สาระการเรียนรู้

1.ลวดเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์

2.ธาตุที่ผสมในลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

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

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม เรียบเรียงโดย ทรงวุฒิ เสมาคำ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ในหน่วยที่ 6 ควบคู่ไป โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำปรึกษาและถามนำให้ผู้เรียนช่วยกันตอบเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และเป็นการวัดผลและประเมินจากการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปด้วย

สรุปและการประยุกต์

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

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม 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. ตรวแบบประเมินผลการเรียนรู้
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 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 13-16**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 5 ชม.**
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

นำความรูความเขาใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใชงานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หนวยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องคการมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผูเชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

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

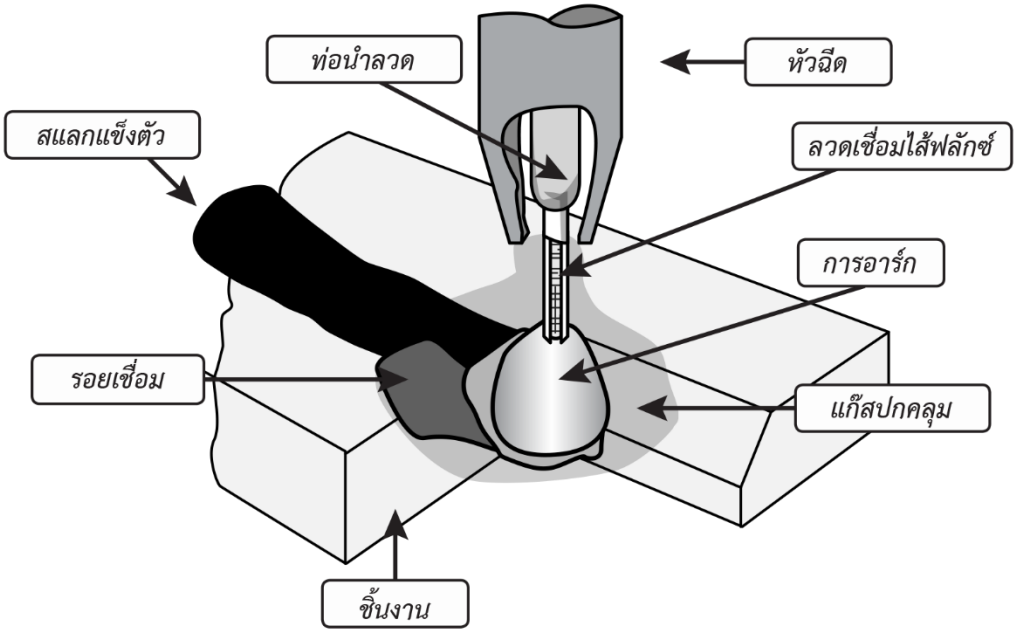
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

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

5. เนื้อหาสาระ

หลักการกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux–Core Arc Welding)

กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux–Core Arc Welding : FCAW หรือ FAW) เป็นการเชื่อมด้วยการอาร์กซึ่งเกิดขึ้นด้วยอิเล็กโทรดชนิดกลวง (Tubular) ที่บรรจุภายในด้วยฟลักซ์ ซึ่งเรียกว่าลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์โดยฟลักซ์ที่อยู่ภายในเส้นลวดจะทำให้เกิดการอาร์กที่สมบูรณ์ เพิ่มสมบัติทางกลและช่วยสร้างรูปร่างรอยเชื่อมให้เหมือนกับฟลักซ์ซึ่งคล้ายกับวิธีการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) ซึ่งวิธีการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ฟลักซ์จะอยู่นอกลวดเชื่อมแต่เป็นตัวป้องกันบรรยากาศ และอีกวิธีคือเหมือนกับกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (GMAW) โดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) เป็นตัวป้องกันบรรยากาศภายนอก และใช้ลวดเชื่อมชนิดกลวง



แสดงกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (FCAW)

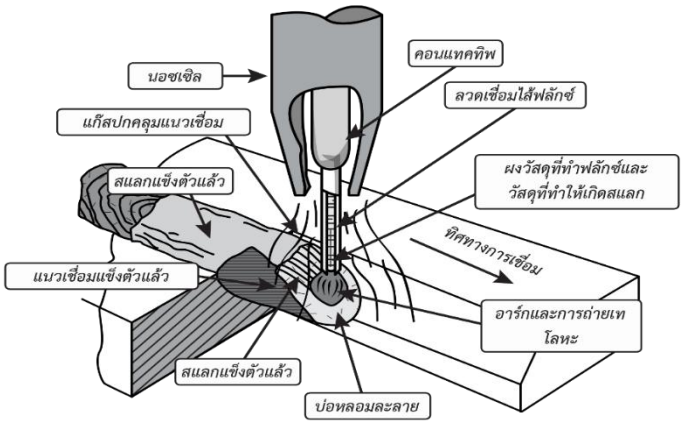
กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์แบ่งได้ 2 แบบ

1. แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก (Gas Shield Flux Core Arc Welding)

2. แบบสร้างแก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์ (Self–Shield Flux Core Arc Welding)

แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก

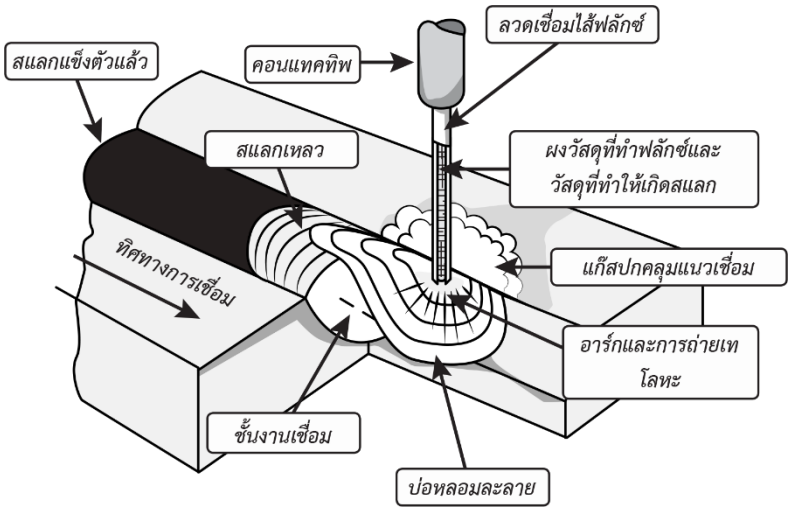
แก๊สที่ใช้จะใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) หรือใช้แก๊สผสมระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์กับอาร์กอนก็ได้ขึ้นอยู่กับชิ้นงาน แก๊สที่ใช้ปกคลมุ รอยเชื่อมเพื่อป้องกันแก๊สอ็อกซิเจน และแก๊สไนโตรเจนเข้าไปรวมตัวกับรอยเชื่อม การใช้แก๊สปกคลุมภายนอกจะใช้เมื่อต้องการคุณภาพของรอยเชื่อมสูง ซึ่งคุณภาพของรอยเชื่อม



แสดงกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอก

หลักการกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux–Core Arc Welding)

แบบสร้างแก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์ เป็นแบบเป็นที่นิยมใช้กันมาก ฟลักซ์สามารถสร้างแก๊สปกคลุมเองได้จากปฏิกิริยาทางเคมี เมื่อฟลักซ์ได้รับความร้อนแล้วจะสลายตัวกลายเป็นไอ กระบวนการเชื่อมแบบสร้างแก๊สปกคลุมด้วยฟลักซ์การซึมลึกจะไม่ดีสู้แบบใช้แก๊สปกคลุมภายนอกไม่ได้ เนื่องมาจากการรวมตัวของบรรยากาศขณะเชื่อม สาเหตุก็คือมีแก๊สเกิดขึ้นและมีธาตุที่ขจัดออกซิเจน (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 ไม่มีปัญหาในการเชื่อมงานข้างนอกหรือที่มีลมแรงเหมือนกับกระบวนการ เชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม เนื่องจากแก๊สกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมที่ใช้ปกคลุมสร้างขึ้นมาจากฟลักซ์ในลวดเชื่อมป้องกันกระแสลมได้ดี
10. ลดปัญหาการแตกร้าวในรอยเชื่อม

1. เครื่องเชื่อม (Welding Machine) **อุปกรณ์การเชื่อมไส้ฟลักซ์**

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

แสดงลูกกลิ้งร่องแบบตัววี (V Groove)

3. หัวเชื่อม (Welding Gun or Torch)

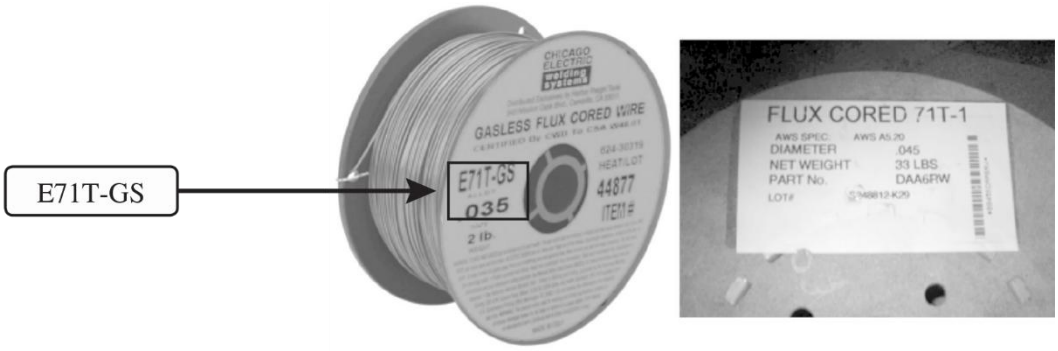
หัวเชื่อมสำหรับการเชื่อมไส้ฟลักซ์เหมือนกับอาร์กโลหะแก๊สคลุมหรือมิก หัวเชื่อมที่ใช้มีด้วยกัน 2 แบบคือ แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled) และแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled)

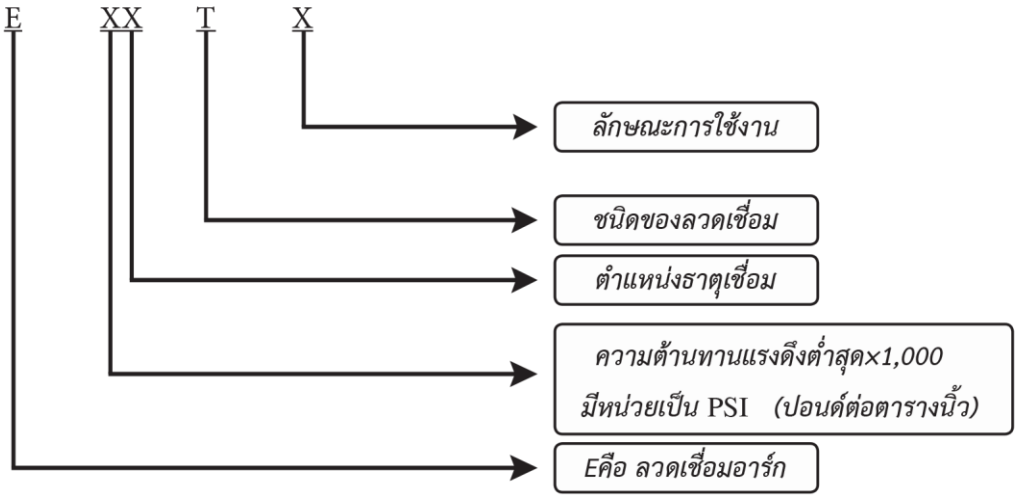
4. แก๊สปกคลุม (Shield Gas)

แก๊สที่ใช้ในการปกคลุมรอยเชื่อมสำหรับการเชื่อมไส้ฟลักซ์จะเป็นแก๊สชนิดเดียวกันกับการเชื่อมโลหะแก๊สคลุมแบบแม็ก (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 ทำให้สามารถรับแรงกระแทกเพิ่มขึ้นและสามารถเชื่อมได้ทั้งรอยเชื่อมเดียวและรอยเชื่อมทับแนว ลวดเชื่อมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า1.6 มิลลิเมตร สามารถเชื่อมได้ทุกท่า ลวดเชื่อมชนิดนี้ใช้การส่งถ่ายน้ำโลหะแบบละออง (Spray Transfer) เกิดสะเก็ดเชื่อมกระเด็นเล็กน้อย รอยเชื่อมนูนเล็กน้อย

ลวดเชื่อม T2 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้มีสมบัติคล้ายกับลวดเชื่อมชนิด T1 ซึ่งมีแมงกานีสและซิลิคอนผสมอยู่สูง เหมาะสำหรับการเชื่อมท่าราบและท่าระดับรอยเชื่อมเดียว ลวดเชื่อมชนิดนี้มีธาตุที่ช่วยลดออกซิเจนในปริมาณสูง

ลวดเชื่อม T3 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้จะมีแก๊สปกคลุมในตัว (Self-Shield) ใช้กับกระแสไฟ DCEP และการส่งถ่ายน้ำโลหะแบบละออง เหมาะสำหรับการเชื่อมรอยเดียว ในท่าราบและท่าระดับ และเชื่อมท่าตั้งเชื่อมลงโดยเอียงไม่เกิน 20 องศา โดยสามารถเชื่อมด้วยความเร็วสูง ใช้เชื่อมเหล็กที่หนาไม่เกิน 4.8 มิลลิเมตร

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

ลวดเชื่อม T5 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้ใช้ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปกคลุม หรือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาผสมกับแก๊สอาร์กอน เหมาะสำหรับการเชื่อมรอยเดียว แต่สามารถเชื่อมทับรอยในท่าราบและฟิลเลตในท่าระดับได้ การส่งถ่ายน้ำโลหะแบบหยด สแลกบางรอยเชื่อมนูนเล็กน้อย รอยเชื่อมมีความต้านทานแรงกระแทกและการแตกร้าวได้ดี

ลวดเชื่อม T6 ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ชนิดนี้มีแก๊สปกคลุมในตัว ใช้กับกระแสไฟ DCEP การส่งถ่ายน้ำโลหะแบบละออง 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 สามารถเชื่อมได้ความร้อนสูง เหมาะสำหรับการเชื่อมรอยเดียวในท่าราบและท่าระดับและเชื่อมท่าตั้งเชื่อมลงโดยเอียงไม่เกิน 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)	*ให้การคลุมและสร้างขี้ตะกรัน*
แมงกานีส (Mn)	*ไล่แก๊สออกซิเจนป้องกันฮอท ช็อตเนส (Hot Shortness) โดยรวมกับซัลเฟอร์เป็นแมงกานีสซัลเฟอร์ เป็น Mns เพิ่มความแข็ง สร้างขี้ตะกรัน*
ซิลิคอน (Si)	*ไล่แก๊สออกซิเจนและสร้างขี้ตะกรัน*
เซอร์โคเนียม (Zr)	*ไล่แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจน*
อะลูมิเนียม (Al)	*ไล่แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจน*
ไทเทเนียม (Ti)	*ไล่แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจนสร้างขี้ตะกรันทำให้คาร์บอนคงที่ เพื่อป้องกันการรวมตัวของโครเมียมเป็นโครเมียมคาร์ไบต์ ซึ่งเป็นการสูญเสียโครเมียมในออสเทนไนต์*
คาร์บอน (C)	*เพิ่มความแข็งและความแข็งแรง*
วาเนเดียม (Va)	*เพิ่มความแข็งและความแข็งแรง*
โซเดียม (Na)	*ให้อาร์กสม่ำเสมอและสร้างขี้ตะกรัน*
เหล็ก (Fe)	*เป็นตัวลวดเติมอยู่แล้ว เจือในนิกเกิลหลัก และในลวดเชื่อมนอกกลุ่มเหล็กอื่น*
โครเมียม (Cr)	*การช่วยปรับปรุงการเปลี่ยนรูปอย่างช้าๆ ของโลหะ ของความเค้นแรงดึงแบบต่างๆ*
นิกเกิล (Ni)	*การเจือปรับปรุงความแข็งแรง ความเหนียว การทนต่อความกัดกร่อน*
โมลิบดินัม (Mo)	*เพิ่มความแข็งแรงและเพิ่มความทนทาน*
โปตัสเซียม (K)	*ให้อาร์กสม่ำเสมอและสร้างขี้ตะกรัน*

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

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. ชนิดของลวกเชื่อม

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.การเชื่อมฟลักซ์คอร์ลูกกลิ้งร่องแบบตัววี (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. ลวดเชื่อมกลวงเชื่อมเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสม

ค. ลวดเชื่อมเหล็กหล่อชนิดเคลือบสารพอกหุ้ม

ง. ลวดเชื่อมเปลือยเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

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. ชนิดของลวกเชื่อม

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.การเชื่อมฟลักซ์คอร์ลูกกลิ้งร่องแบบตัววี (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. ลวดเชื่อมกลวงเชื่อมเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสม

ค. ลวดเชื่อมเหล็กหล่อชนิดเคลือบสารพอกหุ้ม ง. ลวดเชื่อมเปลือยเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม

	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 13-16**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 5 ชม.**
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรูความเขาใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใชงานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมไสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หนวยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องคการมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผูเชี่ยวชาญการเชื่อม 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. มีจตคติและก็นิสัยที่ดีในการปฏิบัติงนห้วยความรับผิดชอบ 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) มีหลักการเชื่อมโดยใช้วิธีการป้อนลวดเชื่อชนิดสิ้นเปลืองเข้าสู่ชิ้นงานในอัตราความเร็วที่กำหนดไว้ 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 ก่อนเริ่มต้นเชื่อมและในขณะเชื่อมจะมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular Flux) จากถังใส่ฟลักซ์ (Flux Hopper) ไหลลงมาปกคลุมบริเวณที่ทำการอาร์ก โดยที่เม็ดฟลักซ์ที่ได้รับความร้อนจากการอาร์กจะหลอมละลายป้องคลุมเนื้อรอยเชื่อมป้องกันบรรยากาศจากภายนอกทำปฏิกิริยากับรอยเชื่อม เม็ดฟลักซ์บางส่วนที่อยู่ห่างจากรอยเชื่อมที่ไม่ได้รับความร้อนจะไม่หลอมละลายสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เม็ดฟลักซ์จะไหลลงมาจนสิ้นสุดรอยเชื่อม

- **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 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

โดยการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเรียนวิชากระบวนการเชื่อม 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) และกระบวนการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม (GTAW) และใช้วิธีการเดียวกับกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม (GMAW) โดยการเปลี่ยนลวดเชื่อมจากกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมที่ใช้ลวดเชื่อมไส้ตันมาเป็นชนิดกลวง (Tubular) บรรจุภายในด้วยฟลักซ์ โดยไส้ฟลักซ์จะทำให้เกิดสแลกหลอมละลายปกคลุมรอยเชื่อมแก๊สปกคลุมที่จะใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 5

รายวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น รหัสวิชา 20103-2001

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						
3	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
4	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
5	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
6	<u>ด้านทักษะการปฏิบัติงาน</u> การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
7	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
8	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
9	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
10	มีสัญชาตญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

<u>สรุปผลการประเมิน</u> ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ ....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล

หน่วยที่ 5 เรื่อง กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์

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

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

ลงชื่อ .....ครูผู้สอนสังเกต

(.....)

สัปดาห์ที่ .....

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คุณลักษณะ
		มีความรับผิดชอบในหน้าที่	มีวินัยและการตรงต่อเวลา	มีความซื่อสัตย์สุจริต	มีความกตัญญูกตเวทีต่อครูอาจารย์	มีจิตสาธารณะ	มีความเสียสละและอดทน	มีความเป็นประชาธิปไตย	มีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น	มีความรักชาติ	มีความกล้าหาญทางจริยธรรม		
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 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 17-18**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 5 ชม.**
ชื่อเรื่อง/งาน จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

นำความรู้ความเข้าใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1.1 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้

1.10 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการ

ติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้

1.11 สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการ

รื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

2) วิธีประเมิน

1. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี

2. สาธิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการในการปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง

3. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการ

ปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎขอบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

1. บันทึกการปฏิบัติงาน

2. Portfolio

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

1. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ

2. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ อาชีพผู้เชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

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

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

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

5. สาระการเรียนรู้

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

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
- จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

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 เพื่อทำให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม 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. ตรวแบบประเมินผลการเรียนรู้
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 5	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 16**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 5 ชม.**
ชื่อเรื่อง จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

นำความรูความเขาใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใชงานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมไดอยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หนวยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องคการมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผูเชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

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

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เข้าใจแนวคิดและกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
2. มีทักษะในการบอกกระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการเชื่อมไส้ฟลักซ์ได้
4. มีจตคติและก็นิสัยที่ดีในการปฏิบัติงนห้วยความรับผิดชอบ 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

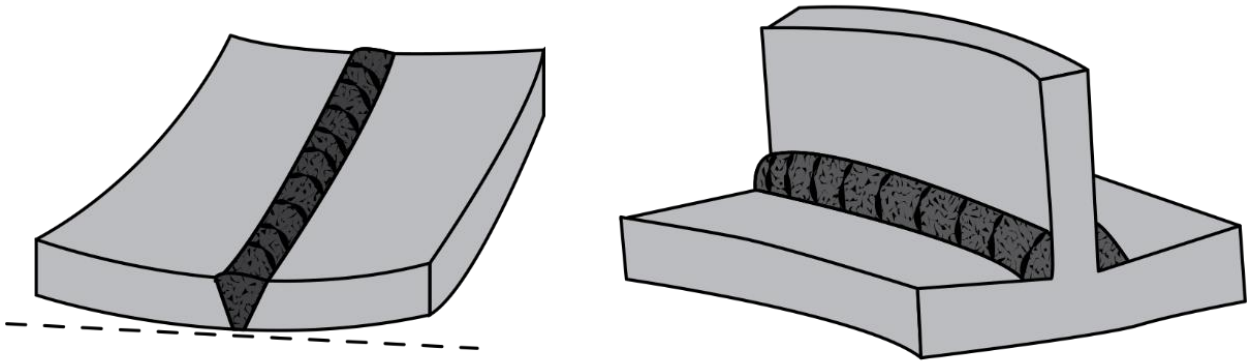
C คือ มาตรฐานระดับปานกลาง

D คือ มาตรฐานระดับต่ำสุด

จุดบกพร่องของรอยเชื่อม

1. การบิดตัว (Distortion)

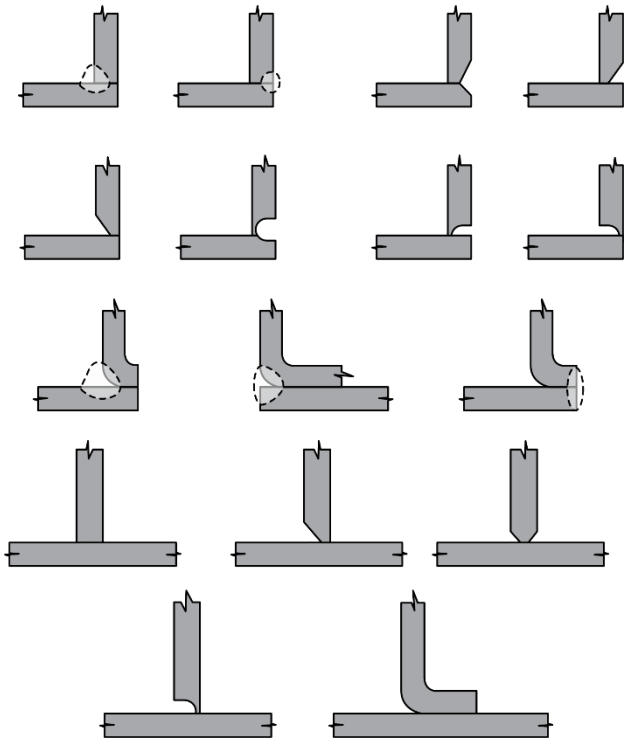
การบิดตัวของชิ้นงานอันเกิดมาจากรอยเชื่อม เนื่องมาจากการเชื่อมซึ่งใช้ความร้อนในขณะเชื่อมสูงมาก ทำให้ชิ้นงานเกิดการหลอมละลายและเกิดการขยายตัว เมื่อการเชื่อมเสร็จชิ้นงานจะเริ่มเย็นก็เกิดการหดตัว ทำให้เกิดความเค้นในชิ้นงานจำนวนมาก ถึงชิ้นงานจะเย็นตัวจนสู่สภาวะปกติ ซึ่งความเค้นที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้ชิ้นงานบิดงอ



แสดงลักษณะการบิดงอของชิ้นงาน

2. การเตรียมรอยต่อไม่ถูกต้อง (Incorrect Joint Preparation)

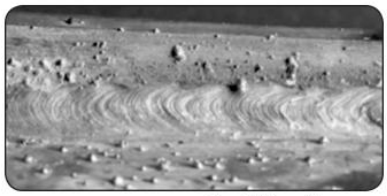
รอยต่อที่ใช้ในการต่อชิ้นงาน จะต้องเตรียมรอยต่อให้ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งถ้าเตรียมรอยต่อไม่ดีส่งผลให้ชิ้นงานเกิดการบิดงอ การซึมลึกไม่สมบูรณ์ การเชื่อมทับรอยเชื่อมหลายๆ รอยในการเตรียมรอยต่อที่ไม่ดีจะเกิดความร้อนสะสมมากและทำให้ชิ้นงานเกิดการบิดงอ ดังนั้นจะต้องบากรอยต่อและตกแต่งรอยต่อให้เหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน



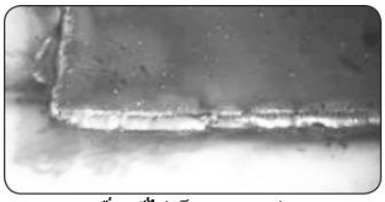
แสดงลักษณะการเตรียมรอยต่อที่ถูกต้อง

3. ขนาดของรอยเชื่อมไม่ถูกต้อง (Incorrect Weld Size)

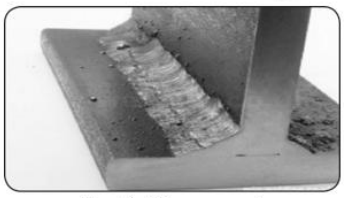
รอยเชื่อมที่ไม่ถูกต้อง ก่อให้เกิดผลเสียต่อสมบัติของงานเชื่อม ดังนั้นต้องเชื่อมให้ได้รอยเชื่อมที่มีขนาดตามมาตรฐานที่กำหนดไว้



(ก) ขนาดของรอยเชื่อมที่ไม่ถูกต้อง



(ข) รอยเชื่อมที่ไม่เต็มตามรอยต่อของงาน



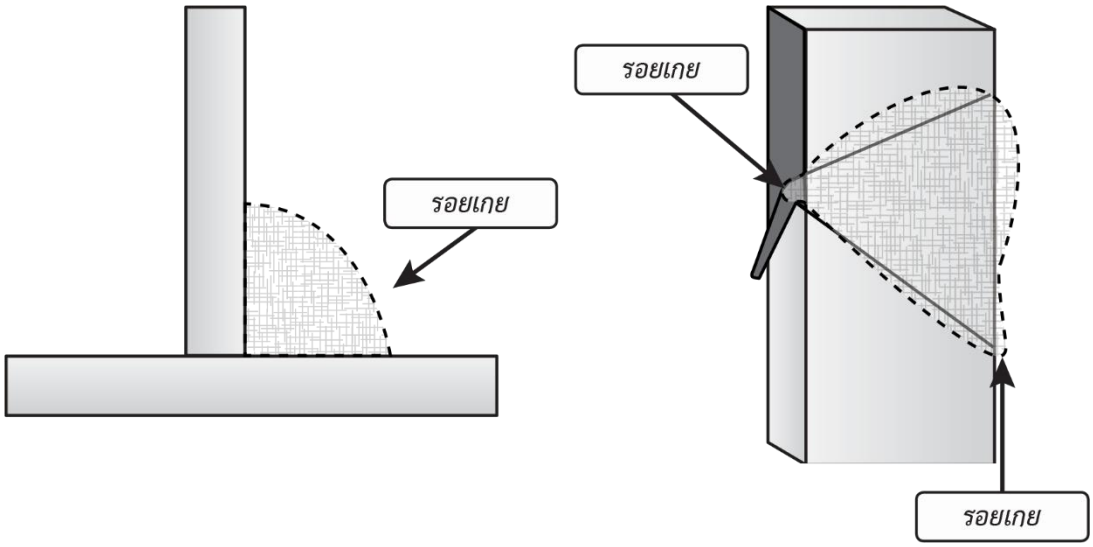
(ค) รอยเชื่อมที่ไม่เต็มตามรอยต่อของงาน

4 .

รูปร่างลักษณะของรอยเชื่อมไม่ถูกต้อง (Incorrect Weld Profile)

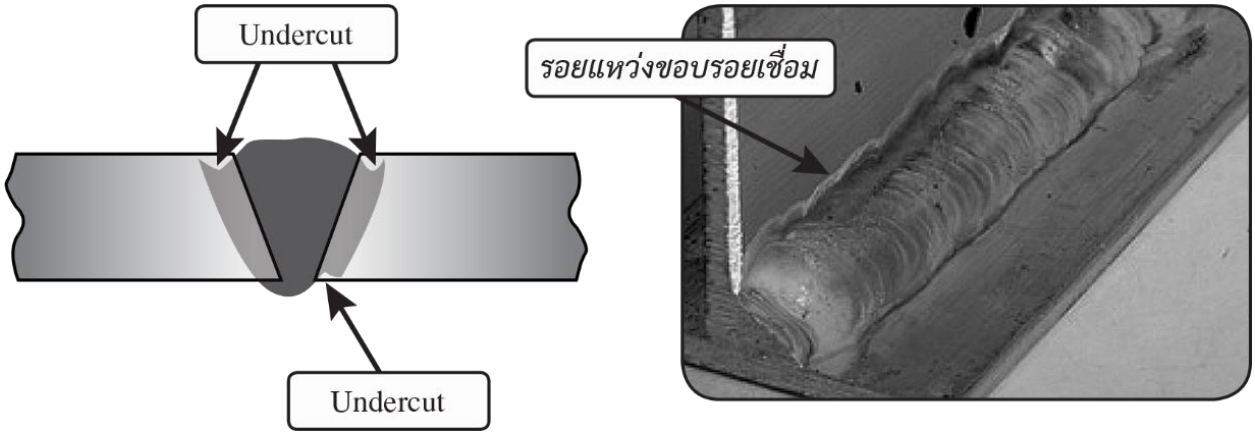
รูปร่างลักษณะรอยเชื่อมที่ไม่ถูกต้อง อาจเกิดมาจากหลายสาเหตุ ซึ่งแต่ละสาเหตุก็สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ โดยมีสาเหตุดังนี้

4.1 รอยเกย (Overlap) เป็นลักษณะของรอยเชื่อมที่หลอมละลายยึดติดกับชิ้นงานไม่ดีและนูนสูงกว่าผิวของชิ้นงานมากเกินไป ทำให้เกิดซอกใต้รอยเชื่อมเดิมซึ่งจะเป็นแหล่งสะสมความเค้น



แสดงลักษณะรอยเกย (Overlap)

4.2 รอยแหว่งขอบรอยเชื่อม (Undercut) เป็นลักษณะของรอยเชื่อมที่ยุบตัวต่ำลง อาจจะมีสาเหตุมาจากการไหลย้อยของน้ำโลหะที่หลอมละลาย หรือในกรณีที่เชื่อมฟิลเล็ต อาจจะเคลื่อนลวดเชื่อมเร็วเกินไปทำให้รอยเชื่อมไม่เต็ม



แสดงลักษณะรอยแหว่งขอบรอยเชื่อม (Undercut)

ขอบเขตมาตรฐานสากล ISO 5817

มาตรฐานสากล ISO 5817 ฉบับนี้ แบ่งการพิจารณาระดับคุณภาพรอยเชื่อมตามสภาพของจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นบนรอยต่องานเชื่อมเหล็กกล้าด้วยการอาร์กออกเป็น 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 งานเชื่อมแบบฟิลเล็ต 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 ว่าด้วยลักษณะความไม่สมบูรณ์ที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมแบบหลอมละลายพร้อมคำอธิบาย 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

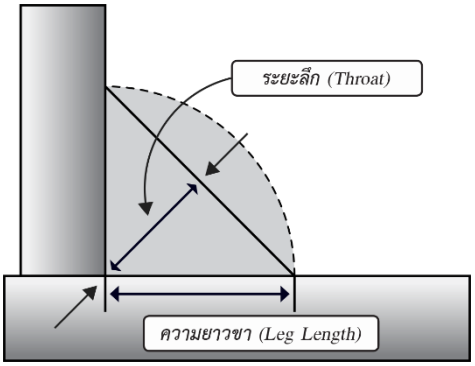
1. ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ (Fitness–for–purpose)

ความสามารถของผลิตภัณฑ์ กระบวนการที่ถูกออกแบบนำไปใช้ภายใต้วัตถุประสงค์ของการออกแบบการนำไปใช้งานต้องอยู่ในสภาวะเงื่อนไขการออกแบบ กรณีที่ชิ้นงานเกิดการเสียหาย ปรากฏรอยแตกหรือพังลง น่าจะเกิดจากการนำชิ้นงานไปใช้งานเกินกำลัง ผิดวัตถุประสงค์ของการออกแบบ ผู้ใช้งานควรคำนึงถึงสภาวะการใช้งานว่าถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบหรือไม่

2. ความหนาของรอยเชื่อม (Butt Weld Thickness)

2.1 ความหนาของรอยเชื่อมฟิลเล็ต (Fillet Weld Thickness)

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



หมายเหตุ บางประเทศอาจใช้ระยะขา (Leg) ของรอยเชื่อม (Z) มาใช้ในการตรวจสอบรอยเชื่อมฟิลเล็ตซึ่งข้อตรวจสอบใช้เฉพาะขอบเขตการตรวจวัดค่า Z

2.2 ความหนาของรอยเชื่อมต่อชน (Butt Weld Thickness)

s ; ระยะการกินลึกของรอยเชื่อมต่อชนจากผิวหน้าชิ้นงานถึงส่วนที่ลึกที่สุดของรอยเชื่อม

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 พื้นที่ผิวรอยแตก (Surface Crack Area)

หมายถึง พื้นที่ของรอยแตกที่จะนำมาพิจารณาหลังจากเกิดรอยแตก

สัญลักษณ์ที่ใช้งาน (Symbols)

ความหมายหรือคำย่อต่างๆ

a คือ ค่าระยะลึกปกติ (Normal Throat) ความหนาของรอยเชื่อมฟิลเล็ต

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 ความยาวของขารอยเชื่อมฟิลเล็ต (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) การตรวจสอบด้วยสายตาสามารถกระทำได้ทีละมากๆ ทำได้ทุกขั้นตอนของการทำงาน ซึ่งจะใช้การตรวจสอบก่อนการเชื่อมและหลังการเชื่อมสิ้นสุดลงซึ่งเป็นวิธีที่ใช้มากที่สุดและค่าใช้จ่ายน้อยใช้เวลาไม่มาก แต่ผู้ตรวจสอบต้องมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับงานเชื่อมเป็นอย่างดี และต้องมีความรู้เกี่ยวกับเอกสารอ้างอิง (Document) มาตรฐานฝีมือ ซึ่งการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตาตามมาตรฐานการเชื่อม แห่งสหรัฐอเมริกา (AWS D 1.1 Structural Welding Code , Steel)

การตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตางานแผ่น (Visual Inspection) เกณฑ์ยอมรับมีดังนี้

1. ไม่มีรอยแตก
2. โลหะเนื้อเชื่อมกับโลหะงาน (Weld metal and base metal) ต้องหลอมละลายติดกันตลอด
3. รูปร่างรอยเชื่อมต้องเป็นการยอมรับ
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 สภาวะของแรงที่มากระทำสำหรับ รอยเชื่อม ทั่วไปยอมให้มีรอยกัดขอบ ลึกไม่เกิน $\frac{3}{32}$ นิ้ว

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

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

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

การตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยสายตางานท่อตามมาตรฐาน AWS D1.1 เกณฑ์ยอมรับมีดังนี้

1. ไม่มีรอยแตก

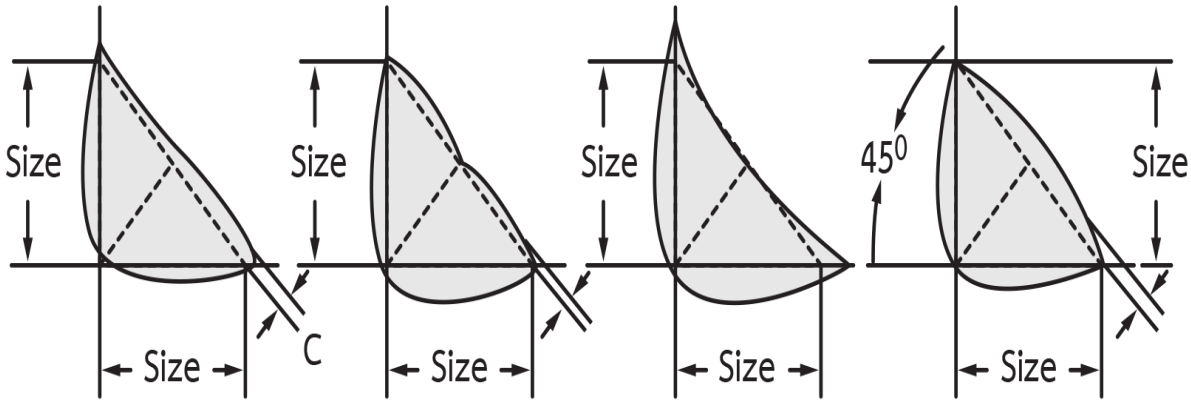
2. บ่อหลอมละลายปลายรอยเชื่อม (Crater) ต้องเติมเต็ม

3. ผิวหน้ารอยเชื่อมควรเสมอกับผิวโลหะงาน และรอยเชื่อมควรสม่ำเสมอเข้ากับชิ้นงาน รอยกัดขอบข้างรอยเชื่อม (Undercut) ไม่ควรลึกเกิน $\frac{1}{32}$ นิ้ว ส่วนความนูนไม่ควรเกิน $\frac{1}{8}$ นิ้ว

4. การตรวจสอบรอยเชื่อมยัดไส้ (root) ไม่ควรมีรอยแตก การซึมลึกไม่ดี รอยเว้าของรอยเชื่อมยัดไส้เป็นไปตามข้อกำหนด ความหนาของรอยเชื่อมเท่ากับหรือหนากว่าความหนาของโลหะงาน

5. รอยเว้าสูงสุดของรอยเชื่อมยัดไส้ควรมีขนาดไม่เกิน นิ้ว และรอยหลอมละลายย้อยสุดไม่เกิน นิ้วสำหรับรอยต่อ ที วาย และ เค ต้องให้มีการหลอมละลายทะลุรอยเชื่อมซึมลึกหรือรอยเชื่อมยัดไส้ และจะไม่เป็นสาเหตุของการไม่ยอมรับรอยเชื่อมนั้นๆ

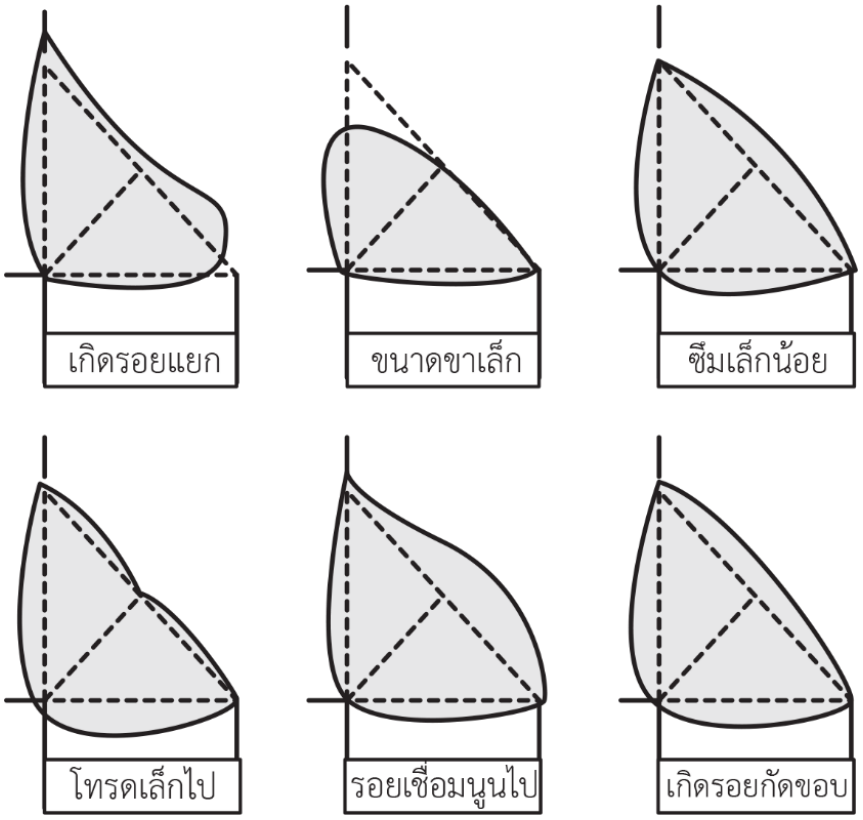
รูปร่างผิวหน้ารอยเชื่อมแบบฟิลเล็ตอาจจะนูนเล็กน้อย หรือโค้งเว้าและเรียบเสมอ



แสดงรอยเชื่อมฟิลเล็ตที่ยอมรับได้

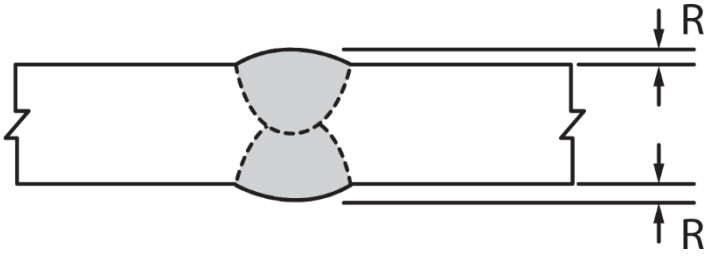
หมายเหตุ ความนูนรอยเชื่อม C ต้องไม่เกิน 0.1 ของขนาดรอยเชื่อมจริง + 0.03 นิ้ว

และรูปร่างรอยเชื่อมฟิลเล็ตที่ไม่ยอมรับ



แสดงรอยเชื่อมฟิลเล็ตที่ไม่ยอมรับ

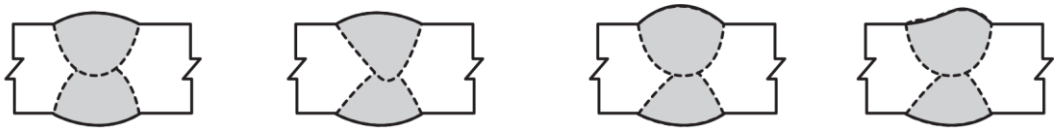
รอยเชื่อมต่อชน ความสูงของรอยเชื่อมต้องสูงไม่เกิน $\frac{1}{8}$ นิ้ว และขอบต่อระหว่างขอบของรอยเชื่อมกับผิวหน้างานเชื่อมควรต่อเข้าด้วยกัน



แสดงรอยเชื่อมต่อชนที่ยอมรับ

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

และรอยเชื่อมต่อชนที่ไม่ยอมรับ

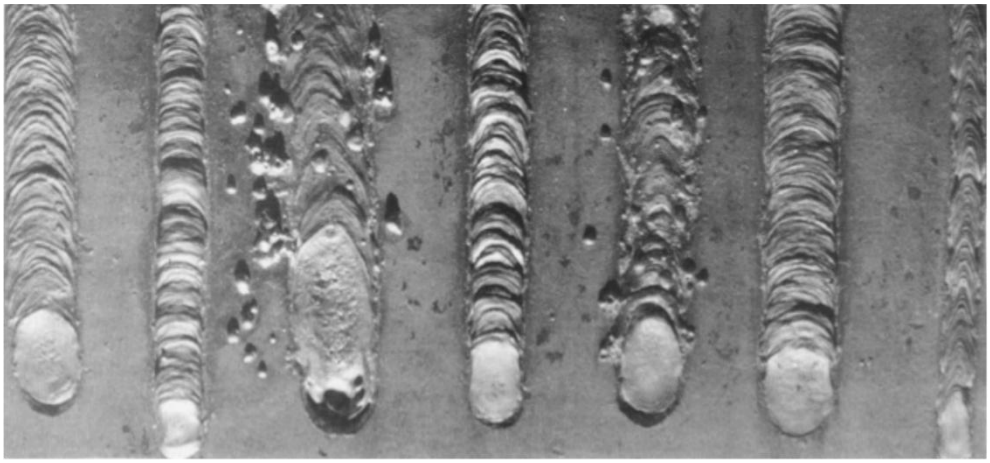


รอยกัดขอบมากเกินไป เกิดรอยเกย รอยนูนเกินไป โทรดไม่เพียงพอ

แสดงรอยเชื่อมต่อชนที่ไม่ยอมรับ

จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การที่จะให้รอยเชื่อมเกิดความสมบูรณ์ตามแบบที่ต้องการ คือ การขจัดจุดบกพร่องต่างๆ 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

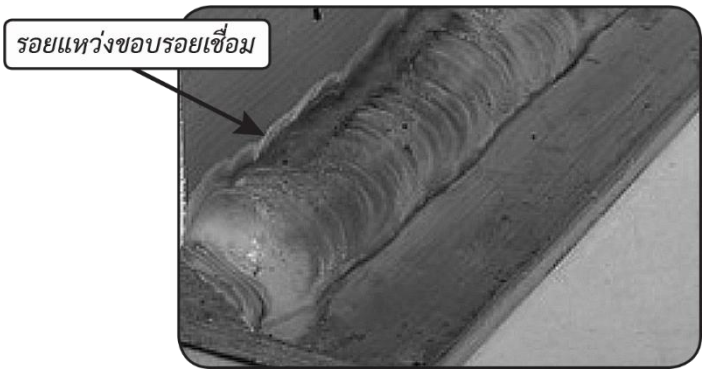
1. ปรับกระแสไฟสูงเกินไป
2. ระยะอาร์กสูงเกินไป
3. ใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท
4. ใช้ขั้วไฟฟ้าไม่ถูกต้อง (DCEN , DCEP)
5. เกิดจากการเฉของอาร์กเบน (Arc Blow)

วิธีแก้ไข

1. ใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำลง และต้องให้แน่ใจว่ากระแสไฟเชื่อมอยู่ในช่วงที่ใช้สำหรับชนิดลวดเชื่อม และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อม
2. ใช้ระยะอาร์กต่ำลง
3. ใช้ลวดเชื่อมให้ถูกประเภท ดูชนิดของลวดเชื่อมว่าเป็นชนิดไหน
4. ตรวจเช็กขั้วไฟฟ้าให้ถูกต้อง
5. พิจารณาองค์ประกอบของการเกิดอาร์กเบน (Arc Blow)

2. รอยแหว่งขอบรอยเชื่อม (Undercut)

รอยแหว่งขอบรอยเชื่อม เป็นลักษณะของรอยเชื่อมที่ยุบตัวต่ำลง ดูไม่สวยงาม และยังมีผลต่อความแข็งแรงของรอยเชื่อม โดยเฉพาะเมื่อรับแรงดึงหรือภาวะความล้า (Fatique Loading) รอยแหว่งขอบรอยเชื่อม



สาเหตุ

1. ปรับกระแสไฟสูงเกินไป

2. ระยะอาร์กสูงเกินไป

3. เดินลวดเชื่อมเร็วเกินไป

4. มุมลวดเชื่อมไม่ถูกต้อง

วิธีแก้ไข

1. ใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำ

2. ใช้ระยะอาร์กต่ำลง

3. ใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมให้เหมาะสมสม่ำเสมอ

4. เปลี่ยนมุมลวดเชื่อม เพื่อให้แรงอาร์กควบคุมโลหะไว้ที่มุม อย่าส่ายลวดเชื่อมมากเกินไป

3. รอยเกยรอยเชื่อม (Overlap)

เป็นลักษณะของรอยเชื่อมที่หลอมละลายยึดติดกับชิ้นงานไม่ดีและนูนสูงกว่าผิวของชิ้นงานมากเกินไป

แสดงรอยเกย *(Overlap)*

สาเหตุ

1. เดินลวดเชื่อมช้าเกินไป

2. มุมลวดเชื่อมไม่ถูกต้อง

3. ใช้ระยะอาร์กชิดหรือตั้งกระแสไฟต่ำเกินไป

วิธีแก้ไข

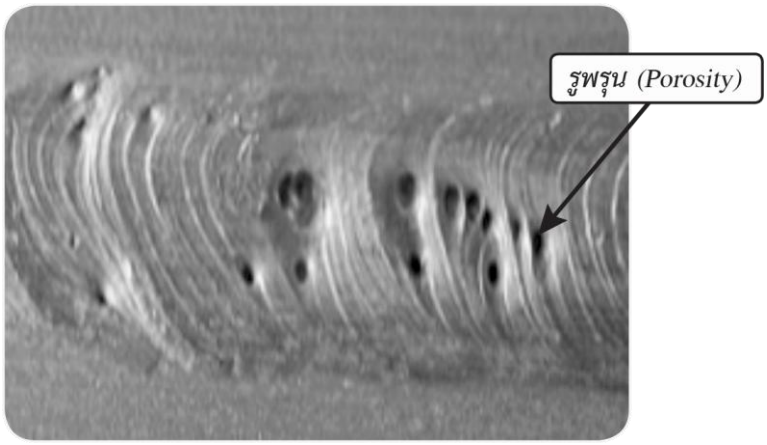
1. ใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำ

2. ใช้ระยะอาร์กต่ำลง

3. ปรับระยะอาร์กและตั้งไฟให้ถูกต้อง

4. รูพรุน (Porosity)

รูพรุน (Porosity) จะมีลักษณะเป็นรูเล็กๆ ที่เกิดขึ้นบนหน้ารอยเชื่อมซึ่งมองเห็นได้ และเกิดภายในรอยเชื่อมไม่สามารถมองเห็นได้ ต้องใช้วิธีการตรวจสอบ รูพรุนนี้ถ้าเกิดขึ้นมามากทำให้รอยเชื่อมไม่มีความแข็งแรง ถ้าเกิดขึ้นภายในรอยเชื่อมถ้างานเป็นลักษณะการส่งถ่ายน้ำมันและแก๊สก็จะเกิดการรั่วได้รูพรุนในรอยเชื่อม



แสดงลักษณะรูพรุน

สาเหตุ

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

วิธีแก้ไข

1. กำจัด สนิม สีเคลือบ ฝุ่นผงต่างๆ รวมทั้งสเกลออกจากรอยต่องาน
2. ควบคุมบ่อหลอมละลายไว้ให้อยู่ในสภาพของเหลวให้นานที่สุด เพื่อให้แก๊สในน้ำโลหะลอยตัวหนีออกได้ทันก่อนที่บ่อหลอมละลายจะเริ่มเย็น
3. ใช้ระยะอาร์กต่ำลง ซึ่งจะใช้กับลวดเชื่อมไฮโดรเจนต่ำ (Low Hydrogen)
4. ถ้าเป็นชิ้นงานที่แมงกานีส หรือมีกำมะถันสูงควรใช้ ลวดเชื่อมไฮโดรเจนต่ำ (Low Hydrogen) ใช้กระแสไฟต่ำและใช้ความเร็วในการเชื่อมสูงเพื่อให้การซึมลึกต่ำ

5. อาร์กเบน (Arc Blow)

อาร์กเบนคือการเบี่ยงเบนของอาร์ก เกิดจากภาวะไม่สมมาตรของสนามแม่เหล็ก (Magnetic flux) รอบรอยเชื่อม ซึ่งอาจทำให้รอยเชื่อมยาวกว่าปกติ หรือเบี่ยงเบนไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

สาเหตุ

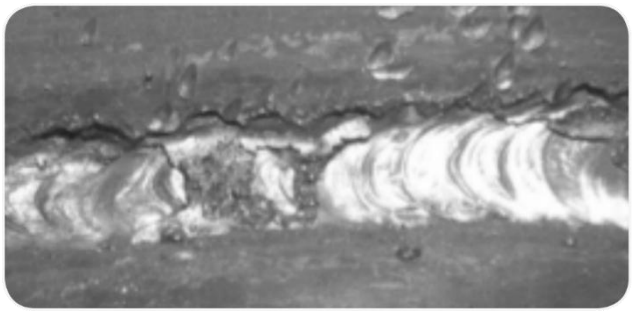
1. ใช้กระแสไฟตรง (DCEP , DSEN)
2. ใช้กระแสไฟสูง ลวดเชื่อมขนาดใหญ่
3. ระยะอาร์กสูง
4. เกิดสนามแม่เหล็กตัดกับการเชื่อม

วิธีแก้ไข

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

6. การหลอมละลายไม่ดี (Poor Fusion)

การหลอมละลายไม่ดีคือการที่รอยเชื่อมหลอมละลายติดกับงานไม่ดี เช่น งานตัวทีงานหลอมละลายไม่ติดกับชิ้นงานทั้ง 2 ด้าน ซึ่งสามารถมองเห็นได้



สาเหตุ

1. ใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำ
2. ชิ้นงานสกปรก
3. ระยะห่างระหว่างชิ้นงานใหญ่ไป

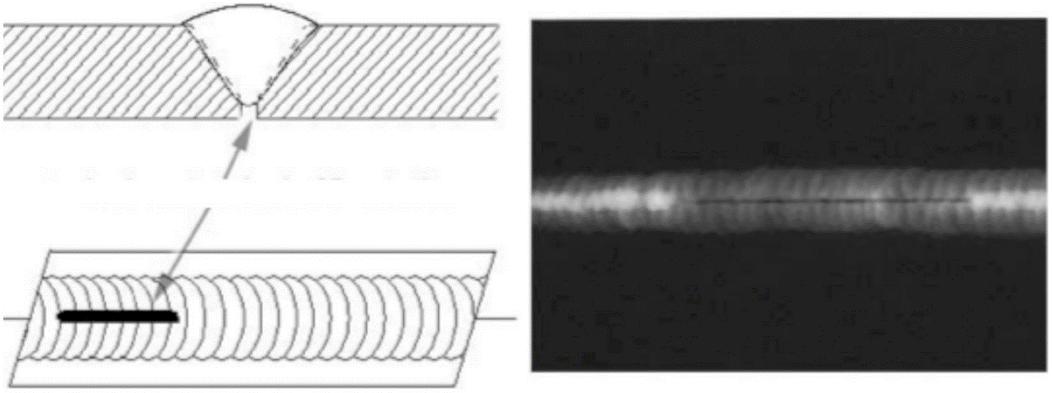
วิธีแก้ไข

1. ใช้กระแสไฟให้สูงขึ้น ใช้เทคนิคการเชื่อมแบบไม่ส่ายลวดเชื่อม
2. ชิ้นงานต้องสะอาด ขอบชิ้นงานที่นำมาต่อต้องทำความสะอาดให้ดี

3. ลดช่องว่างของรอยต่อเพื่อให้เกิดการหลอมละลายที่ดี ไม่เกิดการย้อยของรอยเชื่อม

7. การซึมลึกน้อย (Inadequate Joint Penetration)

การซึมลึกน้อยเป็นลักษณะการซึมลึกที่ไม่สมบูรณ์ สภาวะการถ่ายเทความร้อนมีผลต่อข้อบกพร่องชนิดนี้ คือถ้าบริเวณด้านหน้าร้อนจนถึงจุดหลอมละลายก่อนรอยเชื่อม โดยที่ลวดเชื่อมจะหลอมละลายติดกับงานนั้นก่อน และจะทำให้ความร้อนไม่สามารถหลอมละลายชิ้นงานส่วนล่างสุดได้ ลักษณะรอยเชื่อมซึมลึกน้อยเกินไป รอยเชื่อมที่ซึมลึกน้อยไม่เหมาะกับงานที่ต้องรับแรงดึง หรือการดัดงอบริเวณรอยเชื่อมที่ไม่หลอมละลายจะเป็นจุดสะสมความเค้น



สาเหตุ

1. การออกแบบรอยต่อไม่ถูกต้อง
2. ใช้ลวดเชื่อมขนาดใหญ่เกินไป
3. ใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำ เดินลวดเชื่อมเร็วเกินไป

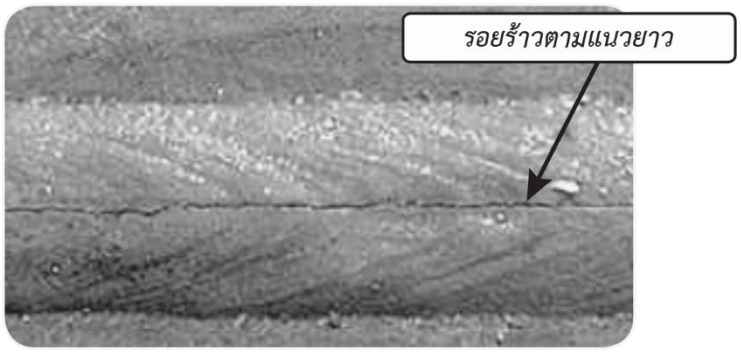
วิธีแก้ไข

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

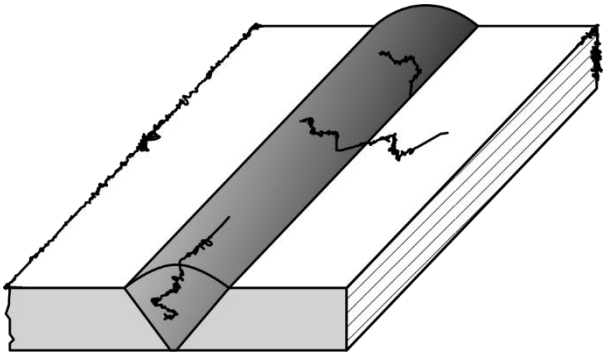
8. การแตกร้าว (Cracks)

การแตกร้าวของรอยเชื่อมเกิดจากเมื่อรอยเชื่อมรับแรงดึงหรือแรงกด การซึมลึกที่ไม่ดี และการหลอมละลายที่ไม่สมบูรณ์ของรอยเชื่อมทำให้เกิดการแตกร้าว และรอยแตกร้าวจะไม่หยุดแค่ตำแหน่งที่เกิดขึ้นแต่จะมีการขยายตัวออกไป จนเป็นเหตุในงานเกิดการแตกขาดและพังทลายได้ การแตกร้าวของงานเชื่อมมักจะเกิดได้ที่บริเวณรอยเชื่อม และบริเวณส่วนที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน รอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นมีด้วยกันอยู่ 3 แบบ ดังนี้

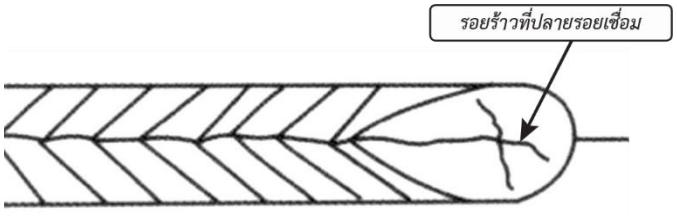
8.1 รอยร้าวตามแนวยาว (Longitudinal Weld Cracks) มักเกิดขึ้นภายในตรงกลางของรอยเชื่อม ซึ่งอาจเกิดต่อเนื่องจากการร้าวบริเวณปลายรอยเชื่อม



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)

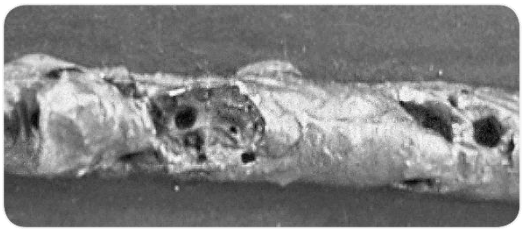
2. ต้องเติมบ่อหลอมละลายรอยเชื่อมให้เต็มโดยใช้เทคนิคการเชื่อมแบบถอยหลัง (Back Stepping) เพื่อไม่ให้บ่อหลอมละลายที่ปลายรอยเชื่อมไม่เต็ม

3. เมื่อเชื่อมเสร็จแล้วควรใช้ค้อนตีรอยเชื่อม (Peening) ขณะที่ร้อนเพื่อเป็นการคลายความเค้น

4. ต้องแน่ใจว่ารอยเชื่อมรอยแรกมีขนาดที่เพียงพอ และต้องขจัดข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนรอยเชื่อมรอยแรก เช่น ตามด รอยเว้าแหว่ง ให้หมดไปเสียก่อนก่อนที่จะทำการเชื่อมทับรอยเชื่อมรอยต่อไป

1. รูพรุน (Porosity)

รูพรุนหรือฟองอากาศที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อม อาจจะอยู่รวมกันหรือกระจายกันตลอด รูพรุนจะทำให้งานไม่แข็งแรง



สาเหตุ

1. อัตราการไหลของแก๊สที่มาปกคลุมไม่เพียงพอ

2. ชิ้นงานและลวดเชื่อมสกปรก เนื่องจากมีฝุ่น จาระบีและสนิม

3. มีลมแรงเป่าแก๊สที่มาปกคลุมกระจายออกไป

4. มีระยะโผล่ของลวดเชื่อมมากเกินไป

5. ใช้ลวดเชื่อมผิดชนิดหรือเชื่อมทับรอยเชื่อมที่ใช้ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เชื่อม

วิธีแก้ไข

1. ปรับอัตราการไหลของแก๊สที่ปกคลุมเพิ่มขึ้นให้อยู่ระหว่าง 15 – 20 ลิตรต่อนาที

2. ทำความสะอาดชิ้นงานให้ปราศจากมีฝุ่น จาระบีและสนิม ส่วนลวดเชื่อมที่เป็นสนิมก็ให้ตัดทิ้ง

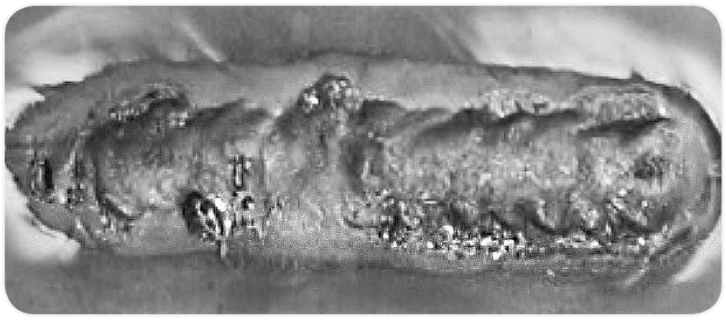
3. ถ้าเชื่อมที่ลมแรงให้หาอุปกรณ์ที่มาบังลมไม่ให้ลมพัดแก๊สที่ปกคลุมออกไป

4. ปรับระยะโผล่ของลวดเชื่อมให้สั้นลง

5. ห้ามใช้ลวดเชื่อมมิกเชื่อมทับรอยเชื่อมลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

2. การซึมลึกมากเกินไป (Excessive Penetration)

การซึมลึกมากเกินไปส่วนใหญ่เกิดจากการเชื่อมงานที่เป็นรอยต่อ



สาเหตุ

1. ตั้งกระแสไฟสูงเกินไป
2. อัตราการการเคลื่อนที่ของหัวเชื่อมต่ำ
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 โดยเกิดจากลวดเชื่อมเศษลวดเชื่อมทะลุขอบด้านหน้าของบ่อหลอมละลายไปติดกับเนื้อเชื่อมด้านหลังรอยเชื่อม

สาเหตุ

1. อัตราการเคลื่อนที่ลวดเชื่อมเร็วเกินไป
2. ตั้งกระแสไฟสูงเกินไป
3. ระยะที่ลวดเชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อมสั้นเกินไป

วิธีแก้ไข

1. ปรับอัตราการเคลื่อนที่ลวดเชื่อมให้เหมาะสม
2. ลดกระแสไฟเชื่อม
3. ปรับระยะที่ลวดเชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อมให้เหมาะสม

5. รอยเกย (Lap)

เป็นเนื้อโลหะเชื่อมที่เกยอยู่บนขอบรอยต่อหรือย้อยตรงด้านล่างของรอยเชื่อม

สาเหตุ

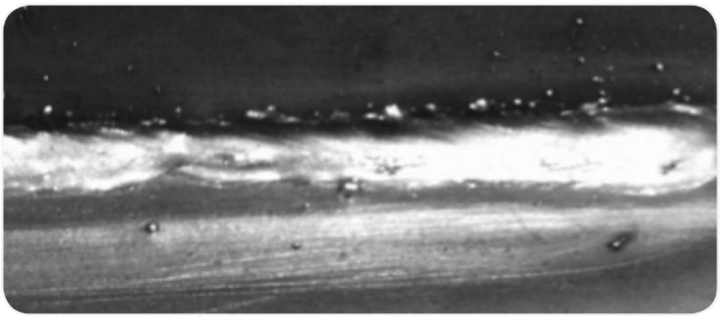
1. อัตราการเคลื่อนที่หัวเชื่อมช้าเกินไปทำให้บ่อหลอมละลายเคลื่อนที่นำหน้าลวดเชื่อม
2. กระแสไฟเชื่อมต่ำเกินไป
3. มุมของหัวเชื่อมไม่ถูกต้อง

วิธีแก้ไข

1. ใช้อัตราความเร็วการเคลื่อนที่หัวเชื่อมให้เร็วขึ้น
2. ปรับกระแสไฟเชื่อมให้สูงขึ้น
3. ถือหัวเชื่อมให้อยู่ในมุมที่ถูกต้องในแต่ละท่าเชื่อม

6. เม็ดโลหะกระเด็นมาก (Weld Spatter)

การที่มีเม็ดโลหะกระเด็นมาก ทำให้รอยเชื่อมไม่ดีเสียเวลาทำความสะอาดและอาจกระเด็นไปติดหัวทิพทำให้ลวดเชื่อมไม่ไหล



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. ลูกกลิ้งขับลวดกดแน่นเกินไป
3. ลวดเชื่อมขาดหรือพันหน้าลูกกลิ้ง
4. ลวดเชื่อมติดกับท่อนำลวด

วิธีแก้ไข

ให้ตรวจสอบฟิวส์ที่เครื่อง และตรวจสอบลูกกลิ้ง ลวดเชื่อม ท่อนำลวดเชื่อม เชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อมให้พอดี

7.2 ลวดเชื่อมเคลื่อนแต่ไม่เกิดการอาร์ก

สาเหตุ

1. ไม่ได้เสียบสายเข้ากับทริกเกอร์หรือขั้วสายหลวม

2. สายดินขาดหรือไม่ได้ต่อสายดิน

วิธีแก้ไข

ให้ตรวจสอบทริกเกอร์ ขั้วสายเชื่อมและสายดินให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้

7.3 การป้อนลวดไม่สม่ำเสมอหรือลวดเดินกระตุก

สาเหตุ

1. ปรับลูกกลิ้งลวดเชื่อมไม่ถูกต้อง 2. ท่อนำลวดไม่ถูกตรงกับขนาดของลวดเชื่อม

3. สายเชื่อมหรือท่อส่งลวดคดงอ

วิธีแก้ไข

ให้ตรวจสอบการปรับลูกกลิ้งถูกต้องหรือไม่ และท่อนำลวดตรงกับลวดเชื่อมและไม่โค้งงอ

7.4 การเริ่มต้นอาร์กไม่ดีหรือมีลวดเป็นเส้นลวดสั้นๆ เหลืออยู่ที่ปลายรอยเชื่อม

สาเหตุ

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำเกินไป 2. ระยะที่ลวดเชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อมมากเกินไป

3. ชิ้นงานสกปรกมาก

วิธีแก้ไข

ตั้งแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้าและระยะที่ลวดเชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อมให้ถูกต้อง พร้อมทำความสะอาดชิ้นงาน

7.5 ขณะเชื่อมไม่นิ่ม ลวดเชื่อมกระแทกชิ้นงาน

สาเหตุ

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำเกินไป 2. ความเร็วในการป้อนลวดสูงเกินไป

3. ระยะที่ลวดเชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อมมากเกินไป

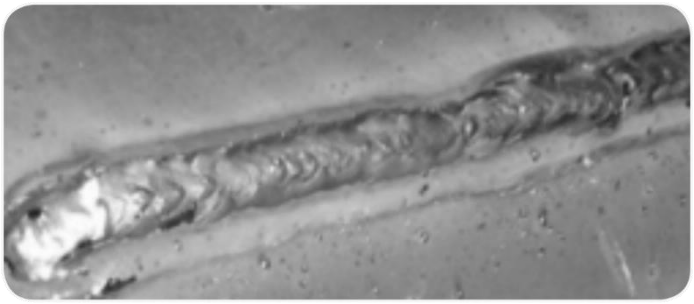
วิธีแก้ไข

ตั้งแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้าและระยะที่ลวดเชื่อมพ้นออกจากหัวเชื่อมรวมทั้งความเร็วให้ถูกต้อง

จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

1. รูพรุน (Porosity)

รูพรุนหรือฟองอากาศที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อม อาจจะอยู่รวมกันหรือกระจายกันตลอด ซึ่งรูพรุนที่เกิดกับการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุมมีหลายแบบ เช่น รูพรุนแบบกระจาย รูพรุนแบบรวมกลุ่ม หรือตามแนวยาว เป็นต้น ลักษณะของรูพรุน



สาเหตุ

1. อัตราการไหลของแก๊สที่มาปกคลุมไม่เพียงพอ 2. ชิ้นงานและลวดเชื่อมสกปรก 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. อิเล็กโทรดทังสเตนเกิดออกซิเดชั่นขณะเย็นตัว

วิธีแก้ไข

1. ใช้อิเล็กโทรดทังสเตนให้โตขึ้นและเปลี่ยนมาใช้กระแสไฟตรงต่อขั้วตรง (DCEP)
2. เพิ่มอัตราการไหลของแก๊สที่มาปกคลุม
3. กำจัดส่วนที่สกปรกของอิเล็กโทรดทังสเตนออกให้หมด

3. การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ (Incomplete Fusion)

การที่เนื้อโลหะเชื่อมหลอมรวมกับโลหะชิ้นงานได้ไม่สมบูรณ์

สาเหตุ

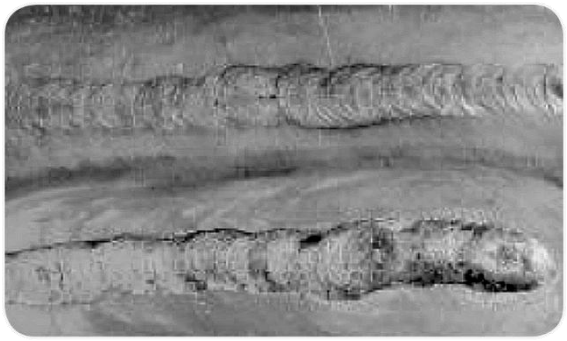
1. การเตรียมรอยต่อไม่ถูกต้อง
2. การให้ความร้อนไม่เท่ากันขณะเชื่อม
3. อัตราการเคลื่อนที่ของหัวเชื่อมเร็วเกินไป

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 พร้อมเช็กการผสมของแก๊ส 4. ตรวจสภาพของหัวฉีด

5. จุดบกพร่องอื่นๆ

นอกจากนี้ยังมีจุดบกพร่องอื่นๆ ที่เกิดกับงานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม ดังต่อไปนี้

5.1 การเริ่มต้นอาร์กยาก

สาเหตุ

1. เครื่องความถี่สูงในเครื่องอาจชำรุด 2. ใช้อิเล็กโทรดทังสเตนโตเกินไป

3. สายดินอาจจับไม่แน่น

วิธีแก้ไข

ให้ตรวจสอบเครื่องเชื่อม และระบบความถี่สูง ขั้วสายเชื่อมและสายดินให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้

5.2 การอาร์กเฉไปเฉมา

สาเหตุ

1. อิเล็กโทรดทังสเตนสกปรก 2. ลับอิเล็กโทรดทังสเตนผิดหรืออิเล็กโทรดทังสเตนโตเกินไป

3. กระแสไฟต่ำ

วิธีแก้ไข

ให้ทำความสะอาดอิเล็กโทรดทังสเตนและลับอิเล็กโทรดทังสเตนให้ถูกต้องและอยู่ในสภาพพร้อมใช้ตั้งกระแสไฟให้ถูกต้อง

5.3 รอยเชื่อมไม่เป็นรูปร่าง

สาเหตุ

1. ชิ้นงานหนาเกินไป หรือใช้กระแสไฟเชื่อมต่ำ 2. ตั้งมุมลวดเชื่อมไม่ถูกต้อง

3. ความเร็วในการเดินสูงเกินไป

วิธีแก้ไข

ให้ตรวจสอบความหนาของชิ้นงาน กระแสไฟเชื่อม ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมและมุมของทังสเตนและลวดเชื่อมให้ถูกต้อง

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

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. ต่อตัวที

8. Thickness มีความหมายว่าอย่างไร

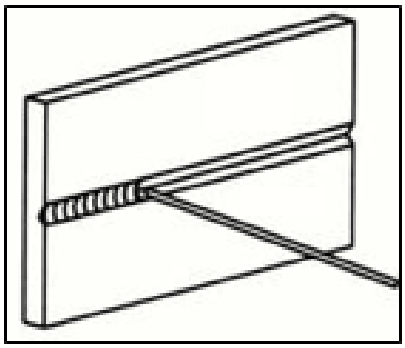
ก. ความหนาของชิ้นงาน

ข. มุมบากของชิ้นงานทั้งสอง

ค. มุมบากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว

ง. ผิวหน้าของรอยต่อชิ้นงานทั้งสอง

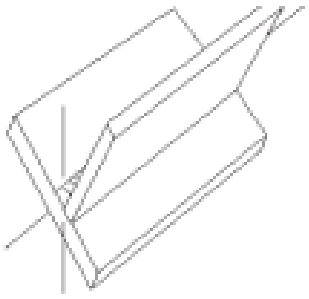
จ. ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับรอยต่อทั้งสอง



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

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชากระบวนการเชื่อม ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

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. ต่อตัวที

8. Thickness มีความหมายว่าอย่างไร

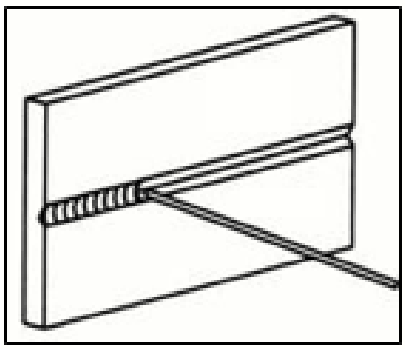
ก. ความหนาของชิ้นงาน

ข. มุมบากของชิ้นงานทั้งสอง

ค. มุมบากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว

ง. ผิวหน้าของรอยต่อชิ้นงานทั้งสอง

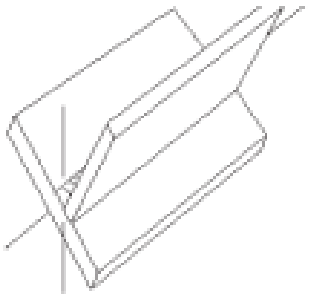
จ. ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับรอยต่อทั้งสอง



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 5	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20103-1001 ชื่อวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 16**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 5 ชม.**
ชื่อเรื่อง จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นำความรูความเขาใจ ในหลักการกระบวนการเชื่อมตาง ๆ เลือกใชงานของเครื่องมือ อุปกรณ กระบวนการเชื่อมอารกดวยลวดเชื่อมหุมฟลักซ (SMAW) เชื่อมอารกทังสเตนแกสคลุม (GTAW) เชื่อมอารก โลหะแกสคลุม (GMAW) เชื่อมใสฟลักซ (FCAW) เชื่อมใตฟลักซ (SAW) เชื่อมแกส (OAW) และสามารถแสดง ความรูเกี่ยวกับลักษณะของรอยเชื่อมตามมาตรฐาน และตำแหนงทาเชื่อมได อยางถูกตอง และแสดงออกถึง การยอมรับความแตกตางระหวางบุคคลในการทำงานรวมกันเปนทีม การอยูรวมกันในสังคม และการตระหนัก ถึงความปลอดภัยสวนบุคคล และเพื่อนรวมงานในสาขาอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ หนวยงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องคการมหาชน) รหัส 10105 อาชีพผูเชี่ยวชาญการเชื่อม ระดับ 5

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

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

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

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

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 5
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

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
- จุดบกพร่องและแนวทางการแก้ไขการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม

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 เพื่อทำให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถทำแบบฝึกหัดถูก-ผิด จำนวนเท่าไร พร้อมทั้งให้ประเมินตนเองด้วยจากแบบประเมินตนเองจากจำนวนข้อที่ทำถูก

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ในงานเชื่อมรอยเชื่อมที่ไม่มีจุดบกพร่องคือรอยเชื่อมมาตรฐาน แต่การจะบอกรอยเชื่อมแบบไหนมีมาตรฐานที่ดีหรือความพอใจระดับไหนทำได้ยาก เนื่องจากความยากง่ายของงานเชื่อมไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงต้องกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของรอยเชื่อมเอาไว้ ซึ่งการพิจารณามาตรฐานคุณภาพรอยเชื่อม มีหลายหน่วยงานที่กำหนดมาตรฐาน ซึ่งสามารถนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานของรอยเชื่อมได้ จุดบกพร่องของงานเชื่อมเป็นอันตรายต่องานเชื่อมมาก ซึ่งจุดบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับรอยเชื่อมก็จะมีลักษณะคล้ายกันไม่ว่าจะเป็นกระบวนการเชื่อมชนิดใด ซึ่งผู้ทำงานที่กี่ยวข้องกับงานเชื่อมจะต้องศึกษาและหาวิธีแก้ไขจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นให้หมดไป

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 5

รายวิชา งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น รหัสวิชา 20103-2001

เรื่อง จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า

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	มีสัญชาตญาณของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

<u>สรุปผลการประเมิน</u> ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ ....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล

หน่วยที่ 9 เรื่อง จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า

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

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

ลงชื่อ .....ครูผู้สอนสังเกต

(.....)

สัปดาห์ที่ .....

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คุณลักษณะ
		มีความรับผิดชอบในหน้าที่	มีวินัยและการตรงต่อเวลา	มีความซื่อสัตย์สุจริต	มีความกตัญญูกตเวทีต่อครูอาจารย์	มีจิตสาธารณะ	มีความเสียสละและอดทน	มีความเป็นประชาธิปไตย	มีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น	มีความรักชาติ	มีความกล้าหาญทางจริยธรรม		
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