แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ
บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ

กลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมการผลิต

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 20100-1004

จัดทำโดย

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการสอนวิชา “งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น” รหัสวิชา 20100-1004 จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2567 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง เนื้อหาภายในแบ่งออกเป็น 9 บท ดังนี้ กระบวนการเชื่อมแก๊ส รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน การแล่นประสาน การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า ความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น และการบัดกรี

สำหรับแผนการสอนรายวิชานี้ ผู้จัดทำได้ทุ่มเทกำลังกาย กำลังใจและเวลาในการศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอน และการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางหลักปรัชญาของเศรษฐกิจแบบพอเพียง

ท้ายที่สุดนี้ ผู้จัดทำขอขอบคุณผู้ที่สร้างแหล่งความรู้ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้แผนการสอนวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์เป็นที่เรียบร้อย และหากผู้ใช้พบข้อบกพร่องหรือมีข้อเสนอแนะประการใด ขอได้โปรดแจ้งผู้จัดทำทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง

นายนิวัฒน์ วิฑูรย์พันธ์

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	**2**
สารบัญ	**3**
ลักษณะรายวิชา	**5**
มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)	**6**
หน่วยการเรียนรู้	**25**
หน่วยที่ 1 งานกระบวนการเชื่อมแก๊ส	
แผนการจัดการเรียนรู้	14
ใบความรู้	18
ใบงาน	33
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	35
หน่วยที่ 2 งานรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน	
แผนการจัดการเรียนรู้	39
ใบความรู้	43
ใบงาน	62
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	65
หน่วยที่ 3 งานการแล่นประสาน	
แผนการจัดการเรียนรู้	69
ใบความรู้	74
ใบงาน	89
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	92
หน่วยที่ 4 งานการตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส	
แผนการจัดการเรียนรู้	96
ใบความรู้	101
ใบงาน	116
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	119
หน่วยที่ 5 งานกระบวนการเชื่อมไฟฟ้า	
แผนการจัดการเรียนรู้	123
ใบความรู้	127
ใบงาน	138
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	141

สารบัญ

หน้า

หน่วยที่ 6 งานความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น

แผนการจัดการเรียนรู้ 145

ใบความรู้ 150

ใบงาน 163

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 166

หน่วยที่ 7 งานการเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย

แผนการจัดการเรียนรู้ 170

ใบความรู้ 174

ใบงาน 182

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 185

หน่วยที่ 8 งานการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

แผนการจัดการเรียนรู้ 189

ใบความรู้ 194

ใบงาน 208

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 211

หน่วยที่ 9 งานการบัดกรี

แผนการจัดการเรียนรู้ 215

ใบความรู้ 220

ใบงาน 248

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 251

ลักษณะรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

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

รหัส 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

ทฤษฎี 1 **ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ** 3 **ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน** 2 **หน่วยกิต**

อ้างอิงมาตรฐาน

1. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2. มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

3. มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เขาใจเกี่ยวกับหลักการและกระบวนการเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกสและงานโลหะแผนและความปลอดภัย

2. มีทักษะการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกสและงานโลหะแผนและใชงานอุปกรณประกอบ

3. มีเจตคติที่ดีตองานอาชีพ มีความคิดริเริ่มสรางสรรค ซื่อสัตยสุจริต มีระเบียบวินัย ปฏิบัติตน ตามแบบแผน หรือขอบังคับที่สอดคลองกับมาตรฐานในการปฏิบัติที่ดีของคนในสังคม มีความรับผิดชอบตอ งานอาชีพ

4. สามารถประยุกตใชทักษะกระบวนการเชื่อมไฟฟา เชื่อมแกสโลหะแผน เทคโนโลยีใหม การตัดสินใจและเลือกใชวิธีการที่เหมาะสมและถูกตอง

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรูเกี่ยวกับหลักการและกระบวนการเชื่อมไฟฟาและเชื่อมแกส
2. เตรียมเครื่องมืออุปกรณประกอบวัสดุในงานเชื่อมไฟฟาและเชื่อมแกส
3. เชื่อมไฟฟาแผนเหล็กกลาคารบอนตามรอยตอและตำแหนงทาเชื่อมพื้นฐานเบื้องตน
4. เชื่อมแกสแผนเหล็กกลาคารบอนตามรอยตอและตำแหนงทาเชื่อมพื้นฐานเบื้องตน
5. ออกแบบเขียนแบบและตัด พับ ขึ้นรูปประกอบงานโลหะแผน
6. ใชเครื่องมือ เครื่องจักร ในการปฏิบัติงานดวยความปลอดภัยตามหลักอาชีวอนามัย

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการเชื่อมไฟฟาและงานเชื่อมแกสแผนเหล็กคารบอน เตรียมเครื่องมืออุปกรณประกอบวัสดุในงานเชื่อมไฟฟาและงานเชื่อมแกสเบื้องตน ออกแบบเขียนแบบ และตัด พับ ขึ้นรูปประกอบงานโลหะแผน ใชเครื่องมือ เครื่องจักร ในการปฏิบัติงานดวยความปลอดภัย ตามหลักอาชีวอนามัย

มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)

หน่วยงานรับรองมาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ

มาตรฐานอาชีพ สาขาวิชาชีพ ช่างเชื่อมโลหะ

อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อม อุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา 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. ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้น	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 2) การสัมภาษณ์ 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. ควบคุมวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานในแต่ละขั้นต อนของมาตรการป้องกัน ได้อย่างถูกต้อง 2. ควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้น	1) แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 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

มาตรฐานอาชีพ

หน่วยงานรับรองมาตรฐานอาชีพ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขา อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

เนื้อหา	หมายเหตุ
1. ความรู้	
1.1 ความรู้ ความเข้าใจ ประกอบด้วย ขอบเขตความรู้ ความเข้าใจในเรื่อง ดังต่อไปนี้ 1.1.1 ความปลอดภัยทั่วไปในพื้นที่ปฏิบัติงาน (General Safety in the Working Area) (1) ประเภทของอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั่วไปในสภาพแวดล้อมของการทำงานการรู้สาเหตุและขั้นตอนต่าง ๆ จะสามารถนำมาใช้ป้องกันอุบัติเหตุได้ (2) สาเหตุของการเกิดอัคคีภัยและการระเบิด มาตรการป้องกันการเกิดอัคคีภัย ชนิดของเครื่องดับเพลิงและข้อแนะนำการใช้ (3) การรู้จักใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น แว่นตานิรภัย แว่นตาเชื่อม หน้ากากเชื่อม ถุงมือ เอี๊ยมกันไฟ รองเท้านิรภัย อุปกรณ์ ป้องกันหู กรองอากาศป้องกันศีรษะ (4) การตรวจสอบสถานที่ทำงานสำหรับความปลอดภัย และสภาพแวดล้อมของการทำงานเชื่อม หลักการในการจัดการและการรักษาความปลอดภัยในที่ทำงาน (5) หลักการในการใช้เครื่องมือ (Hand Tools) และเครื่องมือกล (Power Tools) อย่างปลอดภัย (6) การปฐมพยาบาลเบื้องต้นจากไฟไหม้ บาดเจ็บเล็กน้อย และบาดเจ็บสาหัส (7) หลักการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในการดูแลบุคคลบาดเจ็บจากไฟฟ้าดูด ซึ่งจะรวมถึงการปั๊มหัวใจ (Coronary Pulmonary Recessitation : CPR) (8) การปฐมพยาบาลเบื้องต้นสำหรับผู้ได้รับควัน ไอระเหย และแก๊สที่เป็นพิษ (9) กฎระเบียบที่สัมพันธ์กับภาวการณ์ทำงาน ความปลอดภัย การถูกสุขลักษณะและสิ่งแวดล้อมภายในและรอบ ๆ พื้นที่ทำงาน 1.1.2 ความปลอดภัยในการเชื่อมและตัด (Welding and Cutting Safety) (1) มาตรการป้องกันส่วนบุคคลสำหรับการเกิดไฟฟ้าดูด	

เนื้อหา	หมายเหตุ
รังสีไหม้ผิวหนังและตา การบาดเจ็บจากโลหะร้อน สะเก็ดจากการตัดแก๊สและเชื่อม ควันที่ออกมาจาก การเผาไหม้ของไอระเหยของโลหะเติมและชิ้นงานเชื่อม (2) มาตรการป้องกันการเกิดอัคคีภัยขณะทำงานใกล้วัสดุติดไฟ (3) การเกิดแก๊สพิษเนื่องจากการเชื่อมและการตัดแก๊ส การบาดเจ็บของช่างเชื่อมจากแก๊สพิษที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมและการตัดแก๊ส (4) มาตรการป้องกันในการใช้ท่อ แก๊สความดันสูง (5) มาตรการป้องกันการเกิดอันตรายขณะทำงานใกล้เครื่องมือ อุปกรณ์ที่อยู่ในพื้นที่ทำการเชื่อม 1.1.3 การใช้เครื่องมือวัด (Measuring Tools) (1) การใช้เครื่องมือร่างแบบ เช่น สายวัดระยะ ฉาก บรรทัดเหล็ก เวอร์เนียคาลิปเปอร์ โปรแทรกเตอร์ ระดับน้ำและบรรทัดอ่อน (2) การใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เช่น ที่วัดอุณหภูมิแบบสัมผัส (Contact Pyrometer) ชอล์ควัดอุณหภูมิ สีวัดอุณหภูมิและเทอร์โมคัปเปิ้ล (3) การใช้อุปกรณ์การวัดแนวเชื่อม (เกจวัด แว่นขยาย ไฟฉาย กระจกเงา ฯ ล ฯ) (4) การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือวัด 1.1.4 การใช้เครื่องมือทั่วไป (Hand Tools) (1) คีม คีมล็อค แคลมป์ ปากกา (2) ตะไบและเลื่อยมือ (3) ค้อนและสกัด (4) ดอกสว่านและเครื่องเจาะ (5) ประแจต่าง ๆ (6) ชะแลง ลิ่ม แม่แรงยกของ (7) แปรงลวด (8) หินเจียร (Hand Grinder) (9) การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือ 1.1.5การใช้เครื่องมือกล (Power Tools) (1) เครื่องเจียรแท่งทังสเตนอิเล็กโทรด (2) เครื่องขัดผิวโลหะ (3) เครื่องกดไฮดรอลิกส์ (4) เครื่องทดสอบการดัดงอ	

เนื้อหา	หมายเหตุ
(5) เครื่องตัดชิ้นงานและเครื่องเลื่อย (6) อุปกรณ์จับยึด (7) เครื่องดูดควัน (8) การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องมือกล 1.1.6 ชุดเชื่อมแก๊ส และอุปกรณ์ (Gas Welding and Equipment) (1) ชนิดของชุดเชื่อมแก๊ส (2) การติดตั้งชุดเชื่อมแก๊ส (3) ขั้นตอนการทำงานของระบบชุดเชื่อมแก๊สและอุปกรณ์ (4) การปรับค่าพารามิเตอร์ของชุดปรับความดันแก๊ส (5) ความสัมพันธ์ระหว่างความดันของแก๊สออกซิเจน และแก๊สอะเซทิลีน (6) การเลือกใช้ การบำรุงรักษา การตรวจสอบอุปกรณ์ เช่น หัวเชื่อม สายเชื่อมข้อต่อสายเชื่อม อุปกรณ์จุดเปลวไฟ อุปกรณ์ป้องกันไฟย้อนกลับ เป็นต้น (7) ขนาดและสัญลักษณ์สีของขวดแก๊ส (Cylinder) ท่อแก๊ส (Pipeline) อุปกรณ์ปรับความดันและมาตรวัดอัตราการไหล ของแก๊สและการบำรุงรักษา 1.1.7 เทคโนโลยีการเชื่อม (Welding Technology) (1) ชนิดของเปลวไฟเชื่อม และเทคนิคการปรับเปลวไฟเชื่อม (2) หลักการพื้นฐานของการเชื่อมเดินหน้าและถอยหลัง (3) สมบัติของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน และการเลือกใช้แก๊ส (4) ผลกระทบของการใช้ปริมาณของแก๊สมากหรือน้อยเกินไป (5) ประเภท ขนาด ลักษณะของหัวทิพ (Tip) ห้องผสม (Mixing chamber) มือถือเชื่อมแก๊ส และการบำรุงรักษา (6) การป้องกันและการแก้ไขการบิดตัวเนื่องจากความเค้นตกค้าง (7) ความสัมพันธ์ระหว่างท่าเชื่อมและเทคนิคการเชื่อม (8) ผลกระทบของการปรับเปลวไฟเชื่อม 1.1.8 สมบัติและความสามารถเชื่อมได้ของโลหะ (Weld ability of Metals) (1) ชนิดและชั้นคุณภาพของเหล็กกล้า (2) สมบัติเหล็กกล้า รวมไปถึงค่าความต้านแรงดึง ค่าความต้านทานแรงกระแทก ความแข็ง ความเหนียวแน่น (Toughness) ลักษณะการกัดกร่อน (3) กรรมวิธีของการตรวจสอบคุณภาพรวมไปถึงการทดสอบแบบทำลาย และการทดสอบแบบไม่ทำลาย (4) มาตรฐานเกี่ยวกับโลหะชิ้นงานที่เกี่ยวข้องกับเหล็กกล้า เช่น ISO 209, JIS ๔๐๐๐G, DIN ๑๗๑๒, ASTM B ๒๐๙ M, มอก. ๒๘๔ - ๒๑ ๑๑๐๐ ฯ ล ฯ	

เนื้อหา	หมายเหตุ
(5) สมบัติทางเคมี และการกัดกร่อนของโลหะชิ้นงาน (6) รูปทรงของเหล็กกล้า แผ่นบาง แผ่นหนา เส้นแบน กลม ฉาก ราง เหล็กตัวไอ เหล็กตัวเอ็ช หน้าแปลน ท่อ (Pipe) ท่อบาง (Tube) กลม สี่เหลี่ยม 1.1.9 ลวดเติมและแก๊สเชื่อม (Filler rods and gas welding) (1) ข้อกำหนดมาตรฐานของลวดเติม สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าผสมต่ำเหล็กกล้าเกรนละเอียด (2) ชั้นคุณภาพของลวดเติม ขนาด ความสามารถเชื่อมได้และการเลือกใช้ (3) การเก็บรักษาและการใช้ลวดเติม (4) การกำหนดตำแหน่งมุมลวดเติมและหัวเชื่อมแก๊สให้เหมาะสมกับท่าเชื่อม (5) ชนิด มาตรฐานของขวดบรรจุแก๊สเชื้อเพลิง และขวดบรรจุแก๊สออกซิเจน 1.1.10 ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม (Welding Procedure Specifications) (1) จุดมุ่งหมาย ตามข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม (2) การเลือกลวดเติมให้เหมาะกับโลหะชิ้นงาน (3) สัญลักษณ์งานเชื่อม ตาม ISO ๖๙๔๗ และ AWS A ๒.๔ (4) ลักษณะเฉพาะของแนวต่องานเชื่อม รวมทั้งชนิดแนวต่อรูปทรงเรขาคณิต ขนาดที่สัมพนธ์ กับสัญลักษณ์งานเชื่อม 1.1.11 คณิตศาสตร์ประยุกต์ที่สัมพันธ์กับการร่างแบบงานเชื่อม(Applied Mathematics Related to Layout and Welding) (1) คณิตศาสตร์พื้นฐาน การบวก ลบ คูณ หาร การหาร้อยละ (2) การวัดและการคำนวณความยาว มุม พื้นที่ ปริมาตรน้ำหนัก ความดัน (3) การแปลงหน่วยของมาตรวัด มาตรฐานต่าง ๆ (4) การใช้เครื่องคำนวณ 1.1.12 วิทยาศาสตร์เบื้องต้นที่สัมพันธ์กับงานเชื่อม (Basic Science Related to Welding) (1) สาเหตุและการป้องกันการกัดกร่อนและการสึกหรอ (2) โลหะวิทยาที่สัมพันธ์กับงานเชื่อมอิทธิพลของความร้อนที่มีต่อชิ้นงานเชื่อมการอุ่นชิ้นงาน (Preheat) และการให้ความร้อนหลังเชื่อม (Post-heat) 1.1.13 การตรวจสอบและการรับรองงานเชื่อม (Inspection and Welding Qualification) (1) การตรวจสอบพินิจตัวแปรของงานโดยช่างเชื่อม ก่อนการเชื่อม (2) การตรวจสอบพินิจตัวแปรของงานโดยช่างเชื่อม ในระหว่างการเชื่อม (3) การตรวจสอบพินิจ ความนูนด้านหน้าแนวเชื่อมและด้านรากภายหลังจากการ	

เนื้อหา	หมายเหตุ
เชื่อมเสร็จ (รวมทั้งแนวกัดแหว่ง รูพรุน สารฝังใน (Inclusion) การหลอมไม่สมบูรณ์รอยร้าว ความกว้าง ความสูง รูปร่างแนวเชื่อม ความสมำเสมอของแนวเชื่อม) (4) การวัดขนาดแนวเชื่อม (5) การตรวจสอบด้วยรังสี (RT) (6) การซ่อมจุดบกพร่อง (Defects) ของชิ้นงานก่อนและหลังการเชื่อมเสร็จ (7) การทดสอบการดัดโค้ง (Bending Test) 1.1.14 ท่อเหล็กกล้า (Steel Pipe) (1) ชนิดและขนาดของท่อ (2) การวัดความกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนาของผนังความเหลื่อม (Misalignment) การร่วมศูนย์เดียวกัน (3) ข้อต่อท่อ หน้าแปลน (4) การต่อท่อ การปรับรอยต่อ ข้อต่อท่อและหน้าแปลน (5) คุณภาพของงานเชื่อมท่อ (6) การซ่อมข้อบกพร่องของแนวเชื่อมท่อ	
2. ความสามารถ	
2.1 ความสามารถ ประกอบด้วย ขอบเขตความสามารถในการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้ 2.1.1 การทำงานอย่างปลอดภัย (Working Safety) (1) การป้องกันอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานเชื่อม (2) มาตรการป้องกันอัคคีภัย การรู้ตำแหน่งของเครื่องดับเพลิง (3) การสวมใส่และการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม (4) การรักษาพื้นที่ทำงานให้ปลอดภัย สะอาดและเป็นระเบียบ (5) การใช้หน้ากากกรองแสง การระบายอากาศ และแสงสว่างอย่างเหมาะสม (6) การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์อย่างปลอดภัยและถูกวิธี (7) การป้องกันอุบัติเหตุในการทำงานในสถานที่จำกัด (8) การป้องกันแก๊สพิษจากปฏิบัติงานเชื่อม 2.1.2 การใช้เครื่องมือวัด อุปกรณ์ และเครื่องมือร่างแบบ (MeasuringEquipment and Drawing Tool) (1) ใช้เครื่องมือวัด อุปกรณ์และเครื่องมือร่างแบบได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย (2) ร่างแบบบนชิ้นงานเชื่อมอย่างถูกต้อง โดยใช้ตลับเมตร ฉากบรรทัดนำศูนย์ (3) ใช้เครื่องวัดอัตราการไหล เกจวัดแรงดัน เครื่องมือวัดอุณหภูมิและมาตรวัดไฟฟ้า ได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย	

เนื้อหา	หมายเหตุ
(4) เก็บรักษาเครื่องมือวัด และเครื่องมือร่างแบบได้อย่างเหมาะสม 2.1.3 การใช้เครื่องมือและเครื่องมือกลได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย (1) ใช้เครื่องมือและเครื่องมือกลได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย (2) เก็บรักษาเครื่องมือ และเครื่องมือกลได้อย่างเหมาะสม 2.1.4 สามารถเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยกระบวนการเชื่อมแบบหลอมละลายความร้อนที่ให้จะได้จากแก๊สออกซิเจนผสมกับแก๊สอะเซทิลีน อาจจะใช้ลวดเติมหรือไม่ใช้ลวดเติมก็ได้ที่เป็นแนวเชื่อมฟิลเล็ท (Fillet Weld) และแนวเชื่อมต่อชน (Butt Weld) ทั้งในลักษณะการเชื่อมเหล็กแผ่นกับเหล็กแผ่นและเหล็กแผ่นกับท่อที่มีความหนา ๑.๕ มิลลิเมตร ถึง ๓ มิลลิเมตร ในตำแหน่งท่าเชื่อมต่าง ๆ ได้ทุกตำแหน่ง ตามมาตรฐาน ISO ๙๖๐๖-๑ โดยมีคุณภาพของรอยเชื่อมระดับ B Class ตามมาตรฐาน ISO ๕๘๑๗	
3. ทัศนคติ	
3.1 ทัศนคติ ประกอบด้วย การปฏิบัติงานที่ตรงต่อเวลา การรักษาวินัยในการทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน ความซื่อสัตย์ ความละเอียดรอบคอบ และความประหยัด	

ลิงก์ที่ของมาตรฐานอาชีพ

https://drive.google.com/file/d/1If4AS3kih9vfMANOQsIovy3ZX2wLCevo/view

วิชา 20100-1004 งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

ลิงก์สำหรับค้นหา

https://drive.google.com/file/d/1If4AS3kih9vfMANOQsIovy3ZX2wLCevo/view

มาตรฐานอาชีพ

หน่วยงานรับรองมาตรฐานอาชีพ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

เนื้อหา	หมายเหตุ
1. ความรู้	
1.1 ความรู้ ความเข้าใจ ประกอบด้วย ขอบเขตความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องดังต่อไปนี้ 1.1.1 การปฏิบัติตามข้อกำหนดและความปลอดภัยในการทำงาน (1) พื้นฐานกฎระเบียบความปลอดภัยในการทำงาน (2) มาตรฐานของอุปกรณ์ความปลอดภัย (3) ความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องมือ เครื่องมือกล (4) มาตรฐาน ๕ ส (5) พื้นฐานสัญลักษณ์และเครื่องหมายความปลอดภัย (6) วิธีการใช้งานอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล (7) วิธีการบำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องมือกล (8) คู่มือการใช้งานเครื่องจักร (9) วิธีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล 1.1.2 การปฏิบัติตามคู่มือการใช้เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ (1) พื้นฐานการใช้งานเครื่องจักร (2) ความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ (3) ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ขนย้ายวัสดุ (4) การใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ (5) คู่มือมาตรฐานการใช้งานเครื่องตัด (6) คู่มือมาตรฐานการใช้งานเครื่องพับ (7) คู่มือมาตรฐานการใช้งานเครื่องม้วน (8) วิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักร (9) มาตรฐาน ๕ ส 1.1.3 การผลิตชิ้นงานตามแบบ (1) พื้นฐานการอ่านแบบสั่งผลิต (2) พื้นฐานความรู้วัสดุในงานผลิต (3) วิธีการใช้งานและบำรุงรักษาเคร่องม ือและอุปกรณ์ (4) พื้นฐานการอ่านแบบสั่งผลิต	

เนื้อหา	หมายเหตุ
(5) คู่มือมาตรฐานการใช้งานเครื่องตัด (6) คู่มือมาตรฐานการใช้งานเครื่องพับ (7) คู่มือมาตรฐานการใช้งานเครื่องม้วน (8) วิธีการใช้เครื่องมือวัด (9) มาตรฐานคุณภาพ 1.1.4 การบำรุงรักษาเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ (1) พื้นฐานการใช้งานเครื่องจักร (2) พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร (3) วิธีการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ (4) พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับน้ำมันไฮดรอลิกส์ (5) พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับระบบนิวเมติกส์ (6) พื้นฐานความรู้คุณสมบัติสารหล่อลื่น (7) พื้นฐานความรู้การใช้งานอุปกรณ์จับยึด (8) มาตรฐาน ๕ ส	
2. ความสามารถ	
2.1 ความสามารถ ประกอบด้วย ขอบเขตความสามารถในการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้ 2.1.1 การปฏิบัติตามข้อกำหนดและความปลอดภัยในการทำงาน (1) การเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติงาน (2) การปฏิบัติงานในพื้นที่ทำงาน (3) การจัดเก็บทำความสะอาด 2.1.2 การปฏิบัติตามคู่มือการใช้เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ (1) การเตรียมเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ (2) การใช้เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ (3) การทำความสะอาดเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ 2.1.3 การผลิตชิ้นงานตามแบบ (1) การเตรียมแบบและวัสดุ (2) การผลิตชิ้นงาน (3) การตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน 2.1.4 การบำรุงรักษาเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ (1) การบำรุงรักษาประจำวัน (2) การบำรุงรักษาประจำเดือน	

เนื้อหา	หมายเหตุ
(3) การบำรุงรักษาตามคู่มือเครื่องจักร	
3. ทัศนคติ	
3.1 ทัศนคติ ประกอบด้วย มีระเบียบวินัยในการทำงาน มีจิตสำนึกด้านความปลอดภัย ตรงต่อเวลา และมีความรับผิดชอบ	

ลิงก์ที่ของมาตรฐานอาชีพ

https://drive.google.com/file/d/1If4AS3kih9vfMANOQsIovy3ZX2wLCevo/view

วิชา 20100-1004 งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

ลิงก์สำหรับค้นหา

https://drive.google.com/file/d/1If4AS3kih9vfMANOQsIovy3ZX2wLCevo/view

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา งานเชื่อมและโลหะแผนเบื้องตน มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย				
งานหลัก	**งานย่อย**	**สมรรถนะย่อย** (มาตรฐานอาชีพ)	**ความรู้** **ในการปฏิบัติงาน**	**ทักษะ** **ในการปฏิบัติงาน**
งานหลัก 1 กระบวนการเชื่อมแก๊ส	1.ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน 2.ความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊ส 3.ชุดเชื่อมแก๊สและชุดป้องกันอันตราย 4.เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส 5.การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส	1. บอกอันตรายที่เกิดจากประกายไฟหรือสะเก็ดเชื่อมได้อย่างถูกต้อง ตามมาตรฐานสากล 2. บอกสัญลักษณ์การระบุประเภทของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง 3. บอกอันตรายจากการเชื่อมที่มีสาเหตุมาจากไฟฟ้าดูด ได้อย่างถูกต้อง	1. อธิบายความปลอดภัยในการปฏิบัติงานได้ 2. บอกวิธีป้องกันความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สได้ 3. อธิบายการใช้ชุดเชื่อมแก๊สและชุดป้องกันอันตรายได้ 4. สามารถประกอบติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊สได้ 5.สามารถประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊สได้	1. ความสามารถในการปฏิบัติงานตามวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานในแต่ละขั้นตอน 2. ความสามารถในการติดตามและประเมินผลการเกิดอุบัติเหตุด้านความปลอดภัย
งานหลัก 2 รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน	1.ชนิดของรอยต่อ 2.ชนิดของรอยเชื่อม 3.ชื่อส่วนประกอบรอยเชื่อม	1. บอกอันตรายที่เกิดจากประกายไฟหรือสะเก็ดเชื่อมได้อย่างถูกต้อง ตามมาตรฐานสากล 2. บอกสัญลักษณ์การระบุประเภทของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง 3. บอกอันตรายจากการเชื่อมที่มีสาเหตุมาจาก	1.บอกความหมายของรอยเชื่อมได้ 2.จำแนกชนิดของรอยต่อและรอยเชื่อมได้ 3.เชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ 4.เลือกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้เหมาะสมกับชิ้นงาน 5.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอัน	1. ความสามารถในการปฏิบัติงานตามวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานในแต่ละขั้นตอน 2. ความสามารถในการติดตามและประเมินผลการเกิด

		ไฟฟ้าดูด ได้อย่างถูกต้อง	พึงประสงค์	อุบัติเหตุด้านความปลอดภัย
งานหลัก 3 การแล่นประสาน	1ความหมายของหลักการแล่นประสาน 2.เครื่องมือและอุปกรณ์การแล่นประสาน 3.การแล่นประสานด้วยหัวเชื่อมแก๊ส 4.ลวดแล่นประสานหรือโลหะประสาน 5.การให้ความร้อนในการแล่นประสาน	1. บอกอันตรายที่เกิดจากประกายไฟหรือสะเก็ดเชื่อมได้อย่างถูกต้อง ตามมาตรฐานสากล 2. บอกสัญลักษณ์การระบุประเภทของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง 3. บอกอันตรายจากการเชื่อมที่มีสาเหตุมาจากไฟฟ้าดูด ได้อย่างถูกต้อง	1.บอกความหมายของรอยเชื่อมได้ 2.จำแนกชนิดของรอยต่อและรอยเชื่อมได้ 3.เชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ 4.เลือกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้เหมาะสมกับชิ้นงาน 5.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	1. ความสามารถในการปฏิบัติงานตามวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานในแต่ละขั้นตอน 2. ความสามารถในการติดตามและประเมินผลการเกิดอุบัติเหตุด้านความปลอดภัย
งานหลัก 4 การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส	1.หลักการตัดด้วยแก๊ส 2.เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับงานตัดด้วยแก๊ส 3.ลักษณะรอยตัดด้วยแก๊ส 4.ข้อควรระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊ส	1. บอกอันตรายที่เกิดจากประกายไฟหรือสะเก็ดเชื่อมได้อย่างถูกต้อง ตามมาตรฐานสากล 2. บอกสัญลักษณ์การระบุประเภทของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง 3. บอกอันตรายจากการเชื่อมที่มีสาเหตุมาจากไฟฟ้าดูด ได้อย่างถูกต้อง	1. บอกข้อดีข้อเสียของการตัดด้วยแก๊สเมื่อเปรียบเทียบกับการตัดทางกลได้ 2. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับงานตัดด้วยแก๊สได้ 3. อธิบายลักษณะรอยตัดด้วยแก๊สได้ 4. ตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส 5. ตระหนักถึงข้อควรระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊ส 6.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอัน	1. ความสามารถในการปฏิบัติงานตามวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานในแต่ละขั้นตอน 2. ความสามารถในการติดตามและประเมินผลการเกิดอุบัติเหตุด้านความปลอดภัย

			พึงประสงค์	
งานหลัก 5 กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า	1. หลักการเชื่อมไฟฟ้า 2.ความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะไฟฟ้า 3.การประกอบติดตั้งชุดเชื่อมไฟฟ้า 4.เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า 5.การเริ่มต้นอาร์ก 6.องค์ประกอบในงานเชื่อมไฟฟ้า 7.ตำแหน่งท่าที่ใช้ทำการเชื่อม 8.ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ 9.การเชื่อมต่อมุม 10.ชนิดของรายต่อในงานเชื่อมไฟฟ้า 11. งานเชื่อมต่อตัวที	1. บอกอันตรายที่เกิดจากประกายไฟหรือสะเก็ดเชื่อมได้อย่างถูกต้อง ตามมาตรฐานสากล 2. บอกสัญลักษณ์การระบุประเภทของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง 3. บอกอันตรายจากการเชื่อมที่มีสาเหตุมาจากไฟฟ้าดูด ได้อย่างถูกต้อง	1.อธิบายหลักการเชื่อมไฟฟ้าได้ 2.บอกองค์ประกอบในงานเชื่อมไฟฟ้าได้ 3.จำแนกชนิดของรอยต่อในงานเชื่อมไฟฟ้าได้ 4.วิเคราะห์หน้าที่และคุณสมบัติของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ 5.ประกอบติดตั้งชุดเชื่อมไฟฟ้าได้ 6.ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าได้ 7.ตระหนักถึงความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าตลอดเวลา 8.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	1. ความสามารถในการปฏิบัติงานตามวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานในแต่ละขั้นตอน 2. ความสามารถในการติดตามและประเมินผลการเกิดอุบัติเหตุด้านความปลอดภัย
งานหลัก 6 ความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น	1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ โลหะแผ่น 2. ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น 3. เครื่องมือที่ใช้ในงาน โลหะแผ่น 4. เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่น	1. บอกอันตรายที่เกิดจากประกายไฟหรือสะเก็ดเชื่อมได้อย่างถูกต้อง ตามมาตรฐานสากล 2. บอกสัญลักษณ์การระบุประเภทของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง 3. บอกอันตรายจากการ	1. อธิบายความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลหะแผ่นได้ 2. บอกสาเหตุของความไม่ปลอดภัยในการทำงานได้ 3. ใช้เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นได้ 4. ตัดตรงโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดตรงได้ 5.ตัดโค้งโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดโค้งได้	1. ความสามารถในการปฏิบัติงานตามวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานในแต่ละขั้นตอน 2. ความสามารถในการติดตามและ

		เชื่อมที่มีสาเหตุมาจากไฟฟ้าดูด ได้อย่างถูกต้อง	6.ตระหนักถึงความปลอดภัยในงานโลหะแผ่นตลอดเวลา 7.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ประเมินผลการเกิดอุบัติเหตุด้านความปลอดภัย
งานหลัก 7 การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย	1. หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่ 2. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน 3. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี	1. บอกอันตรายที่เกิดจากประกายไฟหรือสะเก็ดเชื่อมได้อย่างถูกต้อง ตามมาตรฐานสากล 2. บอกสัญลักษณ์การระบุประเภทของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง 3. บอกอันตรายจากการเชื่อมที่มีสาเหตุมาจากไฟฟ้าดูด ได้อย่างถูกต้อง	1. อธิบายความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลหะแผ่นได้ 2. บอกสาเหตุของความไม่ปลอดภัยในการทำงานได้ 3. ใช้เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นได้ 4. ตัดตรงโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดตรงได้ 5.ตัดโค้งโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดโค้งได้ 6.ตระหนักถึงความปลอดภัยในงานโลหะแผ่นตลอดเวลา 7.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	1. ความสามารถในการปฏิบัติงานตามวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานในแต่ละขั้นตอน 2. ความสามารถในการติดตามและประเมินผลการเกิดอุบัติเหตุด้านความปลอดภัย
งานหลัก 8 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น	1. การพับข้อขอบงาน 2.การพับตะเข็บงาน 3.การเข้าขอบลวด 4. การเคาะขึ้นขอบ 5.แท่นขึ้นรูป 6.การม้วน	1. บอกอันตรายที่เกิดจากประกายไฟหรือสะเก็ดเชื่อมได้อย่างถูกต้อง ตามมาตรฐานสากล 2. บอกสัญลักษณ์การระบุประเภทของวัสดุ	1. อธิบายวิธีการพับขอบงานและตะเข็บงานได้ 2. อธิบายวิธีการใช้งานแท่นขึ้นรูปได้ 3. พับขอบงานและตะเข็บงานได้ 4. ม้วนขึ้นรูปโหละแผ่นได้ 5. ประกอบชิ้นงานโลหะแผ่นได้	1. ความสามารถในการปฏิบัติงานตามวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานในแต่ละขั้นตอน 2. ความสามารถใน

		เหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง 3. บอกอันตรายจากการเชื่อมที่มีสาเหตุมาจากไฟฟ้าดูด ได้อย่างถูกต้อง	6. นำหลักการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ 7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	การติดตามและประเมินผลการเกิดอุบัติเหตุด้านความปลอดภัย
งานหลัก 9 การบัดกรี	1. การพับข้อขอบงาน 2.การพับตะเข็บงาน 3.การเข้าขอบลวด 4. การเคาะขึ้นขอบ 5.แท่นขึ้นรูป 6.การม้วน	1. บอกอันตรายที่เกิดจากประกายไฟหรือสะเก็ดเชื่อมได้อย่างถูกต้อง ตามมาตรฐานสากล 2. บอกสัญลักษณ์การระบุประเภทของวัสดุเหล็กกล้า ได้อย่างถูกต้อง 3. บอกอันตรายจากการเชื่อมที่มีสาเหตุมาจากไฟฟ้าดูด ได้อย่างถูกต้อง	1.อธิบายหลักการบัดกรีได้ 2.จำแนกประเภทหัวบัดกรีได้ 3.วิเคราะห์โลหะบัดกรีสำหรับการบัดกรีได้ 4.ลำดับขั้นตอนการบัดกรีชิ้นงานได้ 5.บัดกรีชิ้นงานโลหะแผ่นได้ 6.ตระหนักถึงความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการบัดกรีตลอดเวลา 7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	1. ความสามารถในการปฏิบัติงานตามวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานในแต่ละขั้นตอน 2. ความสามารถในการติดตามและประเมินผลการเกิดอุบัติเหตุด้านความปลอดภัย

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง									รวม	จำนวนชั่วโมง ท/ป
	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย	จิตพิสัย	ประยุกต์ใช้		
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์					
1.กระบวนการเชื่อมแก๊ส	1	2	2	1	-	-	1	1	2	10	3/9
2.รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน	1	2	1	2	-	-	1	1	2	10	1/3
3.การแล่นประสาน	1	2	1	2	-	-	1	1	2	10	1/3
4.การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส	1	2	-	2	-	-	1	2	2	10	1/3
5.กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า	1	2	1	2	-	-	2	2	2	12	4/12
6.ความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น	1	2	1	2	-	-	1	2	2	11	2/6
7.การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย	1	2	1	2	-	-	2	2	2	12	2/6
8.การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น	1	2	1	2	-	-	2	2	2	12	2/6
9.การบัดกรี	1	2	2	1	-	-	3	2	2	13	2/6
รวม	8	16	13	15	-	-	16	16	16	100	72
ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (เมื่อเรียนรายวิชานี้สำเร็จแล้วทำอะไรได้)											
รวมทั้งรายวิชา										100	72

หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	กระบวนการเชื่อมแก๊ส	3	0	9
2	รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน	1	3	4
3	การแล่นประสาน	1	3	4
4	การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส	1	3	4
5	กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า	4	12	16
6	ความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น	2	6	8
7	การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย	2	6	8
8	การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น	2	6	8
9	การบัดกรี	2	6	8
	ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา			
	รวม	**18**	**54**	**72**

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

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... 1
	รหัสวิชา 20100-1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 1-3**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมแก๊ส	**ทฤษฎี 3 ชม.** **ปฏิบัติ 9 ชม.**
ชื่อเรื่อง/งาน กระบวนการเชื่อมแก๊ส		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2 สมรรถนะย่อย.....

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....

2) วิธีประเมิน.....

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.1.1 บูรณาการกลุ่มอาชีพ การเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อม อุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นในงานเชื่อมแก๊ส

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความปลอดภัยในการปฏิบัติงานได้
2. บอกวิธีป้องกันความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สได้
3. อธิบายการใช้ชุดเชื่อมแก๊สและชุดป้องกันอันตรายได้
4. สามารถประกอบติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊สได้
5. สามารถประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊สได้

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.ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

2.ความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊ส

3.ชุดเชื่อมแก๊สและชุดป้องกันอันตราย

4.เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

5.การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

7. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนพร้อมแนะนำชี้แจงแผนการเรียน สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น เช่น ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ หลักการและแนวทางในการเรียน การประเมินผลการเรียน เพื่อความเข้าใจก่อนการเรียน และนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 1 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของพื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกถึงลักษณะที่พึงประสงค์ที่นักเรียนควรยึดถือและปฏิบัติ เช่น เรื่องการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานอย่างคุ้มค่า การเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ การช่วยเหลือแบ่งปันซึ่งกันและกัน การปฏิบัติงานด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต มุ่งมั่น ใช้เวลาอย่างคุ้มค่า หลักประชาธิปไตย การยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน และห่างไกลยาเสพติด เป็นต้น

3.ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 1

4.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1

5.ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 1

6.ครูนำภาพตัวอย่างความปลอดภัยในการทำงานและความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สให้นักเรียนดูเพื่อให้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

7.ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน

8.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9.ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10.ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

12.ครูสาธิตวิธีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

13. ครูให้นักเรียนฝึกปฏิบัติตามใบงานที่ 1.1 การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

14. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น หน่วยที่ 1

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

3. โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พ้อยท์ (Power Point)

9. หลักฐานการเรียนรู้

9.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอนของผู้สอน

2.ใบเช็ครายชื่อ

9.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนจัดการเรียนรู้

2.การตรวจประเมินผลงาน

10. การวัดและประเมินผล

10.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

วิธีวัดผล

1.ประเมินแบบฝึกทักษะ

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้

3.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

4.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

5.การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

10.2 วิธีการประเมิน

1.แบบฝึกทักษะ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

3.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

4.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

5.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

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 20100-1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 1-3**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมแก๊ส	**ทฤษฎี 3 ชม.** **ปฏิบัติ 9 ชม.**
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมแก๊ส		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นในงานเชื่อมแก๊ส

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความปลอดภัยในการปฏิบัติงานได้
2. บอกวิธีป้องกันความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สได้
3. อธิบายการใช้ชุดเชื่อมแก๊สและชุดป้องกันอันตรายได้
4. สามารถประกอบติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊สได้
5. สามารถประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊สได้

5. เนื้อหาสาระ

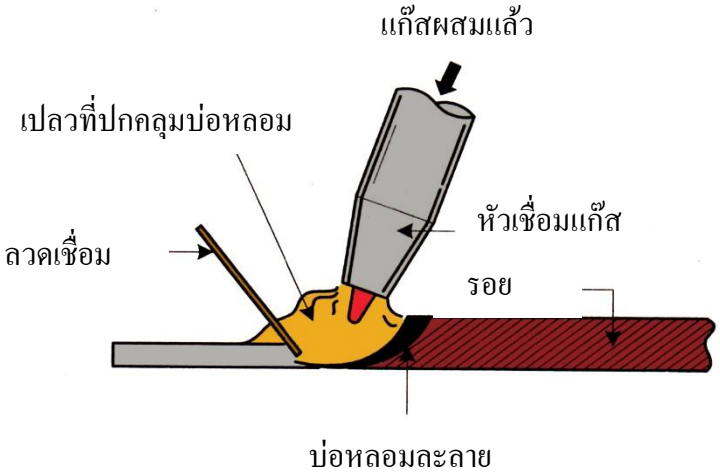
1. กระบวนการเชื่อมแก๊ส

1.1 หลักการเชื่อมโลหะด้วยแก๊สออกซีอะเซทิลีน

การเชื่อมแก๊สออกซีอะเซทิลีนคือ การทำให้โลหะหลอมติดกันโดยอาศัยความร้อนจากเปลวแก๊สที่ผสมระหว่างแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน เปลวไฟในการเชื่อมแก๊สจะมีอุณหภูมิความร้อนสูงถึง 6,000 °F (3,316 °C) ซึ่งสามารถหลอมโลหะชิ้นงานและลวดเชื่อมเปลือย (Filler metal) ทำให้ติดกันหรือให้เนื้อโลหะงานหลอมประสานกันเองโดยไม่ต้องเติมลวดเชื่อมก็ได้ (ประทีป ระงับ-ทุกข์.2547 :47)

แก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน การเลือกจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมทั้งราคาปริมาณความร้อนและผลที่จะเกิดกับโลหะงานนั้น สำหรับแก๊สอะเซทิลีนนั้นเมื่อเผาไหม้กับ แก๊สออกซิเจน จะมีผลเสียต่อการเชื่อมของชิ้นงานค่อนข้างน้อยกว่าแก๊สชนิดอื่น ๆ ซึ่งการเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน เหมาะแก่การเชื่อม

เหล็กและโลหะผสมต่าง ๆ ซึ่งเรียกวิธีการเชื่อมแบบนี้ว่า Oxy-acetylene Gas Welding ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอยู่ในอุตสาหกรรมการเชื่อมโดยทั่วไป



รูปที่ 1.1 แสดงการเชื่อมแก๊สออกซีอะเซทิลีน (OAW)

1.1.1 ชนิดของแก๊สเชื้อเพลิงและค่าความร้อนสูงสุด

แก๊สเชื้อเพลิงมีหลายชนิดถ้าผสมกับแก๊สออกซิเจนแล้วจะให้ความร้อนที่สูงขึ้นกว่าการเผาไหม้ปกติ สำหรับในอุตสาหกรรมการเชื่อมโลหะด้วยแก๊สนั้น แก๊สผสมระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะให้ค่าความร้อนสูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น

ตารางที่ 1.1 แสดงชนิดของแก๊สเชื้อเพลิงและค่าความร้อนสูงสุด

ชนิดของแก๊สเชื้อเพลิง	ความร้อนสูงสุดโดยประมาณ
ออกซิเจน + อะเซทิลีน	$3,480^0$ C หรือ $6,300^0$ F
ออกซิเจน + ไฮโดรเจน	$2,980^0$ C หรือ $5,400^0$ F
ออกซิเจน + โพรเพน	$2,930^0$ C หรือ $5,300^0$ F
ออกซิเจน + มีเทน	$2,760^0$ C หรือ $5,000^0$ F
อากาศ + อะเซทิลีน	$2,500^0$ C หรือ $4,532^0$ F
อากาศ + โพรเพน	$1,750^0$ C หรือ $3,182^0$ F

ที่มา : พัฒน์ชัย พรมทา. 2543 : 42

1.1.2 สมบัติของแก๊สออกซิเจน

แก๊สออกซิเจนเป็นแก๊สชนิดหนึ่งมีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ O_2 เป็นแก๊สที่มีความสำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ อากาศที่เราใช้หายใจทุกวันนี้มีแก๊สออกซิเจนผสมอยู่ประมาณ 21% โดยปริมาตรมีไนโตรเจน 78% อีก 1% เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนและอื่น ๆ แก๊สออกซิเจนที่จะรวมตัวกับแก๊สอะเซทิลีนจะให้ค่าความร้อนสูงนั้นต้องเป็นแก๊สออกซิเจนบริสุทธิ์ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

1) เป็นแก๊สที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส
2) ในสภาพของเหลวมีสีน้ำทะเลอ่อน
3) ในสภาพที่เป็นแก๊ส มีความหนาแน่น 0.279 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุตที่จุดเดือด
4) ในสภาพที่เป็นของเหลว มีความหนาแน่น 71.27 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุตที่จุดเดือด
5) จุดเดือดมีค่า - 297.3 ^{0}F ณ. ความดัน 1 บรรยากาศ
6) จุดเยือกแข็งมีค่า - 361.8 ^{0}F ณ. ความดัน 1 บรรยากาศ
7) ในบรรยากาศจะมีอยู่ประมาณ 20.99 % โดยปริมาตร
8) เป็นแก๊สที่ช่วยให้ไฟติดไฟ

1.1.3 สมบัติของแก๊สอะเซทิลีน

แก๊สอะเซทิลีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ C_2H_2 เป็นแก๊สติดไฟเมื่อเผาไหม้รวมตัวกับแก๊สออกซิเจนแล้วให้เปลวไฟที่มีความร้อนสูง การผลิต แก๊สอะเซทิลีนทำได้โดยการนำแคลเซียมคาร์ไบด์รวมกับน้ำเกิดปฏิกิริยาขึ้นโดยคาร์บอนที่อยู่ในแคลเซียมคาร์ไบด์กับไฮโดรเจนที่อยู่ในน้ำจะรวมตัวกันเป็นแก๊สอะเซทิลีน (C_2H_2) ดังสมการเคมี ดังนี้

$$Ca\,C_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

แคลเซียมคาร์ไบด์ + น้ำ ⟶ อะเซทิลีน + แคลเซียมไฮดรอกไซด์

โดยแก๊สอะเซทิลีนมีคุณสมบัติดังนี้

1) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 92.3 % และ ไฮโดรเจน 7.7 % (โดยน้ำหนัก)
2) ไม่มีสี ณ อุณหภูมิปกติและความดันปกติ
3) มีกลิ่นฉุนคล้ายหัวกระเทียม
4) น้ำหนักเบากว่าอากาศ
5) ละลายในของเหลวได้
6) ความหนาแน่น 0.0678 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต ที่อุณหภูมิ 70 ^{0}F ณ ความดัน 1 บรรยากาศ
7) เป็นแก๊สที่ติดไฟ เมื่อรวมกับออกซิเจนในสภาวะที่เหมาะสมจะได้เปลวที่มีความร้อนสูงประมาณ 5,500^{0}F - 6,000^{0}F

1.2 ความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส

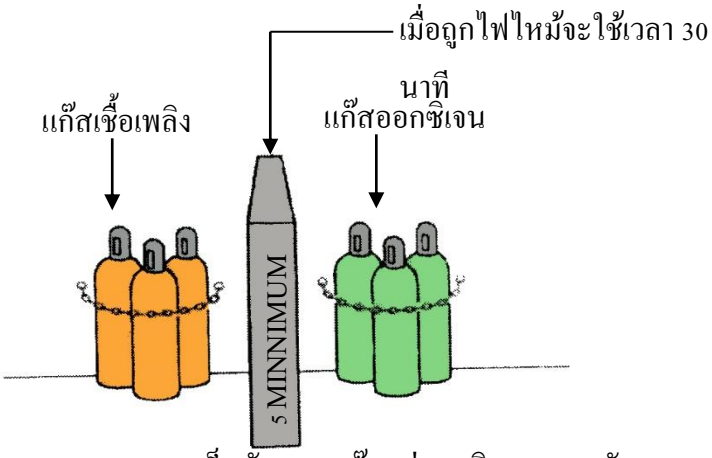
อันตรายที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส มักจะมีสาเหตุมาจากการปฏิบัติงาน หรือการเก็บรักษาถังบรรจุแก๊ส และอุปกรณ์ไม่ถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องทราบวิธีการปฏิบัติงาน และเก็บรักษาที่ถูกต้อง ดังต่อไปนี้ (นริศ ศรีเมฆ,พิชัย โอภาสอนันต์. 2545 : 2)

1.2.1 การเก็บรักษาและการเคลื่อนย้ายถังบรรจุแก๊สออกซิเจน และแก๊สเชื้อเพลิง

1) การเก็บถังแก๊สในที่ร่มซึ่งมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และมีอุณหภูมิปกติ โดยที่ด้านหน้าของประตู ให้เขียนป้ายคำเตือนห้ามจุดไฟ และสูบบุหรี่

รูปที่ 1.2 แสดงการเก็บถังแก๊ส

2) แยกเก็บถังบรรจุแก๊สแต่ละชนิดออกจากกัน โดยให้เขียนป้ายกำกับเพื่อบอกชนิดของแก๊สไว้ และต้องมีผนังกำแพงกั้นระหว่างแก๊สเชื้อเพลิง และแก๊สออกซิเจน



รูปที่ 1.3 แสดงการแยกเก็บถังบรรจุแก๊สแต่ละชนิดออกจากกัน

3) ถังแก๊สทุกชนิด เช่น แก๊สเชื้อเพลิง แก๊สออกซิเจน และแก๊สเชื่อม จะต้องเก็บถังแก๊สในแนวตั้งเท่านั้น ห้ามเก็บในตำแหน่งแนวนอน และเก็บถังให้ห่างจากวัสดุไวไฟทุกชนิด เช่นสีน้ำมัน จาระบี ควรมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 6 เมตร

รูปที่ 1.4 แสดงการเก็บถังแก๊สในแนวตั้ง

4) การเคลื่อนย้ายถังให้เอียงถังเล็กน้อยแล้วหมุนถังไปข้างหน้า หรือใช้รถเข็นถังซึ่งมีโซ่รัดท่ออย่างปลอดภัย ห้ามกลิ้งถังในตำแหน่งถังนอนโดยเด็ดขาด

รูปที่ 1.5 แสดงการเคลื่อนย้ายถังแก๊ส

1.2.2 การใช้แก๊สอย่างปลอดภัย

อันตรายที่เกิดจากการใช้แก๊ส โดยส่วนมากมักจะเกิดจากการใช้อุปกรณ์แก๊สที่ชำรุดหรือการประกอบติดตั้งอุปกรณ์แก๊สไม่ถูกวิธี ตลอดจนวิธีใช้แก๊สที่ไม่ถูกต้องปลอดภัยก็จะก่อให้เกิดอันตรายต่อตัวผู้ใช้ หรือบุคคลอื่นที่อยู่รอบข้างรวมถึงเครื่องมือ และอุปกรณ์ได้รับความเสียหายด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาข้อควรปฏิบัติและข้อห้ามสำหรับการใช้แก๊ส ดังนี้

1) การประกอบอุปกรณ์แก๊ส จะต้องใช้เครื่องมือสำหรับแก๊สแต่ละชนิดเท่านั้นห้ามใช้ประแจเลื่อนประกอบอุปกรณ์แก๊ส

รูปที่ 1.6 แสดงประแจสำหรับประกอบอุปกรณ์แก๊ส

2) การขันประแจให้ออกแรงพอตึงมือไม่แน่นเกินไป

รูปที่ 1.7 แสดงการขันประแจสำหรับประกอบอุปกรณ์แก๊ส

3) การตรวจสอบรอยรั่วของแก๊สตามจุดต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วยน้ำสบู่

รูปที่ 1.8 แสดงการตรวจสอบรอยรั่วของแก๊สตามจุดต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วยน้ำสบู่

4) การยึดถังต้องให้แน่นด้วยโซ่และจัดหัวปรับแก๊สให้อยู่ในตำแหน่งลดหลั่นกัน

รูปที่ 1.9 แสดงการยึดถังต้องให้แน่นด้วยโซ่และจัดหัวปรับแก๊สให้อยู่ในตำแหน่งลดหลั่นกัน

5) การเปิดปิด ลิ้นหัวถัง แก๊สออกซิเจน ให้ใช้มือเท่านั้น ห้ามใช้คีม ปิด/เปิด

รูปที่ 1.10 แสดงการเปิด/ปิด ลิ้นหัวถัง (แก๊สออกซิเจน)

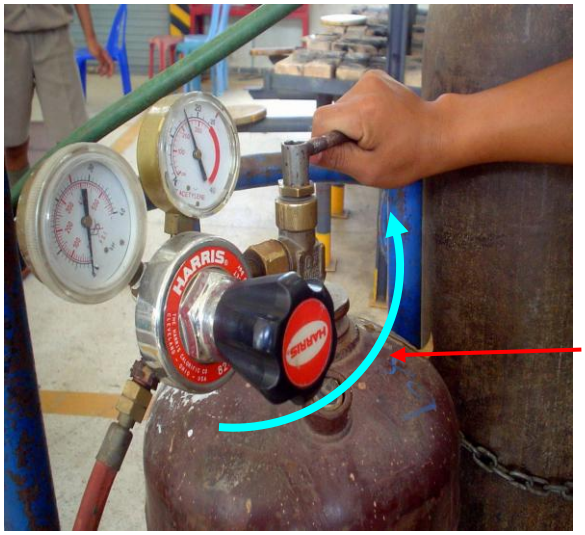
6) การปรับความดันแก๊สให้เหมาะสมกับการใช้งาน อย่าปรับใช้เกินกว่ากำหนด

รูปที่ 1.11 แสดงการปรับความดันแก๊สให้เหมาะสมกับการใช้งาน

7) การต่อสายแก๊สกับข้อต่อ ให้ใช้เข็มขัดรัดสายเท่านั้นห้ามใช้ลวดรัดสาย

รูปที่ 1.12 แสดงการใช้เข็มขัดรัดสายแก๊สกับข้อต่อ

8) การคลายสกรูหัวปรับแก๊สก่อนทำการปิดลิ้นหัวถัง

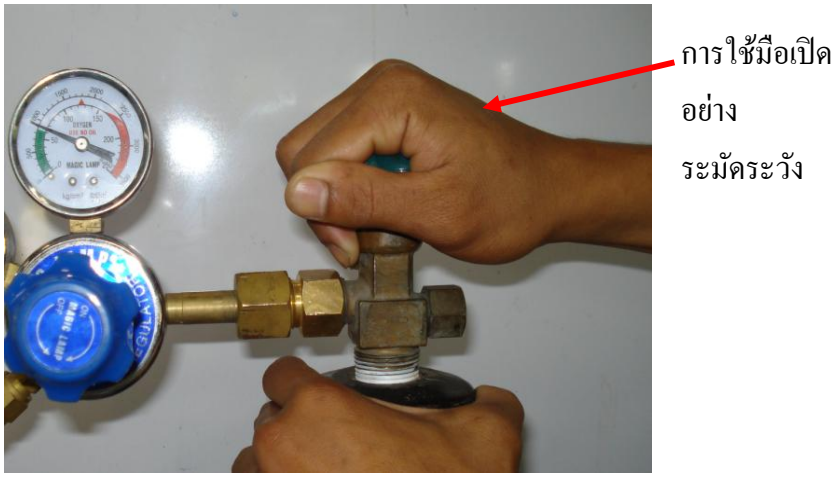


รูปที่ 1.13 แสดงทิศทางการคลายสกรูหัวปรับแก๊สก่อนทำการปิดลิ้นหัวถัง

9) การยืนในตำแหน่งตรงข้ามกับหัวปรับความดันแก๊สขณะเปิดลิ้นหัวถังแก๊ส

รูปที่ 1.14 แสดงการยืนปรับความดันแก๊สขณะเปิดลิ้นหัวแก๊ส

10) การเปิดลิ้นหัวถังแก๊สจะต้องระมัดระวังหรือเปิดอย่างช้า ๆ



รูปที่ 1.15 แสดงการเปิดลิ้นหัวถังแก๊สอย่างระมัดระวัง

11) ใช้ความดันสำหรับแก๊สอะเซทิลีนจะต้องไม่เกิน 15 ปอนด์/นิ้ว

12) ห้ามใช้น้ำมันหรือจาระบีกับอุปกรณ์แก๊ส ข้อต่อแก๊สทุกชนิด

รูปที่ 1.16 แสดงรูปห้ามใช้น้ำมันหรือจาระบีกับอุปกรณ์แก๊ส และข้อต่อ

13) ห้ามเปิดแก๊สออกซิเจนใส่ร่างกายเพราะชุดสวมใส่จะดูดซับแก๊สออกซิเจนช่วยให้ชุดที่สวมใส่นั้นติดไฟง่าย

รูปที่ 1.17 แสดงรูปชุดสวมใส่จะดูดซับแก๊สออกซิเจนช่วยให้ชุดนั้นติดไฟง่าย

1.2.3 การป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสำหรับงานเชื่อมแก๊ส

การปฏิบัติงานเชื่อมแก๊สจะต้องสวมใส่ชุดที่รัดกุม ทั้งนี้เพื่อป้องกันความร้อนจากเปลวไฟและป้องกันอันตรายอื่น เช่น ป้องกันเท้าจากการทิ่มตำของแข็ง เป็นต้น

รูปที่ 1.18 แสดงชุดปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส

1.3 การประกอบติดตั้งชุดเชื่อมแก๊สออกซีอะเซทิลีน

ช่างเชื่อมจะต้องเข้าใจวิธีการถอดและประกอบอุปกรณ์การเชื่อมแก๊สออกซีอะเซทิลีน อย่างถูกต้อง โดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ติดตั้งถังแก๊สออกซิเจนและถังแก๊สอะเซทีลีน นำถังแก๊สออกซิเจนและถังแก๊สอะเซทิลีน ที่บรรจุแก๊สเต็มถังขึ้นตั้งบนรถเข็นแก๊ส และใช้โซ่รัดให้แน่น โดยให้ถังอยู่ในตำแหน่งตั้งตรง และระวังอย่าให้ถังเกิดการกระแทก

2. ถอดฝาครอบวาล์วหัวถังของแก๊สออกซิเจนออกโดยการใช้มือหมุนเกลียวออก และเก็บรวมไว้ในรถเข็นแก๊ส

รูปที่ 1.19 แสดงรูปฝาครอบที่หัวถังแก๊สออกซิเจนโดยใช้เกลียวหมุน

3. เปิดวาล์วหัวถังแก๊สออกซิเจน ด้วยสองมือเพื่อให้ออกซิเจนภายในถังไหลออกเล็กน้อยแล้วรีบปิดวาล์วทันที วิธีการนี้เป็นการจำกัดฝุ่นผงที่อยู่ภายในวาล์วหัวถังแก๊สออกซิเจนออก ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า “clacking” ในขณะเปิดวาล์วห้ามยืนอยู่ด้านหน้าทางออกของวาล์ว และต้องแน่ใจด้วยว่าไม่มีผู้อื่นยืนอยู่ทิศทางนั้น ในขณะทำการเปิดวาล์วควรยืนอยู่ในตำแหน่งตรงกันข้ามกับวาล์วทางออกของแก๊สออกซิเจน

รูปที่ 1.20 แสดงการเปิดวาล์วถังแก๊สออกซิเจนที่ถูกต้อง

4. การประกอบเครื่องควบคุมความดันเข้ากับถังแก๊สออกซิเจนให้กระทำดังนี้ ตรวจสอบความเรียบร้อยของเกลียวต่อวาล์ว และตรวจดูสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่น ผง น้ำมันหรือจาระบี ถ้ามีควรทำความสะอาด

เสียก่อนแล้วจึงนำเอาเครื่องควบคุมความดันประกอบเข้ากับวาล์วถังแก๊สออกซิเจนและใช้ประแจขันเกลียวของเครื่องควบคุมความดันไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาจนตึงมือ

5. ถอดฝาครอบวาล์วหัวถังแก๊สอะเซทิลีน และเก็บรวมไว้ในรถเข็นแก๊ส

6. เปิดวาล์วหัวถังแก๊สอะเซทิลีน โดยให้แก๊สไหลออกเล็กน้อย แล้วจึงรีบทำการปิดวาล์วซึ่งเป็นวิธีการจำกัดสิ่งสกปรกที่เรียกว่า “clacking” เหมือนกับแก๊สออกซิเจน

7. ประกอบเครื่องควบคุมความดันของถังแก๊สอะเซทิลีน ซึ่งกระทำเหมือนกับในกรณีของแก๊สออกซิเจน

8. ประกอบสายเชื่อมสีแดงเข้ากับหัวต่อเครื่องควบคุมความดันของแก๊สอะเซทิลีน แล้วทำการขันเกลียวให้แน่น และสนิทด้วยประแจซึ่งเป็นเกลียวซ้าย แต่ระวังอย่าขันให้เกลียวเยินจนชำรุด

รูปที่ 1.21 แสดงการประกอบเครื่องควบคุมความดันถังแก๊สออกซิเจน

รูปที่ 1.22 แสดงการประกอบสายเชื่อมเข้ากับเครื่องควบคุมความดันแก๊สออกซิเจน

9. กำจัดสิ่งสกปรกออกจากสายเชื่อม โดยคลายสกรูปรับความดันเครื่องควบคุมความดันของถังแก๊สออกซิเจน แล้วจึงเปิดวาล์วหัวถังแก๊สออกซิเจนช้า ๆ จนสุดเกลียว จากนั้นจึงขันสกรู และปรับความดันจนหน้าปัดของเกจวัดความดันต่ำบอกค่าแรงดัน 3-5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาที เพื่อไล่ฝุ่น

และสิ่งสกปรกที่อยู่ภายในสายเชื่อมออกจนหมดก่อน แล้วจึงปิดวาล์วหัวถัง และคลายสกรูปรับให้ความดันไหลออก ขณะเปิดวาล์วหัวถังจะต้องยืนอยู่ด้านตรงกันข้ามกับทางออกของแก๊สออกซิเจน ห้ามยืนอยู่ด้านหน้าทางออกของแก๊สออกซิเจน หรือด้านหน้าของเครื่องควบคุมความดัน เพราะเครื่องควบคุมความดันอาจจะหลุดหรือแตกกระเด็นออกไป

รูปที่ 1.23 แสดงการเปิดวาล์วถังแก๊สออกซิเจน

10. สำหรับถังแก๊สอะเซทิลีน ให้กระทำตามขั้นตอนเหมือนกับแก๊สออกซิเจน แต่ให้เปิดวาล์วหัวถังอะเซทิลีนไม่เกิน 1 รอบ โดยทั่วไปจะเปิด 1/4 รอบ

11. การติดตั้งหัวเชื่อมแก๊ส ควรตรวจสอบความเรียบร้อยของเกลียวหัวเชื่อมแก๊ส และประกอบที่กันไฟกลับของออกซิเจนเข้ากับเกลียวกระบอกเชื่อมที่เป็นเกลียวขวา ขันให้แน่นและนำเอาสายเชื่อมสีเขียวประกอบต่อจากที่กันไฟกลับ และขันด้วยประแจให้แน่น ต่อไปจึงนำเอาที่กันไฟกลับของแก๊สอะเซทิลีนประกอบกับเกลียวที่กระบอกเชื่อมในด้านที่เขียนไว้ว่า “Fuel” หรือ “Gas” โดยเกลียวที่ใช้เป็นเกลียวซ้าย และขันด้วยประแจให้แน่น ต่อไปนำเอาสายเชื่อมแก๊สสีแดงประกอบต่อเข้ากับที่กันไฟกลับของแก๊สเช่นกัน ซึ่งเป็นเกลียวซ้าย และใช้ประแจขันให้แน่น

รูปที่ 1.24 แสดงการประกอบสายเชื่อมแก๊สต่อเข้ากับหัวเชื่อมแก๊ส

12. การประกอบหัวทิพ ตรวจสอบหน้าสัมผัสของหัวทิพกับหัวเชื่อมแก๊ส ทั้งความสะอาด และความเรียบร้อยของผิวสัมผัส ถ้าหน้าสัมผัสเกิดจุดบกพร่องควรรีบแก้ไขให้เรียบร้อยที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ซีลวงแหวนกลมต้องอยู่ในสภาพที่ดี ถ้าชำรุดควรเปลี่ยนใหม่ เพราะซีลที่ชำรุดจะทำให้แก๊สรั่วและอาจเกิดอันตรายจากไฟกลับได้ เมื่อตรวจสอบเรียบร้อยแล้วจึงนำหัวทิพประกอบเข้ากับหัวเชื่อม โดยใช้มือหมุนเกลียวพอตึงมือ อย่าใช้ประแจขันจนแน่น เพราะจะทำให้ซีลนั้นเสียหายได้

รูปที่ 1.25 แสดงการประกอบหัวเชื่อมแก๊สและหัวทิพ

13. ตรวจสอบรอยรั่วของแก๊ส เมื่อประกอบอุปกรณ์ครบเรียบร้อยแล้ว ต่อไปตรวจสอบรอยรั่วของแก๊สในระบบเชื่อม โดยปิดวาล์วที่หัวเชื่อมแก๊สแล้วเปิดแก๊สให้อยู่ในสายเชื่อมประมาณ 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ต่อไปใช้แปรงจุ่มน้ำสบู่หรือผงซักฟอกทาตามข้อต่อต่าง ๆ ให้ทั่ว ถ้าแก๊สรั่ว จะเห็นฟองสบู่ผุดขึ้นมาตามรอยรั่ว และควรแก้ไขให้ดีก่อนเชื่อม

14. การถอดอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส ผู้ที่ถอดอุปกรณ์เชื่อมต้องศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์นั้นให้เข้าใจเสียก่อน ไม่ใช่มีประแจอยู่ในมือก็ทำการถอดได้ เพราะจะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ เพราะอุปกรณ์เชื่อมนั้นมีทั้งเกลียวซ้ายและเกลียวขวา ต้องจำไว้ว่าอุปกรณ์ของออกซิเจนเป็นเกลียวขวาและแก๊สอะเซทิลีนเป็นเกลียวซ้าย เมื่อถอดอุปกรณ์แล้วควรเก็บไว้ให้เรียบร้อยเพราะอุปกรณ์ที่ใช้บางชนิดถ้าเกิดการตกหล่นอาจทำให้ชำรุดได้ เช่น เครื่องควบคุมความดันแก๊ส เป็นต้น

1.4 เครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถช่วยทำการเชื่อมแก๊สได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และยังเป็นการช่วยป้องกันอันตรายจากการเชื่อมด้วยแก๊สออกซีอะเซทิลีน เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊สออกซีอะเซทิลีนมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีหน้าที่การใช้งานที่แตกต่างกันออกไป และสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ (สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ. ม.ป.ป. : 32)

1.4.1 ถังแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cylinder) ถังบรรจุแก๊สออกซิเจนที่มีใช้กันอยู่ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) ถังบรรจุออกซิเจนชนิดแก๊ส โดยทั่วไปถังแก๊สออกซิเจนมีขนาดตั้งแต่ 20 ลูกบาศก์-ฟุต จนถึง 300 ลูกบาศก์ฟุต สำหรับประเทศไทยนิยมใช้ขนาด 6 ลูกบาศก์เมตรโดยอัดแก๊สออกซิเจนด้วยความดันประมาณ 2,200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (150 bar) โดยการวัดที่อุณหภูมิ 20 ˚C

ถังแก๊สออกซิเจนประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ อยู่ 3 ส่วนคือ

(1) ตัวถังบรรจุแก๊สออกซิเจน ถังบรรจุแก๊สออกซิเจนผลิตด้วยวิธีการอัดขึ้นรูป หรือวิธีการตีขึ้นรูป แล้วนำไปอบชุบ และต้องผ่านการทดสอบแรงดันประมาณ 2 เท่าของแรงดันใช้งาน คือ ประมาณ 3,360 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในระหว่างการใช้งานต้องมีการทดสอบใหม่ทุก ๆ 3 ปีในกระบวนการผลิต การทดสอบ การบรรจุ การกำหนดเครื่องหมาย และการบำรุงรักษา จะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขของมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง โดยมีการตอกมาตรฐานและรายละเอียดและสัญลักษณ์ต่าง ๆ ไว้ที่บ่าส่วนบนของขวดให้มองเห็นได้อย่างชัดเจน

(2) วาล์วหรือลิ้นหัวถังออกซิเจน (Oxygen Cylinder Valve) วาล์วหัวถังของแก๊สออกซิเจนประกอบไว้ที่ส่วนหัวของถัง ซึ่งเป็นวาล์วปิด-เปิด ให้แก๊สออกซิเจนไหลออกจากถังโดยการออกแบบเป็นพิเศษให้สามารถทนแรงดันได้สูง ซึ่งวาล์วจะทำด้วยทองเหลืองแล้วตีอัดขึ้นรูป สำหรับส่วนภายในของวาล์ว หรือลิ้นหัวถังออกซิเจนมีอุปกรณ์ประกอบที่สามารถจำแนกออกได้ดังนี้

ก. ซีลหลัง (Back Seating Seal) เป็นเบาะและซีลป้องกันแก๊สออกซิเจนรั่วออกมาตามก้านวาล์ว ดังนั้นในการเปิดวาล์วของถังแก๊สออกซิเจนจะต้องเปิดให้สุดเกลียว

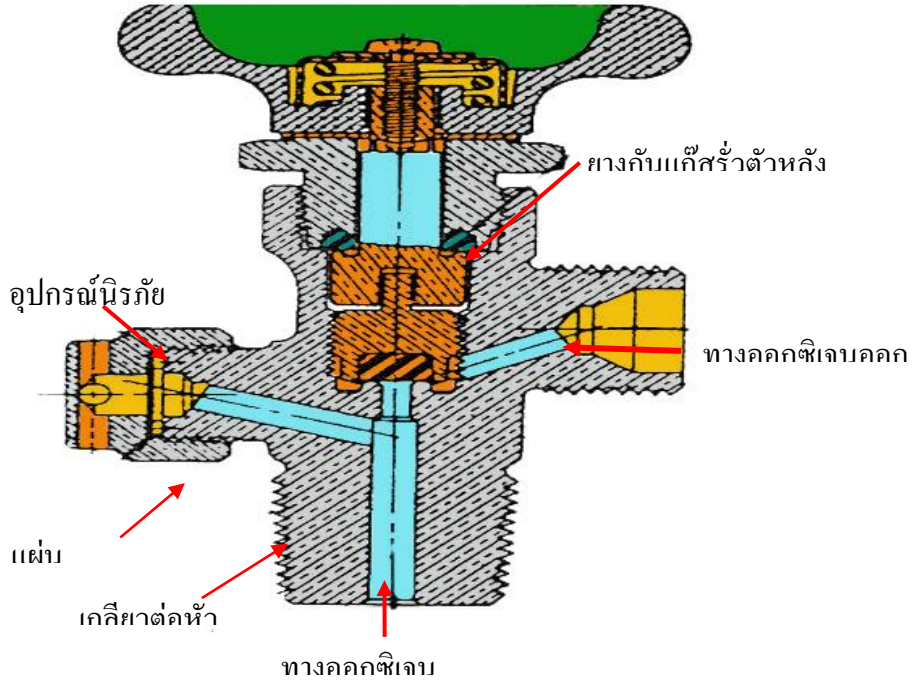
ข. แผ่นนิรภัย (Safety Device) เป็นส่วนหนึ่งของวาล์วที่ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากแรงดันส่วนประกอบภายในของ แผ่นนิรภัยจะมีแผ่นรองรับแรงดัน (Safety Disc) เมื่อเกิดแรงดันภายในถังสูงเกินไป จะทำให้แผ่นรองรับแรงดันแตก และปล่อยให้แก๊สออกซิเจนออกจากถัง ก่อนที่ถังจะเกิดการระเบิดขึ้นได้

ค. ออกซิเจนออกไปใช้งาน (Oxygen Out) เป็นทางออกของแก๊สออกซิเจนซึ่งเป็นเกลียวตัวผู้ มาตรฐานของอเมริกันจะประกอบเข้ากับเครื่องควบคุมความดันพอดี

ง. มือหมุน ทำหน้าที่สำหรับจับหมุน ลิ้นการไหลของแก๊สออกซิเจน โดยจะต่อไว้อย่างถาวรกับก้านของลิ้น

จ. เกลียวต่อเข้ากับหัวถัง (Threads into Cylinder) เป็นเกลียวสำหรับประกอบเข้ากับหัวถังแก๊สออกซิเจน

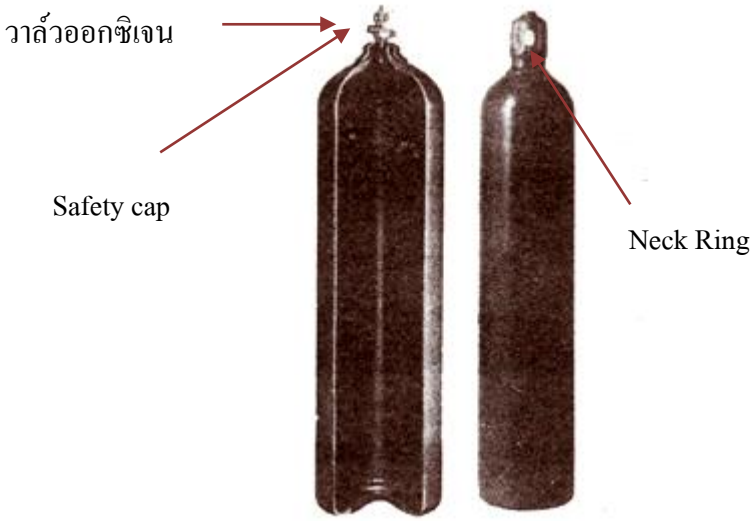
รูปที่ 1.26 แสดงรูปวาล์วหัวถังแก๊สออกซิเจน



รูปที่ 1.27 แสดงลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบภายในของวาล์วหัวถังแก๊สออกซิเจน

(3) ฝาครอบป้องกันวาล์ว (Safety Cap) ฝาครอบป้องกันวาล์วหัวถังออกซิเจนมีลักษณะเหมือนถ้วยมีเกลียวสำหรับขันยึดกับเกลียวที่คอของถังออกซิเจน โดยปกติมีขนาดเกลียว เส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{1}{8}$ นิ้ว (79 มิลลิเมตร) ระยะฟันเกลียวขนาด 7 หรือขนาด 11 เกลียวนิ้ว ซึ่งมีหน้าที่ป้องกันวาล์วหัวถังชำรุดอันเนื่องจากการขนส่ง หรืออุบัติเหตุล้มลง ถ้าไม่มีฝาครอบวาล์วป้องกันแล้ว เมื่อเกิดอุบัติเหตุดังกล่าวขึ้น อาจจะทำให้แก๊สออกซิเจนในถังไหลออกมาช่วยการเผาไหม้วัสดุข้างเคียงได้ หรืออาจทำให้ถังพุ่งเหมือนจรวด

2) ถังแก๊สออกซิเจนเหลว ถังบรรจุแก๊สออกซิเจนทั้งชนิดเหลว และชนิดแก๊สที่มีมาตรฐานเดียวกันจะมีขนาดความสูงเท่ากัน แต่ขนาดเส้นผ่านสูงกลางของถังบรรจุแก๊สออกซิเจนชนิดเหลวจะมีขนาดความโตเป็น 2 เท่าของถังบรรจุแก๊สออกซิเจนแก๊ส ถังบรรจุแก๊สออกซิเจนเหลวจะซับซ้อนกว่าถังบรรจุแก๊สออกซิเจนชนิดแก๊ส โดยโครงสร้างเป็น 2 ชั้น ชั้นในทำด้วยโลหะจำพวกเหล็กกล้าไร้สนิม และชั้นนอกทำด้วยโลหะจำพวกเหล็กกล้าคาร์บอน ระหว่างชั้นในกับชั้นนอกจะบรรจุด้วยวัสดุที่กันความร้อนในสภาวะสุญญากาศ ซึ่งผนังด้านในของถังชั้นนอกจะสัมผัสอยู่กับท่อทางออกของแก๊สออกซิเจน การทำงานของถังนั้นจะใช้แรงดันภายในถัง ดันเอาแก๊สออกซิเจนเหลวออกจากถังชั้นในไหลผ่านตามท่อที่ติดอยู่กับผนังท่อด้านนอก และเปลี่ยนสภาพกลายเป็นแก๊ส หัวถังบรรจุแก๊สออกซิเจนเหลวจะมีเกจบอกปริมาณของแก๊สออกซิเจนเหลวภายในท่อว่าเหลืออยู่มากน้อยแค่ไหน ส่วนวาล์วนิรภัยทำหน้าที่ระบายออกซิเจนในถังออกจากท่อทางออก เมื่อออกซิเจนภายในถังมีความดันสูงเกินกว่า 235 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



รูปที่ 1.28 แสดงภาพตัดของถังบรรจุออกซิเจนชนิดแก๊ส
ที่มา : สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ. ม.ป.ป. : 31

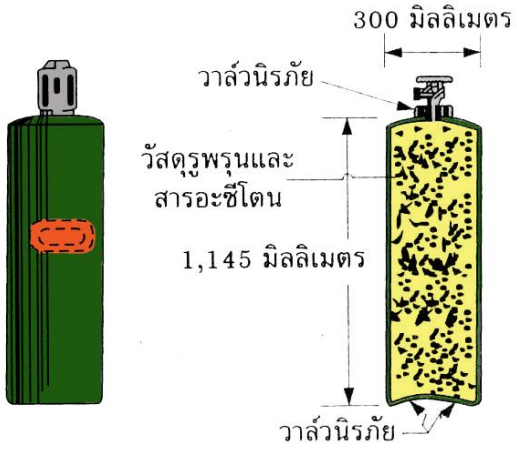
ข้อควรระวังในการขนย้ายและเก็บรักษาถังออกซิเจน

1. ถังออกซิเจนทั้งหมดจะต้องบอกวันที่ทำการทดสอบถัง
2. ไม่ควรเก็บถังออกซิเจนไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมาก ๆ
3. ไม่ควรเก็บถังออกซิเจนไว้ใกล้น้ำมัน จาระบี และขั้วต่อไฟฟ้า
4. เมื่อออกซิเจนผสมกับน้ำมันจาระบี อาจจะระเบิดอย่างรุนแรง
5. ไม่ควรถอดฝาครอบถังออกซิเจนในขณะเคลื่อนย้าย

1.4.2 ถังแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Cylinder) ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีนนั้นจะบรรจุแก๊สด้วยความดันที่ต่ำกว่าถังออกซิเจน ดังนั้นการสร้างถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน จึงไม่จำเป็นต้องอัดขึ้นรูปเหมือนถังแก๊สออกซิเจน เพียงแต่ใช้เหล็กแผ่นเอามาม้วนขึ้นรูปแล้วเชื่อมประกอบก็เพียงพอ ส่วนภายในถังบรรจุสารดูดซับอะเซทิลีน ซึ่งเป็นสารเคมีเหลว ๆ คือ สารอะซีโตน (Acetone) ซึ่งสาร อะซีโตนเหลวนี้สามารถดูดซึมแก๊สอะเซทิลีนเหมือนกับสำลีที่ดูดซึมน้ำโดยแทรกตัวกระจายไปทั่วปริมาตร ของท่อ และสารอะซีโตนสามารถดูดซับอะเซทิลีนได้ 25 เท่า ดังนั้นถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน จึงสามารถบรรจุแก๊สอะเซทิลีนจนมีแรงดันสูงได้ถึง 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้วได้อย่างปลอดภัย

(ประภาส เกตุไทย. : 2543 : 132)

รูปที่ 1.29 แสดงลักษณะภายในของถังแก๊สอะเซทิลีน



รูปที่ 1.30 แสดงขนาดและส่วนต่าง ๆ ภายในของถังแก๊สอะเซทิลีน

ภายในถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีนต้องมีวาล์วนิรภัย (Safety valve) ซึ่งเรียกว่าฟิวส์ปลั๊ก (Fuse Plugs) ปกติจะมีอยู่ 4 ตำแหน่ง ติดอยู่ที่คอของท่อแก๊สอะเซทิลีน 2 ตัว และที่ก้นท่อของแก๊สอะเซทิลีนอีก 2 ตัว วาล์วนิรภัยจะมีลักษณะคล้ายสลักเกลียวทำด้วยทองเหลือง ตรงกลางมีรูบรรจุด้วยโลหะที่มีจุดหลอมต่ำที่นิยมใช้กันมาก คือ ตะกั่วชนิดพิเศษ ซึ่งมีจุดหลอมที่อุณหภูมิสูงกว่า220 ˚F เมื่อมีความกดดันแก๊สมากเกินกำหนดหรือท่อร้อนมาก จะทำให้ตะกั่วเกิดการหลอมตัว แก๊สจะดันออกมาทางรูตรงกลางตัวของวาล์วนิรภัยนี้ ซึ่งจะต้องระบายแก๊สออก เพื่อเป็นการป้องกันการระเบิดของท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีน

ข้อควรระวังในการใช้ถังบรรจุถังแก๊สอะเซทิลีน

1. ถังแก๊สอะเซทิลีนจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานที่นำมาใช้

2. ถังแก๊สอะเซทิลีนที่เกิดการรั่วซึม หรือชำรุด ควรจะรายงานส่งกลับคืนผู้ขาย หรือผู้ผลิตไม่ควรแก้ไขเอง

3. ถ้าต้องการเก็บถังแก๊สอะเซทิลีนจำนวนมากในที่ใกล้กับถังของแก๊สออกซิเจน ต้องทำผนังชนิดทนไฟกั้นระหว่างแก๊สออกซิเจน และแก๊สอะเซทิลีน

4. ถังแก๊สอะเซทิลีนจะต้องตั้งในตำแหน่งตรงเสมอ ไม่ควรวางถังแก๊สอะเซทิลีนอยู่ในแนวระนาบ เพราะจะทำให้สารอะซีโตนภายในถังแก๊สไหลออกมากับแก๊สในการใช้งาน และทำให้การดูดซับแก๊สได้น้อย และอาจเกิดอันตรายได้

5. ควรเก็บถังแก๊สอะเซทิลีนไว้ในที่ซึ่งมีการถ่ายเทอากาศได้ดี ห่างไกลจากความร้อน ประกายไฟในงานเชื่อม และงานตัดต่าง ๆ รวมทั้งให้ห่างจากวัสดุติดไฟได้ง่าย เช่น น้ำมัน สี เป็นต้น

1.4.3 เครื่องควบคุมแรงดันแก๊ส (Regulators)

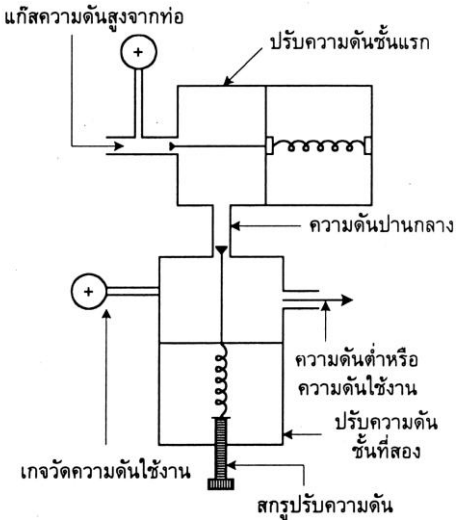
ความดันของถังแก๊สออกซิเจน และแก๊สอะเซทิลีนในท่อมีความดันสูงมาก ซึ่งไม่สามารถจะนำมาใช้งานโดยตรงได้ ดังนั้นจะต้องมีอุปกรณ์สำหรับลด และปรับความดันของแก๊ส เพื่อจะนำมาใช้ทำการเชื่อม และตัด ซึ่งให้ความดันที่ใช้ต้องให้มีความเหมาะสมกับสภาพการใช้ในงานเชื่อม อุปกรณ์ที่ใช้ทำหน้าที่ดังกล่าวคือ เครื่องควบคุมความดันแก๊ส (Regulators) หน้าปัดเกจเครื่องควบคุมความดันแก๊สนั้น จะบอกความดันเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในการเลือกใช้ความดันของแก๊สสำหรับเชื่อม และตัดขึ้นอยู่กับขนาดของหัวทิพ พร้อมทั้งความหนาของชิ้นงาน

หน้าที่ของเครื่องควบคุมความดันแก๊ส เครื่องควบคุมความดันแก๊สเป็นหัวใจของระบบในการเชื่อมและตัดแก๊ส มีหน้าที่สำคัญดังนี้

1. ลดความดันแรงดันสูงจากแหล่งกำเนิดให้ต่ำลงเพื่อนำไปใช้งาน
2. สามารถตั้งความดันให้ได้ตามความต้องการ
3. ควบคุมอัตราการไหลของแก๊สให้สม่ำเสมอ
4. ป้องกันไฟกลับเข้าถัง

การแบ่งชนิดเครื่องควบคุมความดันแก๊ส เครื่องควบคุมความดันของแก๊สที่ใช้ในการเชื่อมแก๊สมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. เครื่องควบคุมความดันสองขั้นตอน (Two-Stage Regulators) เป็นอุปกรณ์ที่มีการลดความดันของแก๊สก่อนจะนำไปใช้งานถึง 2 ขั้น คือ ในขั้นแรกลดความดันสูงจากถังบรรจุแก๊สด้วยแรงสปริงที่ตั้งมาจากโรงงานที่ผลิต เช่น ออกซิเจนความดันสูงภายในถังบรรจุประมาณ 2,200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในขั้นแรกจะลดความดันให้เหลือประมาณ 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และในขั้นที่สองจะลดความดันจาก 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ให้เหลือตามความต้องการที่จะนำมาใช้งาน เครื่องควบคุมความดันชนิดนี้ สามารถจ่ายแก๊สออกไปใช้งานได้อย่างสม่ำเสมอได้ดีกว่าแบบเครื่องควบคุมความดันขั้นเดียว



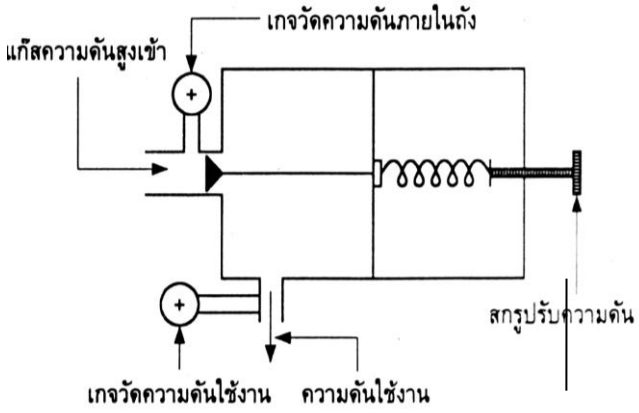
รูปที่ 1.31 แสดงลักษณะหลักการทำงานของหัวปรับความดันแบบสองขั้น

ที่มา : นริศ ศรีเมฆ,พิชัย โอภาสอนันต์. 2543 : 34

รูปที่ 1.32 แสดงเครื่องควบคุมความดันแก๊สออกซิเจนแบบสองขั้นตอน (Two-Stage Regulators)

รูปที่ 1.33 แสดงรูปเครื่องควบคุมความดันแก๊สอะเซทีลีนแบบสองขั้นตอน
(Two-Stage Regulators)

2. เครื่องควบคุมความดันขั้นเดียว (Single-Stage Regulators) เครื่องควบคุมความดันชนิดขั้นเดียว จะทำหน้าที่ลดความดันสูงจากถังบรรจุแก๊ส เป็นความดันต่ำที่จะนำไปใช้งานเพียงขั้นเดียวเท่านั้น โดยปรับสกรูที่ความดัน เครื่องควบคุมความดันชนิดนี้มีราคาถูกกว่าชนิดสองขั้น และให้อัตราการไหลของแก๊สในปริมาณคงที่พอสมควร การเชื่อมโดยใช้หัวเชื่อมหลายหัวพร้อมกันในขณะ ที่ต้องการปริมาณของแก๊สจำนวนมาก ควรใช้เครื่องควบคุมความดันแบบขั้นเดียว ซึ่งให้ปริมาณการไหลของแก๊สสูงกว่าชนิดสองขั้นตอน



รูปที่ 1.34 แสดงลักษณะหลักการทำงานของหัวปรับความดันแบบขั้นเดียว
ที่มา : นริศ ศรีเมฆ,พิชัย โอภาสอนันต์. 2543 : 34

รูปที่ 1.35 แสดงรูปเครื่องควบคุมความดันแก๊สออกซิเจนแบบขั้นเดียว (Single-Stage Regulators)
ที่มา : www.Azadfnterprise.tradeget.com

รูปที่ 1.36 แสดงรูปเครื่องควบคุมความดันแก๊สอะเซทิลีนแบบขั้นเดียว (Single-Stage Regulators)
ที่มา : www.horthernbrewer.com

1.4.4 สายเชื่อมแก๊ส (Hose)

สายเชื่อมแก๊ส มีหน้าที่ส่งแก๊สอะเซทิลีน และออกซิเจนจากเครื่องควบคุมความดันไปยังหัวเชื่อม การดูแลบำรุงรักษาสายเชื่อมแก๊สที่ดี จะช่วยให้เกิดความปลอดภัย และการทำงานที่มีประสิทธิภาพ สายเชื่อมที่ใช้กันมีอยู่ทั้งชนิดสายเดี่ยว และสายคู่ ซึ่งสามารถทนต่อแรงดันได้ถึง 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยทั่วไปสายเชื่อมทำด้วยวัสดุประเภทสังเคราะห์ หรือยางที่ได้จากธรรมชาติผสม โดยใช้เส้นใยไนล่อน หรือลินินถักเสริมความแข็งแรงอยู่ภายในยาง ทำให้สามารถโค้งงอได้ดีและทนต่อการใช้งาน สายเชื่อมที่ใช้กันมีอยู่ด้วยกันหลายสี ซึ่งแต่ละสีจะใช้งานต่างกัน คือสีเขียวหรือสีฟ้าใช้กับออกซิเจน และข้อต่อทั้งหมดของออกซิเจนจะเป็นเกลียวขวา ส่วนสายเชื่อมที่มีสีแดงหรือสีส้มใช้กับแก๊สอะเซทิลีน และข้อต่อเป็นเกลียวซ้ายทั้งหมดสายเชื่อมที่ใช้กันอยู่นั้นมีด้วยกันหลายขนาด โดยให้เลือกใช้ให้มีความเหมาะสมกับปริมาณการใช้แก๊สในการเชื่อม และขนาดที่นิยมใช้คือ 1/2นิ้ว(12.7 มิลลิเมตร) 1/4นิ้ว (6.3 มิลลิเมตร) 5/16นิ้ว (7.9 มิลลิเมตร) และ 3/8 นิ้ว (9.5 มิลลิเมตร) เป็นต้น

รูปที่ 1.37 แสดงรูปสายเชื่อมแก๊ส

รูปที่ 1.38 แสดงรูปสายเชื่อมแก๊สที่ต่อเกลียวเข้ากับท่อแก๊สและหัวเชื่อม

ข้อควรระวังในการใช้สายเชื่อมแก๊ส

1. สายเชื่อมที่ผลิตออกมาจะโรยไว้ด้วยแป้งฝุ่น ควรเป่าเอาฝุ่นแป้งออกก่อนใช้งาน
2. อย่าให้สายเชื่อมถูกเปลวไฟ โลหะที่ทำการเชื่อม หรือสะเก็ดไฟ
3. อย่าวางอุปกรณ์หนัก ๆ ทับสายเชื่อม

1.4.5 หัวเชื่อมแก๊ส (Welding Torch)

หัวเชื่อม เป็นอุปกรณ์หลักของการเชื่อมแก๊สที่เป็นทางผ่านของออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน หัวเชื่อมประกอบด้วย ดังนี้

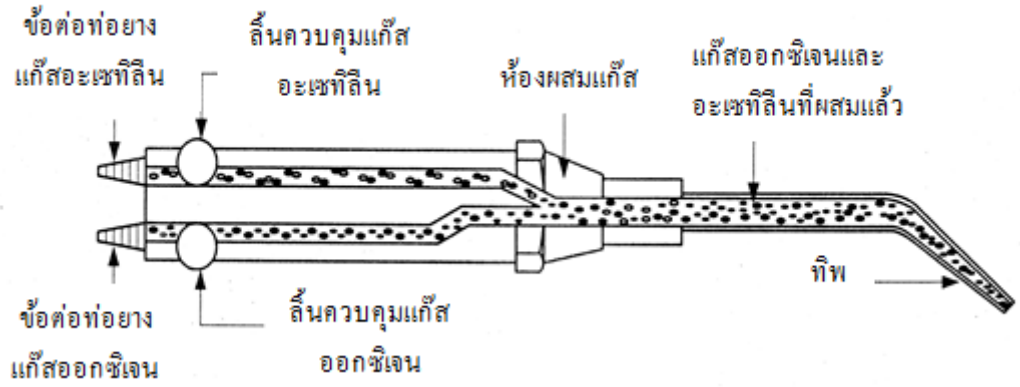
1) วาล์วควบคุมการไหล (Control Valves) หัวเชื่อมจะมีวาล์วควบคุมการไหลอยู่ 2 ตัว คือตัวหนึ่งใช้กับแก๊สอะเซทิลีน ซึ่งเขียนว่า “Fuel” มีเกลียวต่อเป็นเกลียวซ้าย ส่วนอีกตัวหนึ่งใช้กับออกซิเจนที่เขียนว่า “Oxy” และเกลียวต่อเป็นเกลียวขวา

2) ตัวหัวเชื่อม (Torch Body) เป็นท่อกลวง และมีท่อแก๊สกับท่อออกซิเจนอยู่ภายในหัวเชื่อมยังเป็นที่มือจับสำหรับเชื่อมแก๊สอีกด้วย

3) ห้องผสมแก๊ส (Mixing Chamber)

4) หัวทิพ (Torch Head) เป็นส่วนหัวปลายสุดของหัวเชื่อม มีเกลียวสำหรับต่อกับห้องผสมแก๊ส

รูปที่ 1.39 แสดงรูปหัวเชื่อมแก๊ส

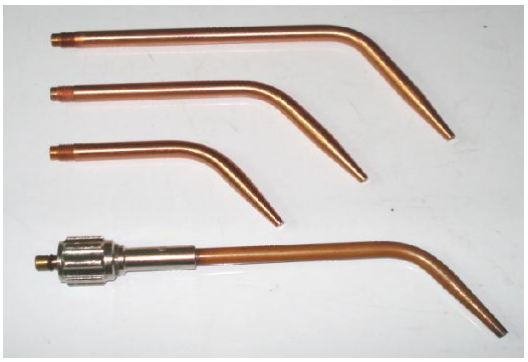


รูปที่ 1.40 แสดงลักษณะภายในของหัวเชื่อม

ที่มา : นริศ ศรีเมฆ,พิชัย โอภาสอนันต์. 2543 : 41

1.4.6 หัวทิพเชื่อม (Welding Tip)

หัวทิพเชื่อมจะอยู่ส่วนปลายสุดของหัวเชื่อม คือจะต่อจากส่วนปลายของห้องผสมแก๊ส (Mixing Chamber) ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญมากส่วนหนึ่งของหัวเชื่อมแก๊ส เพราะจะเป็นตัวที่มีผลต่อความร้อนของเปลวเชื่อม ด้วย หัวทิพจะทำด้วยทองแดง หรือทองแดงผสม ขนาดรูของหัวทิพจะเรียงจากขนาดเล็กไปหาขนาดใหญ่ เบอร์ 0 จะเล็กกว่า เบอร์ 1 และการให้ความร้อนของเปลวไฟเบอร์ที่มีขนาดใหญ่จะให้ความร้อนสูงกว่าเบอร์ข เล็ก



รูปที่ 1.41 แสดงรูปลักษณะหัวทิพ

การเลือกขนาดหัวทิพ

การเลือกขนาดของหัวทิพนั้น จะต้องคำนึงถึงความหนา และชนิดของโลหะที่ทำการเชื่อม เช่น ถ้าเลือกขนาดหัวทิพใหญ่เกินไป จะทำให้แนวเชื่อมใหญ่ และในการเชื่อมงานอาจทำให้ชิ้นงานเกิดการทะลุ ถ้าเลือกหัวทิพขนาดเล็กไปจะทำให้เสียเวลาในการเชื่อมมาก ถ้าขนาดหัวทิพใหญ่ หรือเล็กเกินไปห้ามแก้ไขโดยการปรับความดันความดันของแก๊สให้เพิ่มหรือลดแรงดัน การปรับความดันของแก๊สต้องมีความเหมาะสม และมีความสัมพันธ์กับขนาดของหัวทิพ

ตารางที่ 1.2 แสดงการเลือกขนาดหัวทิพ

ขนาดของหัวทิพ (Tip Size)	ความหนาของโลหะ (Metal thickness) (in)	แก๊สออกซิเจน (Oxygen) (psi)	แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene) (psi)
0	1/32 (0.7 มิลลิเมตร)	1	1
1	1/16 (1.5 มิลลิเมตร)	1	1
2	3/32 (2.3 มิลลิเมตร)	2	2
3	1/8 (3.1 มิลลิเมตร)	3	3
4	3/16 (4.7 มิลลิเมตร)	4	4
5	1/4 (6.3 มิลลิเมตร)	5	5
6	5/16 (7.9 มิลลิเมตร)	6	6
7	3/8 (9.5 มิลลิเมตร)	7	7

ที่มา : ALTHOUSE,TURNQUIST,BOWDITCH. 1980 : 109

จากตารางที่ 1.2 จะพบว่าถ้าเชื่อมเหล็ก ซึ่งมีขนาดความหนา 1/8 นิ้ว ควรใช้ขนาดเบอร์ของหัวทิพเบอร์ 3 จึงจะเหมาะสมที่สุด และปรับความดันไปใช้งานในการเชื่อมของแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจนจะเท่ากันคือ 3 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นต้น

1.4.7 แว่นตาเชื่อมแก๊ส (Welding Goggle)

แว่นตาเชื่อมแก๊สเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันตาจากแสงเชื่อมและสะเก็ดไฟเชื่อม แว่นตาเชื่อมแก๊สจะต้องยอมให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก ขณะใช้สวมทำการเชื่อม และจะต้องเลือกกระจกกรองแสงให้เหมาะสม เช่น เบอร์ 4 ใช้สำหรับการตัดหรือเชื่อมโลหะบาง เลนส์เบอร์ 5-6 ควรจะใช้สำหรับการตัดหรือเชื่อมโลหะที่หนา หรือใช้สำหรับการเชื่อมงานหล่อ เป็นต้น

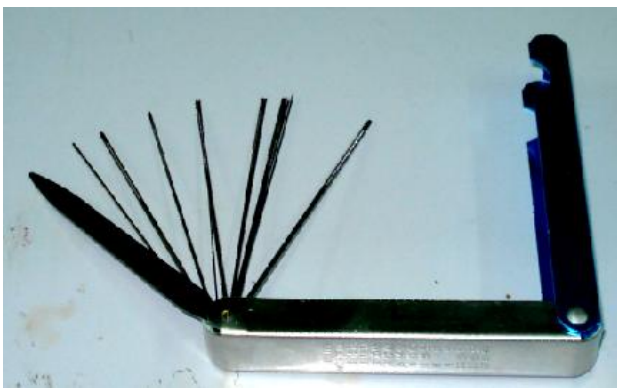
(ก)

(ข)

รูปที่ 1.42 แสดงรูปแว่นตาเชื่อมแก๊ส

1.4.8 อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพ (Tip Cleaner)

เข็มแยงหัวทิพมีหน้าที่ใช้ทำความสะอาดรูหัวทิพไม่ให้เศษวัสดุต่าง ๆ เข้าไปอุดตันรู หัวทิพ โดยขนาดของเข็มแยงรูของหัวทิพมีขนาดตามเบอร์ของหัวทิพ และต้องเลือกเข็มแยงรูให้พอเหมาะกับรูหัวทิพแล้วดันเข้า และดึงออกตรง ๆ 2 - 3 ครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้รูของหัวทิพขยายกว้างมากเกินไป และเป็นสาเหตุทำให้เปลวของการเชื่อมมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม



รูปที่ 1.43 แสดงรูปอุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพ (Tip Cleaner)

ข้อสำคัญในการใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพ (Tip Cleaner)

1. ควรใช้เข็มแยงรูให้พอดีกับขนาดรูของหัวทิพ
2. ควรใช้เข็มแยงรูหัวทิพ แยงรูหัวทิพเข้าไปตรง ๆ แล้วดึงออกมาตรง ๆ
3. อย่าส่ายเข็มแยงรู หรือทำการคว้านรูหัวทิพ เพราะจะทำให้ขนาดรูหัวทิพเปลี่ยนแปลง
4. อย่าแยงรูในขณะหัวทิพยังร้อนอยู่ เพราะจะทำให้รูของหัวทิพจะขยายกว้างเนื่องจากการเสียดสีของเข็มแยงรู

1.4.9 อุปกรณ์จุดเปลวไฟแก๊ส (Friction Lighter)

การจุดเปลวไฟเชื่อมจะต้องใช้ที่จุดไฟแก๊สทุกครั้งอย่าจุดด้วยไม้ขีดไฟ หรือต่อไฟจากหัวเชื่อมอื่น การจุดไฟด้วยไม้ขีด อาจไม่ปลอดภัยเนื่องจากไม้ขีดไฟอยู่ใกล้ไฟมากเกินไป อาจเกิดการระเบิดได้

รูปที่ 1.44 แสดงรูปอุปกรณ์จุดเปลวไฟแก๊ส

1.4.10 ประแจ (Wrench)

ประแจที่ใช้กับอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส เป็นประแจพิเศษที่ผลิตจากวัสดุชนิดพิเศษจากโรงงาน โดยผู้ผลิตประแจจะทำให้มีขนาดพอดีกันกับอุปกรณ์การเชื่อม เพื่อป้องกันการชำรุดและเสียหายเนื่องจากการขัน การถอดอุปกรณ์เชื่อมแก๊สทุกครั้ง ควรใช้ประแจในการถอดประจำเครื่อง อย่าใช้ประแจเลื่อนเพราะอาจทำให้อุปกรณ์เกิดการชำรุด

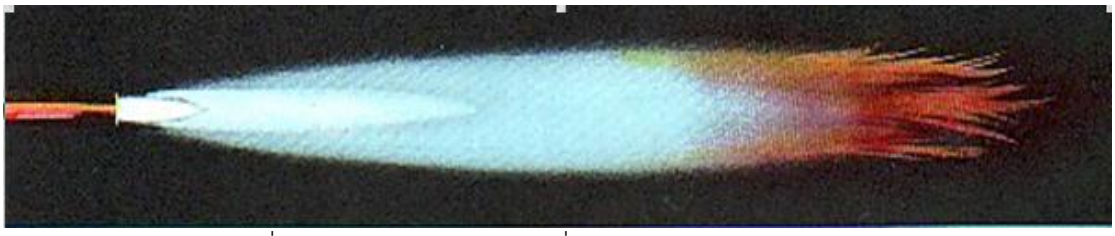
รูปที่ 1.45 แสดงรูปประแจที่ใช้กับอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส

1.5 ชนิดของเปลวเชื่อมแก๊ส (Type Of Flames)

เปลวไฟที่ใช้ทำการเชื่อมแก๊สแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1.5.1 เปลวคาร์บูไรซิ่ง (Carburizing Flame) มีส่วนผสมของแก๊สอะเซทิลีนมากกว่าแก๊สออกซิเจน และให้เปลวในการเชื่อมประมาณ 5,700 ^{0}F เปลวมีลักษณะเป็นเปลวยาวสีส้มอ่อนล้อมรอบเปลวชั้นใน การเผา

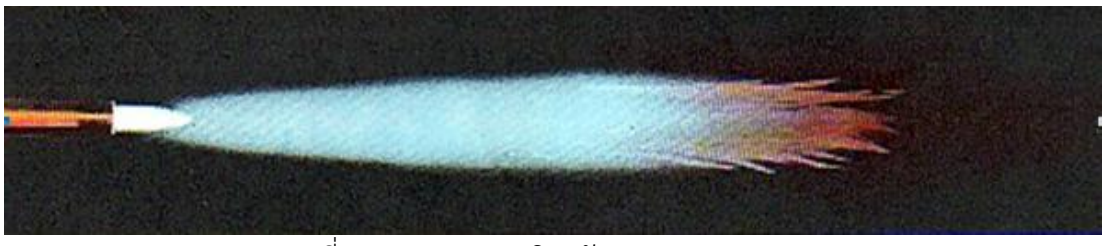
ไหม้จะมีแก๊สอะเซทิลีนเหลืออยู่จำนวนหนึ่ง และสันดาปกับออกซิเจนในอากาศ เปลวคาร์บูไรซิ่งไม่เหมาะกับการเชื่อมโลหะเพราะเป็นการเติมคาร์บอนที่ผิวโลหะ ขณะทำการเชื่อมจะเกิดฟองอากาศในแนวเชื่อมเป็นสาเหตุทำให้แนวเชื่อมเปราะและขุ่นมัว ส่วนมากนิยมใช้ทำการเชื่อมอะลูมิเนียม และการบัดกรีแข็ง เพราะเกิดการทำปฏิกิริยาในการเชื่อม และการบัดกรีค่อนข้างน้อยซึ่งใช้อุณหภูมิต่ำ



รูปที่ 1.46 แสดงเปลวคาร์บูไรซิ่ง (Carburizing Flame)

ที่มา : ALTHOUSE,TURNQUIST,BOWDITCH. 1980 : 29

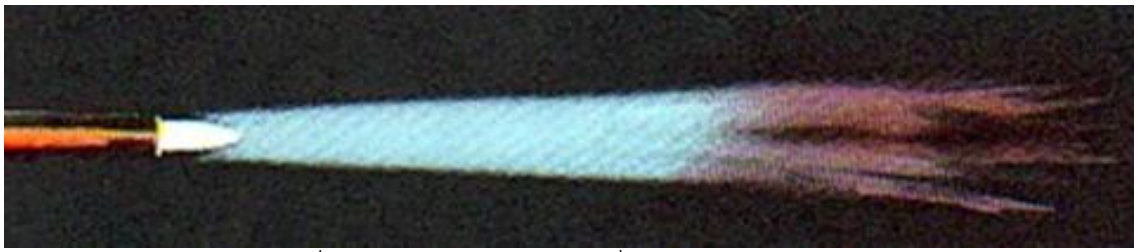
1.5.2 เปลวนิวทรัล (Neutral Flame) มีส่วนผสมของแก๊สอะเซทิลีน และแก๊สออกซิเจนในอัตราส่วนเท่ากัน หรือเรียกว่าเปลวกลาง และให้ความร้อนสูงประมาณ 6,000 ^{0}F เปลวมีลักษณะเป็นกรวยมนมีสีขาวนวล ซึ่งประกอบด้วยเปลวไฟ 2 ชั้น การผสมของแก๊สในอัตราส่วนที่เท่ากันคือ 1 : 1 จึงเหมาะแก่การเชื่อมเหล็ก เพราะการสันดาปของแก๊สทั้งสองจะสามารถควบคุมการเชื่อม และบ่อหลอมของแนวเชื่อมได้ดี



รูปที่ 1.47 แสดงเปลวนิวทรัล (Neutral Flame)

ที่มา : ALTHOUSE,TURNQUIST,BOWDITCH. 1980 : 29

1.5.3 เปลวออกซิไดซิ่ง (Oxidizing Flame) มีส่วนผสมของแก๊สออกซิเจนมากกว่าแก๊สอะเซทิลีน และให้เปลวความร้อนสูงกว่าทั้งสองเปลวที่กล่าวมา และให้ความร้อนสูงประมาณ 6,300 ^{0}F เปลวชั้นในมีลักษณะเป็นรูปกรวยแหลม ซึ่งประกอบด้วยเปลว 2 ชั้น ไม่เหมาะกับการเชื่อมเหล็ก เพราะจะเกิดการเติมแก๊สออกซิเจนแก่เหล็ก จะทำให้แนวเชื่อมแข็งและเปราะ จึงเหมาะแก่การตัดโลหะ และการชุบเหล็กเพื่อเพิ่มความแข็งให้แก่ชิ้นงาน



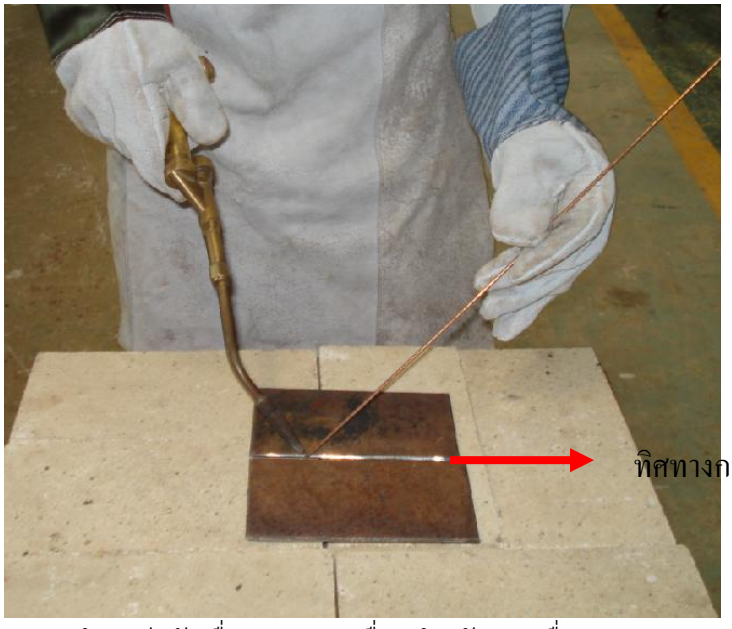
รูปที่ 1.48 แสดงเปลวออกซิไดซิ่ง (Oxidizing Flame)

ที่มา : ALTHOUSE,TURNQUIST,BOWDITCH. 1980 : 29

1.6 การสร้างและควบคุมบ่อหลอมละลาย

การเชื่อมแบบเดินไปข้างหน้า (Forehand Welding)

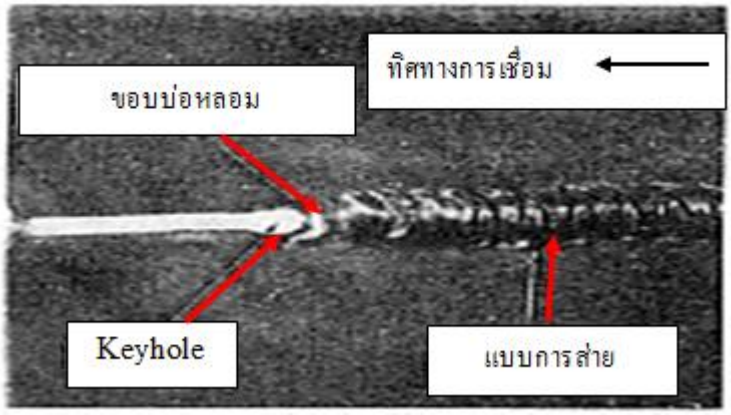
การเชื่อมแบบเดินไปข้างหน้า เป็นเทคนิคการเชื่อมที่นิยมมากสำหรับการเชื่อมเหล็กที่มีขนาดความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ปกติจะให้หัวเชื่อมทำมุมเอียง 45 องศากับแนวดิ่งเพื่อให้เปลวไฟโดยให้ความร้อนชิ้นงานก่อนที่จะทำการเชื่อมจนเกิดบ่อหลอมละลายต่อไปจึงเอาปลายลวดเชื่อมจุ่มลงในบ่อหลอมโดยให้ลวดเชื่อมทำมุมเอียงประมาณ 30 - 45 องศากับชิ้นงาน



รูปที่ 1.49 แสดงตำแหน่งหัวเชื่อมและลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อม Forehand Welding

ช่างเชื่อมที่มีความชำนาญสามารถเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของหัวเชื่อมและลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงานที่ทำการเชื่อม ถ้าให้มุมหัวเชื่อมเอียงจากแนวดิ่งมากกว่า 45 องศา จะเกิดแรงดันบ่อหลอม ให้เคลื่อนไปทางด้านหน้าของทิศทางเชื่อมเร็วขึ้น ซึ่งช่วยป้องกันงานเชื่อมทะลุ และเหมาะสมกับการเชื่อมงานบาง ถ้ามุมเอียงของหัวเชื่อมทำมุมกับแนวดิ่งน้อยกว่า 45 องศาจะได้แนวเชื่อมซึมลึกมาก การดึงลวดเชื่อมออกจากบ่อหลอมละลายในขณะเชื่อม จะต้องให้ปลายของลวดเชื่อมคงอยู่ในบริเวณที่ทำการเชื่อม เพื่อป้องกันไม่ให้ปลายของลวดเชื่อมสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ กลายเป็นเหล็กออกไซด์ที่ปลายลวดเชื่อม

การใช้เทคนิคการเชื่อมไปข้างหน้าจะต้องใช้ขอบล่างของรอยต่องานหลอมละลายอยู่ตลอดแล้วจึงเติมลวดเชื่อม ถ้าหากขอบด้านล่างของรอยต่อไม่หลอม แล้วเติมลวดเชื่อมไปจะทำให้เกิดการหลอมตัวระหว่างเนื้อเชื่อมกับเนื้อชิ้นงานไม่เข้ากัน (Lack of Fusion) ปัญหาการเชื่อมแบบนี้สามารถแก้ไขได้โดยการให้หัวเชื่อมทำมุมตั้งดิ่งกับพื้นผิวหน้างานที่จะทำการเชื่อมให้มาก และให้เปลวไฟเชื่อมหลอมงานจนเป็นรูกุญแจ (Keyhole) แล้วจึงเติมลวดเชื่อมเพื่อให้ได้การหลอมละลายของแนวเชื่อมที่สมบูรณ์และแข็งแรง



รูปที่ 1.50 แสดงการเชื่อมที่ทำให้เกิดรูกุญแจ (Keyhole)

ที่มา : สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ. ม.ป.ป. : 114

การเชื่อมแบบเดินถอยหลัง (Backhand Welding)

เทคนิคการเชื่อมอีกแบบหนึ่งคือ การเชื่อมแบบเดินถอยหลัง ไม่ค่อยนิยมเหมือนกับการเชื่อมไปข้างหน้า สำหรับการเชื่อมแบบเดินถอยหลังนั้น เหมาะกับการเชื่อมโลหะที่มีความหนาเกินกว่า 3 มิลลิเมตรเพราะการเชื่อมแบบเดินถอยหลังสามารถควบคุมบ่อหลอมได้ง่ายกว่าการเชื่อมแบบเดินไปข้างหน้า จึงเหมาะกับการเชื่อมซึมลึก (Penetration) การเชื่อมแบบเดินถอยหลังหัวเชื่อมจะอยู่หลังบ่อหลอม และต้องเจาะบ่อหลอมของชิ้นงาน (Keyhole) ด้านหน้าทิศทางเชื่อม สำหรับช่างเชื่อมที่ถนัดขวาจะเริ่มเชื่อมจากซ้ายไปขวา มุมเอียงของหัวเชื่อมขึ้นอยู่กับความหนางานเพื่อให้ได้การซึมลึกที่ดี มุมเอียงของหัวเชื่อมเอียงมากชิ้นงานจะมีความหนาน้อยกว่าชิ้นงานที่มีมุมเอียงน้อย ในการเติมลวดเชื่อมต้องให้ลวดเชื่อมเกิดการหลอมพร้อมกับการเจาะรูกุญแจ (Keyhole) เพื่อการเชื่อมซึมลึกที่สมบูรณ์ หรือการกวนลวดเชื่อมในบ่อหลอมเพื่อให้เนื้อโลหะเข้ากันดี และสามารถควบคุมการเชื่อมในงานซึมลึกได้ดีกว่าการเชื่อมไปข้างหน้า

ข้อดีของเทคนิคการเชื่อมแบบเดินถอยหลัง (Backhand Welding) คือ

1. เหมาะกับการเชื่อมด้วยเหล็กหนาด้วยวิธีการเชื่อมแบบซึมลึก (Penetration)
2. แนวเชื่อมมีความแข็งแรงสูง
3. สามารถมองเห็นบ่อหลอมขณะทำการเชื่อมได้อย่างชัดเจน

(ก)

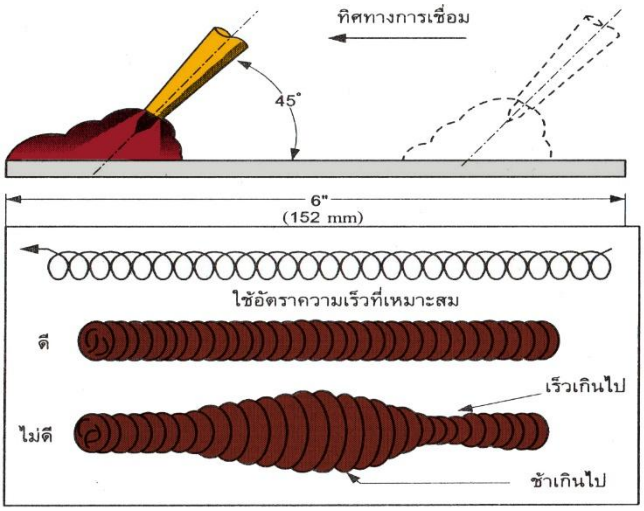
มุมเชื่อมจะแคบสำหรับเหล็กหนา

(ข)

รูปที่ 1.51 แสดงตำแหน่งและมุมหัวเชื่อมแบบเดินถอยหลัง

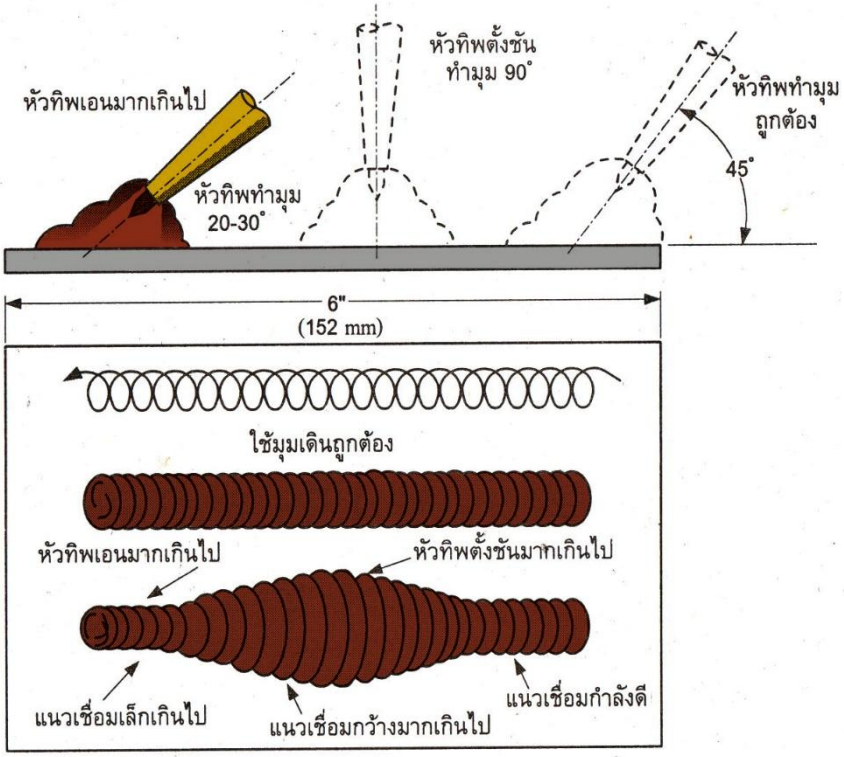
องค์ประกอบในการเชื่อมแก๊สออกซีอะเซทิลีน

1. ความเร็วในการเคลื่อนหัวทิพ ความเร็วในการเชื่อมนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ อย่างหนึ่งในการเชื่อม ถ้าเคลื่อนหัวทิพช้าเกินไปจะทำให้ชิ้นงานหลอมมากเกินไป ทำให้เกิดแนวเชื่อมขนาดใหญ่ แต่เคลื่อนหัวทิพเร็วเกินไปจะทำให้ชิ้นงานหลอมไม่ลึกเพียงพอ และให้แนวเชื่อมขนาดเล็ก (นริศ ศรีเมฆ. 2544 : 12)



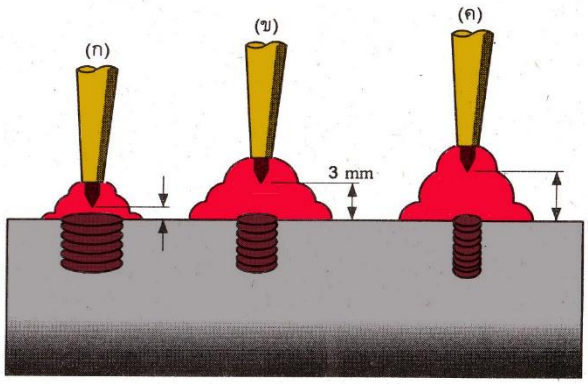
รูปที่ 1.52 แสดงผลที่เกิดจากการใช้อัตราความเร็วในการเคลื่อนหัวทิพที่แตกต่างกัน

2. มุมนำและมุมงานต้องถูกต้อง ในการเชื่อมท่าราบผู้ปฏิบัติงานเชื่อมต้องถือหัวทิพให้ทำมุมกับชิ้นงานประมาณ 45 องศา มุมนี้ต้องรักษาไว้ขณะที่เคลื่อนหัวทิพไปข้างหน้า ถ้าหัวทิพทำมุมมากเกินไป จะทำให้เกิดการหลอมมากทำให้แนวเชื่อมมีขนาดใหญ่ ในขณะเดียวกันถ้าหัวทิพทำมุมน้อยเกินไปเปลวความร้อนจะสะท้อนออกไปมาก คงเหลือความร้อนที่บ่อหลอมน้อย และทำให้เกิดแนวเชื่อมขนาดเล็ก



รูปที่ 1.53 แสดงลักษณะของแนวเชื่อมเมื่อมุมในการเชื่อมเปลี่ยนไป ขณะเคลื่อนหัวทิพไปข้างหน้า

3. ระยะห่างระหว่างปลายของกรวยไฟกับผิวหน้าของงาน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากเพราะถ้าหากว่าควบคุมระยะห่างดังกล่าวไม่ถูกต้อง จะทำให้การหลอมของแนวเชื่อมไม่ดี เพราะปริมาณความร้อนไม่เพียงพอ ทำให้แนวเชื่อมมีความแข็งแรงไม่เพียงพอ ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการเชื่อมเพิ่มมากขึ้นอีก ซึ่งระยะห่างที่มีความเหมาะสมต่อการเชื่อมชิ้นงานระหว่างกรวยไฟกับผิวหน้าของงาน คือประมาณ 3 มิลลิเมตร



รูปที่ 1.54 แสดงระยะห่างระหว่างปลายของกรวยไฟกับผิวหน้าของงาน

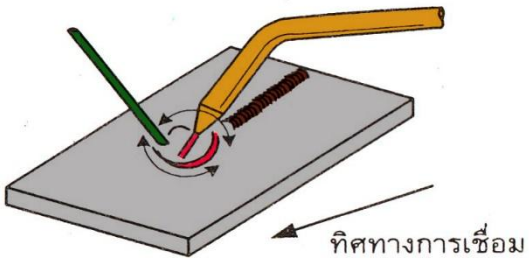
จากรูปที่ 1.54 แสดงระยะห่างระหว่างปลายของกรวยไฟกับผิวหน้าของงานโดย

รูป (ก) กรวยไฟอยู่ชิดผิวหน้างานมากเกินไปทำให้เกิดแนวเชื่อมขนาดใหญ่

รูป (ข) กรวยไฟอยู่ห่างจากชิ้นงานเหมาะสม

รูป (ค) กรวยไฟอยู่ห่างจากชิ้นงานมากเกินไปทำให้ได้แนวเชื่อมขนาดเล็ก

4. ลักษณะการส่ายหัวทิพ ในการเชื่อมรอยต่อแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะรอยต่อชนเพื่อให้เกิดการหลอมที่ดีมีการซึมลึกที่สมบูรณ์ตลอดแนวความหนาของชิ้นงาน จะต้องทำการส่ายหัวทิพขณะเคลื่อนหัวทิพไปข้างหน้าในขณะเดียวกันลวดเชื่อมก็ต้องส่ายไปตามหัวทิพนั้นด้วย



รูปที่ 1.55 แสดงการส่ายหัวทิพและการส่ายลวดเชื่อม

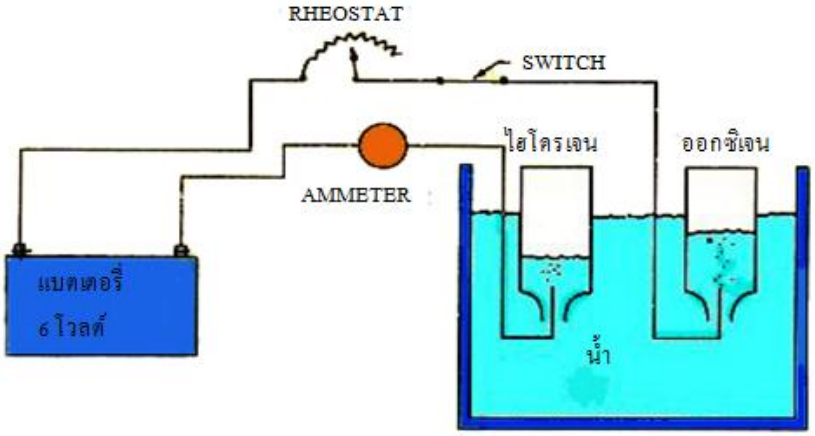
1.7 การเตรียมแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

1.7.1 การผลิตแก๊สออกซิเจนจากน้ำ

1) การผลิตแก๊สออกซิเจนจากน้ำ

การผลิตด้วยวิธีนี้ทำได้โดยกรรมวิธีแยกน้ำด้วยไฟฟ้า ซึ่งใช้ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเหมาะสำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการเท่านั้นน้ำที่นำมาใช้ในการแยกนี้จะเติมโซเดียมคลอไรด์ เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้สะดวก โดยจะมีสายไฟต่อจากขั้วบวกและขั้วลบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ไปจุ่มน้ำไว้ทั้งสองขั้ว นำขวด

สองใบเติมน้ำให้เต็มโดยคว่ำไว้ที่ขั้วบวกและขั้วลบ เมื่อเปิดสวิตช์กระแสไฟจะไหลจากขั้วบวกผ่านน้ำไปยังขั้วลบ ขณะกระแสไฟไหลผ่านน้ำจะเริ่มทำปฏิกิริยาเกิดฟองอากาศผุดขึ้นที่ปลายขั้วบวก และขั้วลบ โดยแก๊สออกซิเจนจะเกิดขึ้นที่ขั้วบวกสังเกตได้จากปริมาตรของแก๊สที่มีเพียงครึ่งขวด ส่วนแก๊สไฮโดรเจนจะเกิดขึ้นที่ขั้วลบ โดยมีปริมาณของแก๊สเต็มขวด ซึ่งเป็นไปตามสูตรทางเคมีคือ H_2O ประกอบด้วย แก๊สไฮโดรเจน 2 ส่วน และแก๊สออกซิเจน 1 ส่วน (สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ. ม.ป.ป. : 22)



รูปที่ 1.56 แสดงการแยกแก๊สออกซิเจนจากน้ำ

(1) การเตรียมแก๊สออกซิเจนจากอากาศเหลว เนื่องจากอากาศประกอบไปด้วยออกซิเจน ไนโตรเจน และแก๊สอื่นๆ อีก ดังนั้นจึงสามารถผลิตแก๊สออกซิเจนได้โดยแยกออกจากอากาศเหลว ตามขั้นตอนต่อไปนี้

ก. ปั๊มอากาศเข้าระบบการผลิต ซึ่งการผลิตนี้มีอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบความดันสูงประมาณ 750 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยใช้ปั๊มอัดแบบ 4 ขั้นตอน และระบบความดันต่ำประมาณ 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยใช้ปั๊มแบบ 2 ขั้นตอน

ข. ลดอุณหภูมิของอากาศที่อัดเข้าระบบ โดยให้อากาศวิ่งภายในท่อที่มีการระบายความร้อนด้วยน้ำหมุนเวียนอยู่ภายนอก จนอุณหภูมิของอากาศลดลงเหลือประมาณ 10 องศาเซลเซียสแล้วจึงกำจัดน้ำมันที่ติดมากับอากาศ จากนั้นผ่านอากาศเข้าเครื่องกำจัดไอน้ำ เพื่อทำให้อากาศแห้งและต่อไปยังเครื่องลดอุณหภูมิ จนอากาศเปลี่ยนสถานะเป็นอากาศเหลว แล้วจึงเข้าเครื่องแยกชนิดแก๊สโดยอาศัยหลักการของความแตกต่างของจุดเดือดของแก๊สแต่ละชนิดด้วยวิธีง่ายๆ คือเพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศเหลว ซึ่งไนโตรเจนจะเปลี่ยนสภาพกลายเป็นแก๊สแยกออกจากอากาศเหลวก่อนเนื่องจากออกซิเจนมีจุดเดือดสูงกว่าไนโตรเจน ส่วนออกซิเจนที่เหลืออยู่อาจจะบรรจุถังนำไปใช้อยู่ในรูปของแก๊สหรือในรูปของเหลว ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ถึงแม้ว่าออกซิเจนจะเป็นแก๊สที่ไม่ติดไฟก็ตาม แต่ก็จะช่วยให้ไฟติดและเกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็ว แม้จะมีเปลวไฟเพียงเล็กน้อยก็ตาม ถ้าเพิ่มแก๊สออกซิเจนเข้าไปไฟนั้นก็จะลุกโพรงขึ้นทันที ซึ่งในลักษณะเช่นนี้จะแสดงว่าแก๊สออกซิเจนนั้นมีบทบาทในการเชื่อมเป็นอย่างมาก

2) การเตรียมแก๊สอะเซทิลีน

ผู้ที่ค้นพบแก๊สอะเซทิลีนคือ Sir Humphrey Davy เมื่อปี ค.ศ. 1815 แต่ไม่ได้ใช้ในงานอุตสาหกรรม จนกระทั่งปี ค.ศ.1892 ได้มีการผลิตแก๊สอะเซทิลีน โดยนำเอาแคลเซียมคาร์ไบด์มาผสมกับน้ำ ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยคาร์บอนที่อยู่ในแคลเซียมคาร์ไบด์กับไฮโดรเจนที่อยู่ในน้ำจะรวมตัวเป็นแก๊สอะเซทิลีน ดังสมการเคมี

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

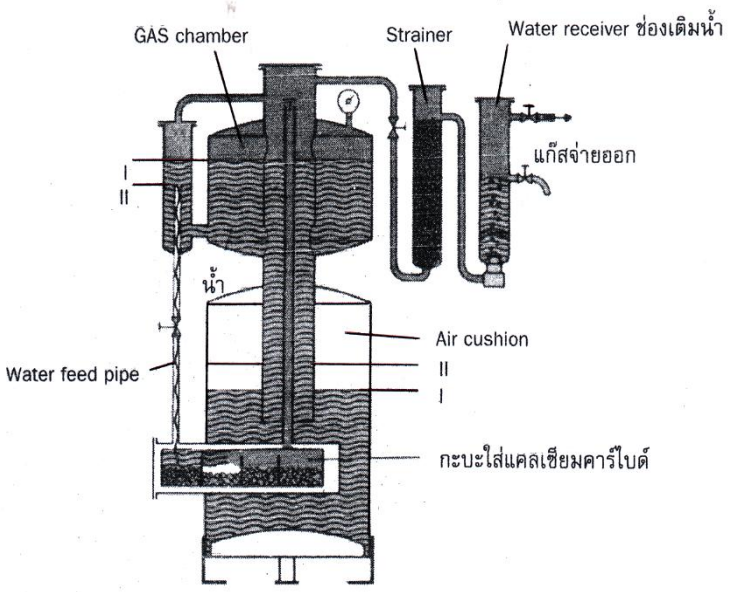
ปริมาณของแก๊สอะเซทิลีนที่ผลิตได้ตามหลักทฤษฎี 350 ลิตร ซึ่งในทางปฏิบัติเผื่อไว้ให้ 270-300 ลิตรต่อแคลเซียมคาร์ไบด์ 1 กิโลกรัม และให้ปริมาณความร้อนจำนวน 1,700 KJ (กิโลจูล)แคลเซียมคาร์ไบด์เป็นผลผลิตที่ได้จากการเผาแคลเซียมออกไซด์กับถ่านโค้กในเตาไฟฟ้า โดยไม่ให้อากาศเข้าไปรวมตัวในขณะเกิดการหลอม และเมื่อปล่อยให้แข็งตัวจะมีลักษณะเป็นก้อนแข็งคล้ายหิน สมการเคมีของการเกิดแคลเซียมคาร์ไบด์ มีดังนี้

$$CaO + 3C \longrightarrow CaC_2 + CO$$

แคลเซียมออกไซด์ + โค้ก ⟶ แคลเซียมคาร์ไบด์ + คาร์บอนมอนอกไซด์

(1) เครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่

ก. แบบเติมน้ำลงในแคลเซียมคาร์ไบด์ เป็นเครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีนที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยการเริ่มต้นจากน้ำในถังบนอยู่ระดับ เมื่อเปิดวาล์วน้ำแล้ว น้ำจะไหลตามท่อเข้าไปสู่ถาดที่บรรจุแคลเซียมคาร์ไบด์ น้ำก็ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์ไบด์เกิดเป็นแก๊สอะเซทิลีน และไหลไปตามท่อที่อยู่กลางถังขึ้นไปยังถังบน ทำให้ความดันของถังบนสูงกว่าแรงดันของอากาศของถังล่าง เมื่อระดับน้ำของถังบนต่ำถึงระดับการจ่ายน้ำสู่ถาดแคลเซียมคาร์ไบด์ก็หยุดลงและต่อมาการผลิตแก๊สก็หยุดลงด้วย เมื่อนำแก๊สไปใช้จนแรงดันในถังของเหลือต่ำกว่าแรงดันของอากาศถังล่างจะทำให้อากาศถังล่างดันน้ำขึ้นสู่ถังบน และน้ำก็จะไหลลงสู่ถาดของแคลเซียมคาร์ไบด์อีกครั้ง สำหรับก้อน แคลเซียมคาร์ไบด์ในถาดนั้น เมื่อแคลเซียมคาร์ไบด์ทำปฏิกิริยากับน้ำหมดแล้วจะนำออกไปทิ้งเพื่อเปลี่ยนแคลเซียมคาร์ไบด์ใหม่มาแทน เครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีนแบบเติมน้ำลงในแคลเซียมคาร์ไบด์ขนาดเล็ก สามารถบรรจุแคลเซียมคาร์ไบด์ได้ไม่เกิน 2.5 กิโลกรัม และแบบตั้งพื้นสามารถบรรจุแคลเซียมคาร์ไบด์ได้ไม่เกิน 20 กิโลกรัม



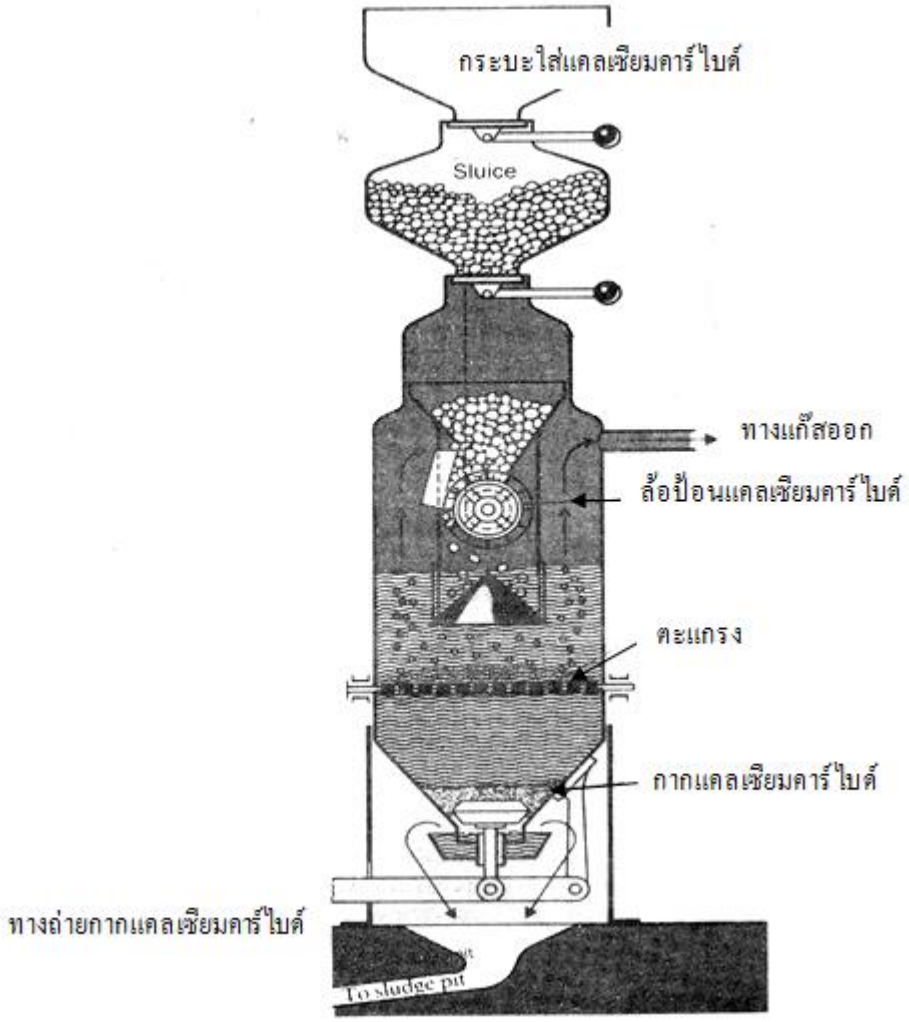
รูปที่ 1.57 แสดงเครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีนแบบเติมน้ำลงในแคลเซียมคาร์ไบด์

ที่มา : สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ. ม.ป.ป. : 25

ข. แบบเติมแคลเซียมคาร์ไบด์ลงในน้ำ เริ่มจากบรรจุแคลเซียมคาร์ไบด์เข้าไปในถังบนโดยใช้ล้อหมุนป้อน จะปล่อยให้แคลเซียมคาร์ไบด์หล่นลงในน้ำที่มีตะแกรงรองรับด้านล่างสำหรับความความเร็วของล้อป้อน จะถูกควบคุมด้วยแก๊สที่ออกไปใช้งานปูนขาวที่เป็นแคลเซียมคาร์ไบด์ จะตกลงสู่ด้านล่างของถังและนำออกมาทิ้ง เมื่อหมดการทำปฏิกิริยากับ เครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีนแบบเติมแคลเซียมคาร์ไบด์ลงในน้ำที่ใช้กันอยู่เป็นแบบตั้งพื้นมีขนาดบรรจุแคลเซียมคาร์ไบด์ตั้งแต่ 20 - 4,000 กิโลกรัม

เครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีนแบบนี้แบ่งออกได้ตามขนาดแรงดัน คือ

1. แบบถังแรงดันต่ำ มีแรงดันแก๊สประมาณ 0.2 บาร์
2. แบบถังแรงดันสูง มีแรงดันแก๊สไม่เกิน 1.5 บาร์



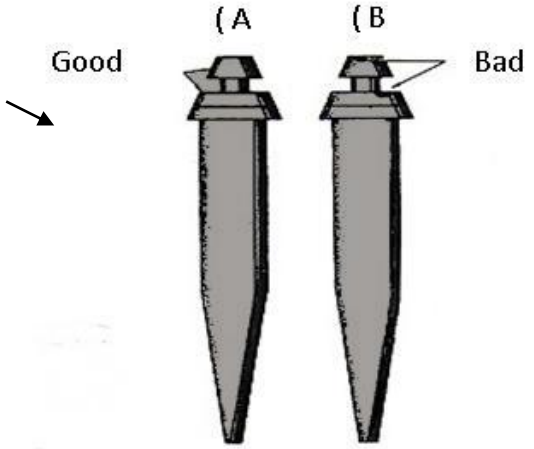
รูปที่ 1.58 แสดงเครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีนแบบเติมแคลเซียมคาร์ไบด์ลงในน้ำ
ที่มา : สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ. ม.ป.ป. : 26

1.8 ไฟย้อนกลับและไฟวาบย้อนกลับ (Backfire and Flashback)

1.8.1 ไฟย้อนกลับ (Backfire) ในบางครั้งช่างเชื่อมจะพบว่าขณะทำการเชื่อมอยู่เปลวไฟที่หัวเชื่อมจะดับลง เมื่อเปลวไฟย้อนกลับเข้าไปในหัวทิพ และเปลวไฟจะจุดติดขึ้นใหม่ถ้านำ หัวทิพไปจ่อที่โลหะหลอมเหลว การจุดไฟลักษณะนี้จะเกิดเสียงดัง “ป๊อบ” เมื่อเกิดไฟย้อนกลับ ช่างเชื่อมควรรีบปิดวาล์วที่หัวเชื่อมทันที และตรวจสอบข้อต่อก่อนจุดเปลวไฟใหม่ ไฟย้อนกลับมักจะเกิดขึ้นเมื่อเอาหัวทิพติดกับชิ้นงาน หรือแรงดันในสายยางไม่ถูกต้อง

1.8.2 ไฟวาบย้อนกลับ (Flashback) ไฟวาบย้อนกลับเป็นปัญหาในการเชื่อมที่เกิดจากเปลวไฟย้อนกลับเข้าไปลุกไหม้ในกระบอกเชื่อม และมีเสียงดังแหลมออกมา ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญอาจก่อให้ เกิดการระเบิดขึ้นได้ ไฟวาบย้อนกลับสามารถหลีกเลี่ยงได้โดยปรับความดันของแก๊สและออกซิเจนเท่ากันและอย่าให้หัวเชื่อมร้อนมากเกินไป การระเบิดจากไฟวาบย้อนกลับจะเกิดขึ้นภายในท่อหรือสายเชื่อมด้วยแรงดันต่ำสุด จะทำให้เกิดความ

เสียหายแก่สายเชื่อมหรือเครื่องควบคุมความดัน การชำรุดของบ่าหัวเชื่อมและหัวฉีดตัดแก๊ส ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดไฟวาบย้อนกลับอีกด้วย



รูปที่ 1.59 แสดงบ่าของหัวฉีดตัดแก๊ส (A) สภาพที่ดี (B) สภาพที่ชำรุด

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การตรวจสอบรอยรั่วของข้อต่อควรใช้สิ่งใดตรวจสอบ
   ก. น้ำมัน
   ข. น้ำสบู่
   ค. น้ำกลั่น
   ง. น้ำสะอาด
2. โลหะชนิดใดเมื่อสัมผัสหรือผสมกับแก๊สอะเซทิลีนอาจทำให้เกิดการระเบิดได้
   ก. เหล็ก
   ข. ทองแดง
   ค. ตะกั่ว
   ง. ดีบุก
3. การบรรจุด้วยสารอะซีโตนเหลวในถังแก๊สอะเซทิลีนข้อใดไม่ใช่ประโยชน์อะไร
   ก. เพื่อเพิ่มแรงดันแก๊ส
   ข. เพื่อดูดซับแก๊สอะเซทิลีน
   ค. เพื่อเพิ่มกลิ่นแก๊สอะเซทิลีน
   ง. เพื่อบรรจุให้ได้แก๊สมีจำนวนมาก
4. เครื่องควบคุมความดันแก๊สแบ่งออกเป็นกี่ชนิด
   ก. 1 ชนิด
   ข. 2 ชนิด
   ค. 3 ชนิด
   ง. 4 ชนิด
5. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของเครื่องควบคุมความดันแก๊ส
   ก. ลดความดันแรงดันสูงให้ต่ำลงเพื่อ นำไปใช้งาน
   ข. สามารถตั้งความดันให้ได้ตามความต้องการ
   ค. ควบคุมอัตราการไหลของแก๊สให้สม่ำเสมอ
   ง. ลดอุณหภูมิของแก๊สสูงให้ต่ำลงเพื่อ นำไปใช้งาน
6. ข้อต่อสายยางซึ่งต่อเข้ากับเกลียวมาตรฐานวัดความดันของแก๊สอะเซทิลีนมีลักษณะอย่างไร

ก. เป็นเกลียวซ้าย

ข. เป็นเกลียวขวา

ค. เป็นเกลียวสี่เหลี่ยม

ง. เป็นเกลียวผสม

7. หัวเชื่อมแก๊สที่นิยมใช้กันทั่วไปแบ่งออกได้เป็นกี่ชนิด

ก. 1 ชนิด

ข. 2 ชนิด

ค. 3 ชนิด

ง. 4 ชนิด

8. หัวเชื่อมแบบความดันสมดุลใช้กับแก๊สอะเซทิลีนแบบใด

ก. แบบถังบรรจุสำเร็จรูป

ค. แบบผลิตด้วยตนเอง

ข. เครื่องกำเนิดแก๊ส

ง. เครื่องผลิตแก๊ส

9. หัวทิพทำจากวัสดุชนิดใด

ก. ทองแดงผสม

ข. ทองเหลือง

ค. แมกนีเซียม

ง. นิเกิล

10. Tip Cleaner มีหน้าที่อย่างไร

ก. ให้ความร้อนในการเชื่อม

ข. ใช้ผสมแก๊สในการเชื่อม

ค. ทำความสะอาดชิ้นงาน

ง. ที่ลำเรียงแก๊ส

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การตรวจสอบรอยรั่วของข้อต่อควรใช้สิ่งใดตรวจสอบ
   - ก. น้ำมัน
   - ข. น้ำสบู่
   - ค. น้ำกลั่น
   - ง. น้ำสะอาด
2. โลหะชนิดใดเมื่อสัมผัสหรือผสมกับแก๊สอะเซทิลีนอาจทำให้เกิดการระเบิดได้
   - ก. เหล็ก
   - ข. ทองแดง
   - ค. ตะกั่ว
   - ง. ดีบุก
3. การบรรจุด้วยสารอะซีโตนเหลวในถังแก๊สอะเซทิลีนข้อใดไม่ใช่ประโยชน์อะไร
   - ก. เพื่อเพิ่มแรงดันแก๊ส
   - ข. เพื่อดูดซับแก๊สอะเซทิลีน
   - ค. เพื่อเพิ่มกลิ่นแก๊สอะเซทิลีน
   - ง. เพื่อบรรจุให้ได้แก๊สมีจำนวนมาก
4. เครื่องควบคุมความดันแก๊สแบ่งออกเป็นกี่ชนิด
   - ก. 1 ชนิด
   - ข. 2 ชนิด
   - ค. 3 ชนิด
   - ง. 4 ชนิด
5. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของเครื่องควบคุมความดันแก๊ส
   - ก. ลดความดันแรงดันสูงให้ต่ำลงเพื่อ นำไปใช้งาน
   - ข. สามารถตั้งความดันให้ได้ตามความต้องการ

ค. ควบคุมอัตราการไหลของแก๊สให้สม่ำเสมอ

ง. ลดอุณหภูมิของแก๊สสูงให้ต่ำลงเพื่อ นำไปใช้งาน

6. ข้อต่อสายยางซึ่งต่อเข้ากับเกลียวมาตรฐานวัดความดันของแก๊สอะเซทิลีนมีลักษณะอย่างไร

ก. เป็นเกลียวซ้าย

ข. เป็นเกลียวขวา

ค. เป็นเกลียวสี่เหลี่ยม

ง. เป็นเกลียวผสม

7. หัวเชื่อมแก๊สที่นิยมใช้กันทั่วไปแบ่งออกได้เป็นกี่ชนิด

ก. 1 ชนิด

ข. 2 ชนิด

ค. 3 ชนิด

ง. 4 ชนิด

8. หัวเชื่อมแบบความดันสมดุลใช้กับแก๊สอะเซทิลีนแบบใด

ก. แบบถังบรรจุสำเร็จรูป

ค. แบบผลิตด้วยตนเอง

ข. เครื่องกำเนิดแก๊ส

ง. เครื่องผลิตแก๊ส

9. หัวทิพทำจากวัสดุชนิดใด

ก. ทองแดงผสม

ข. ทองเหลือง

ค. แมกนีเซียม

ง. นิเกิล

10. Tip Cleaner มีหน้าที่อย่างไร

ก. ให้ความร้อนในการเชื่อม

ข. ใช้ผสมแก๊สในการเชื่อม

ค. ทำความสะอาดชิ้นงาน

ง. ที่ลำเรียงแก๊ส

	ใบงาน ที่ 1	**หน่วยที่** 1
	รหัสวิชา 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 1-3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมแก๊ส	**ทฤษฎี** 3 **ชม.** **ปฏิบัติ** 9 **ชม.**
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมแก๊ส		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกต่องรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นในงานเชื่อมแก๊ส

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความปลอดภัยในการปฏิบัติงานได้
2. บอกวิธีป้องกันความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สได้
3. อธิบายการใช้ชุดเชื่อมแก๊สและชุดป้องกันอันตรายได้
4. สามารถประกอบติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊สได้
5. สามารถประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊สได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 1
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนพร้อมแนะนำชี้แจงแผนการเรียน สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น เช่น ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ หลักการและแนวทางในการเรียน การประเมินผลการเรียน เพื่อความเข้าใจก่อนการเรียน และนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 1 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของพื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกถึงลักษณะที่พึงประสงค์ที่นักเรียนควรยึดถือและปฏิบัติ เช่น เรื่องการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานอย่างคุ้มค่า การเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ การช่วยเหลือแบ่งปันซึ่งกันและกัน การปฏิบัติงานด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต มุ่งมั่น ใช้เวลาอย่างคุ้มค่า หลักประชาธิปไตย การยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน และห่างไกลยาเสพติด เป็นต้น

3.ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 1

4.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1

5.ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 1

6.ครูนำภาพตัวอย่างความปลอดภัยในการทำงานและความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สให้นักเรียนดูเพื่อให้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

7.ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน

8.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9.ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10.ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

12.ครูสาธิตวิธีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

13. ครูให้นักเรียนฝึกปฏิบัติตามใบงานที่ 1.1 การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

14. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

8. สรุปและวิจารณ์ผล

การเชื่อมแก๊สเป็นการเชื่อมที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมเป็นการเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากการเผาไหม้ ของแก๊สเป็นตัวให้ความร้อนกับชิ้นงานเช่น การเชื่อมด้วยแก๊ส ชดเชื่อมแก๊สและขั้นตอนการใช้ชุดเชื่อมแก๊ส ต้องมีการฝึกฝนพอสมควรเพื่อให้เกิดทักษะและชำนาญผู้ปฏิบัติงานต้องมการศึกษาให้เข้าใจก่อนการทำงาน และมีการอบรมผู้ปฏิบัติงานในด้านเทคนิคการเชื่อมสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องการเชื่อมแก๊สเป็นการเชื่อมที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมเป็นการเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากการเผาไหม้ ของแก๊สเป็นตัวให้ความร้อนกับชิ้นงานเช่น การเชื่อมด้วยแก๊ส ชุดเชื่อมแก๊สและขั้นตอนการใช้ชุดเชื่อมแก๊ส ต้องมีการฝึกฝนพอสมควรเพื่อให้เกิดทักษะและชำนาญผู้ปฏิบัติงานต้องมีการศึกษาให้เข้าใจก่อนการทำงาน และมีการอบรมผู้ปฏิบัติงานในด้านเทคนิคการเชื่อมสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 1

รายวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **รหัสวิชา 20100-1004**

เรื่อง กระบวนการเชื่อมแก๊ส

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

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

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

ข้อเสนอแนะ .....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 1 เรื่อง กระบวนการเชื่อมแก๊ส

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 .....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
		ใฝ่รู้ใฝ่เรียน	รู้จักการออม	มีวินัย	มีความเพียร	มีจิตสาธารณะ	ซื่อสัตย์สุจริต	ประหยัด	สื่อสารได้	มนุษยสัมพันธ์	จิตอาสา		
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 20100-1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 4**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 3 ชม.**
ชื่อเรื่อง/งาน รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2 สมรรถนะย่อย.....

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....

2) วิธีประเมิน.....

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.1.1 บูรณาการกลุ่มอาชีพ การเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อม อุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับเชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.บอกความหมายของรอยเชื่อมได้

2.จำแนกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้

3.เชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ

4.เลือกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้เหมาะสมกับชิ้นงาน

5.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. สาระการเรียนรู้

1.ชนิดของรอยต่อ

2.ชนิดของรอยเชื่อม

3.ชื่อส่วนประกอบรอยเชื่อม

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 2 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 2

3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 2

4. ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 2 ให้กับนักเรียน

5. ครูและนักเรียนเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

6. ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนและเตรียมคำถามด้านเนื้อหาที่เข้าใจไม่ชัดเจน

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ

8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9. ครูร่วมกับนักเรียนเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

12. ครูให้นักเรียนฝึกปฏิบัติงานตามใบงาน ดังนี้

ใบงานที่ 2.1 การปรับเปลวไฟ

ใบงานที่ 2.2 การสร้างบ่อหลอมละลาย

ใบงานที่ 2.3 การเชื่อมต่อมุมท่าราบ

ใบงานที่ 2.4 การเชื่อมเดินแนวท่าราบ

ใบงานที่ 2.5 การเชื่อมต่อตัวทีท่าราบ

13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น หน่วยที่ 2

2. เครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส

3. โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พ้อยท์ (Power Point)

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอนของผู้สอน

2.ใบเช็คราย์ชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนจัดการเรียนรู้

2.การตรวจประเมินผลงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

วิธีวัดผล

1.ประเมินแบบฝึกทักษะ

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้

3.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

4.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

5.การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1.แบบฝึกทักษะ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

3.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

4.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

5.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

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 20100-1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 4**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 3 ชม.**
ชื่อเรื่อง รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับเชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.บอกความหมายของรอยเชื่อมได้

2.จำแนกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้

3.เชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ

4.เลือกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้เหมาะสมกับชิ้นงาน

5.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เนื้อหาสาระ

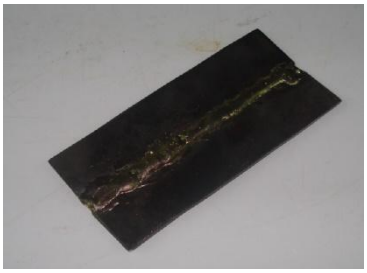
รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน

รอยต่อของงานเชื่อมและการแล่นประสานมีหลายแบบแต่พอจะสรุปได้เป็น 5 แบบดังนี้

2.1 ชนิดของรอยต่อ

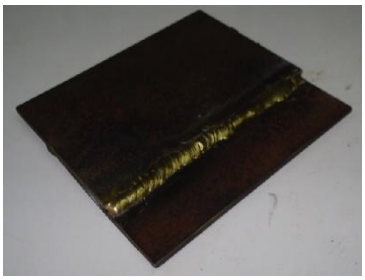
2.1.1 ชนิดของรอยต่อ (Type of Joints)

รอยต่องานเชื่อมมีทั้งหมด 5 ชนิด



(ก) ต่อชน (B - Butt)

(ข) ต่อมุม (C - Corner)



(ค) ต่อขอบ (E - Edge)

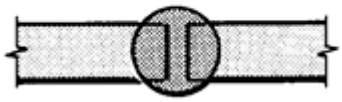
(ง) ต่อเกย (L - Lap)

(จ) ต่อตัวที (T - Tee)

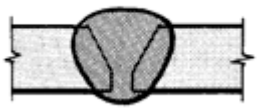
รูปที่ 2.1 แสดงรูปชนิดของรอยต่อ

2.2 ชนิดของรอยเชื่อม (Type of Welds)

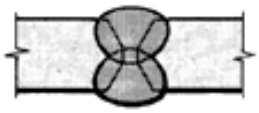
รอยเชื่อมแบ่งออกได้เป็นหลายชนิด



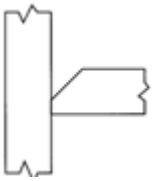
(ก) รอยเชื่อมชนหน้าฉาก (Square Groove Weld



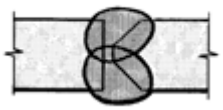
(ข) รอยเชื่อมชนรูป V ด้านเดียว) (Single - V Groove Weld)



(ค) รอยเชื่อมชนรูป V สองด้าน (Double – V Groove Weld)

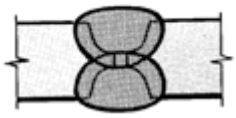


(ง) รอยเชื่อมชนหน้าเฉียงด้านเดียว (Single - Bevel Groove Weld)



(จ) รอยเชื่อมชนหน้าเฉียงสองด้าน
(Double - Bevel Groove Weld)

(ฉ) รอยเชื่อมชนรูป U ด้านเดียว
(Single - U Groove Weld)

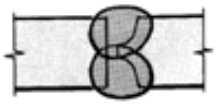


(ช) รอยเชื่อมชนรูป U สองด้าน
(Double - U Groove Weld)

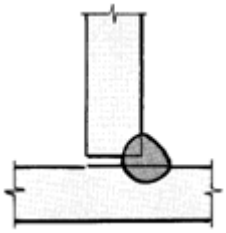
(ซ) รอยเชื่อมชนรูป J ด้านเดียว
(Single - J Groove Weld)

รูปที่ 2.2 แสดงชนิดของรอยเชื่อม

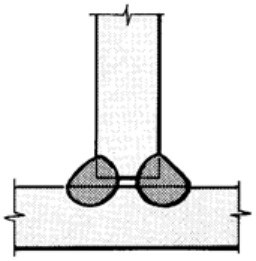
ที่มา : อำนาจ ทองแสน,จรูญ พรหมสุทธิ์. 2546 : 33

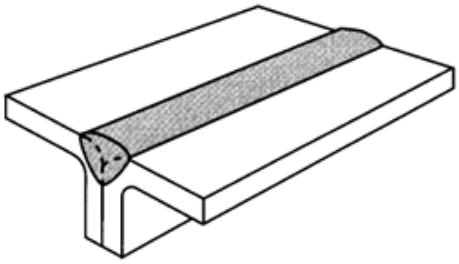


(ฌ) รอยเชื่อมชนรูป J สองด้าน
(Double - J Groove Weld)



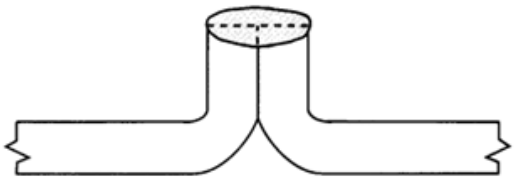
(ญ) รอยเชื่อมฉากด้านเดียว (Single Fillet Weld)

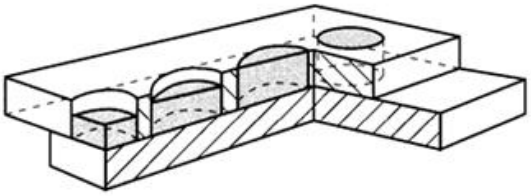




(ฎ) รอยเชื่อมฉากสองด้าน (Flare V Weld)

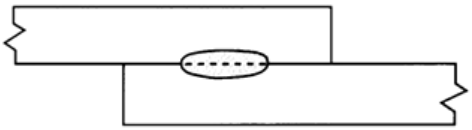
(ฏ) รอยเชื่อมขอบพับ (Double Fillet Weld)





(ฐ) รอยเชื่อมขอบ (Flange Edge Weld)

(ฑ) รอยเชื่อมอุด (Plug Weld)



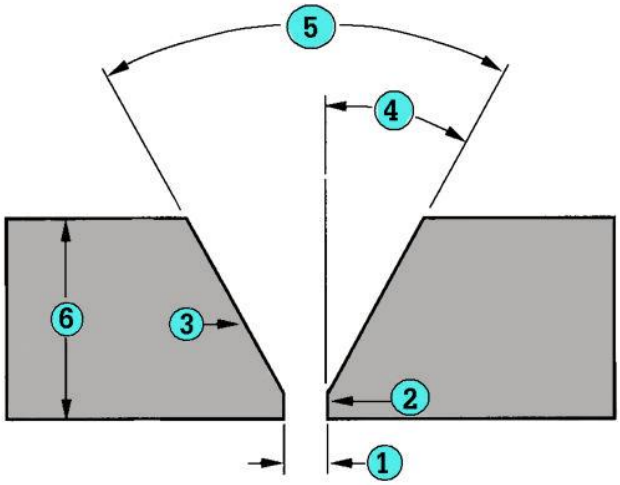
(ฒ) รอยเชื่อมจุดหรือรอยเชื่อมตะเข็บ (Arc Spot or Arc Seam Weld)

รูปที่ 2.3 แสดงรูปชนิดของรอยเชื่อม (ต่อ)

ที่มา : อำนาจ ทองแสน,จรูญ พรหมสุทธิ์ 2546 : 34

2.3 ชื่อส่วนประกอบรอยเชื่อม (Weld Nomenclature)

2.3.1 รอยเชื่อมบากร่อง (Groove Weld)



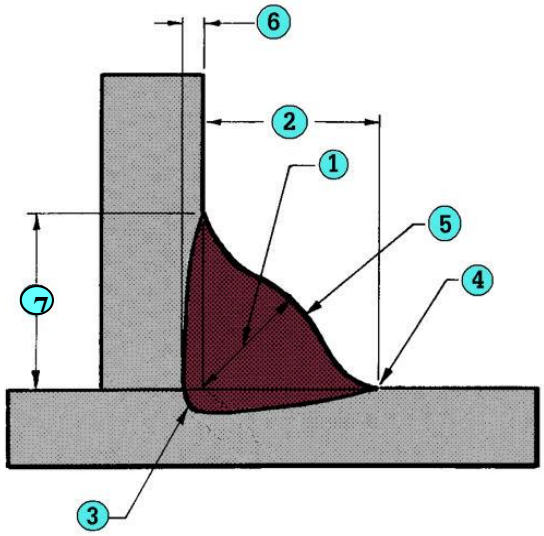
รูปที่ 2.4 แสดงรูปรอยเชื่อมบากร่อง

ที่มา : อำนาจ ทองแสน,จรูญ พรหมสุทธิ์ 2546 : 36

จากรูปที่ 2.4 รอยเชื่อมบากร่องประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) Root Opening (RO) หมายถึง ระยะห่างระหว่างรอยต่อของชิ้นงานทั้งสองที่ฐาน(Root)
2) Root Face (RF) หมายถึง ผิวหน้าของรอยต่อของชิ้นงานคู่ขนานส่วนตรงที่ฐาน
3) Groove Face หมายถึง ผิวหน้าเอียงของรอยต่อชิ้นงาน
4) Bevel Angle (A) หมายถึง มุมบากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว
5) Groove Angle (A) หมายถึง มุมร่องรวมของชิ้นงานทั้งสอง
6) Size of Weld (S) หมายถึง ขนาดของรอยเชื่อม (รวมทั้งที่ละลายลึกเข้าในรอยบากงานและที่ฐาน)

2.3.2 รอยเชื่อมฉาก (Fillet Weld)



รูปที่ 2.5 แสดงรูปรอยเชื่อมฉาก

จากรูปที่ 2.5 รอยเชื่อมฉากประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. คอรอยเชื่อม (Throat of Fillet Weld) หมายถึง ระยะสั้นสุดจากฐานถึงผิวหน้าของรอยเชื่อม
2. ความยาวปีกรอยเชื่อม (Leg of a Fillet) หมายถึง ระยะจากฐานถึงรอยต่อระหว่างผิวหน้ารอยเชื่อมกับชิ้นงานเชื่อม
3. ฐานรอยเชื่อม (Root of Weld) หมายถึง ระยะลึกสุดที่กินลึกของ รอยเชื่อมฉาก
4. ขอบรอยเชื่อม (Toe of Weld) หมายถึง คือรอยต่อระหว่างผิวหน้ารอยเชื่อมกับชิ้นงานเชื่อม
5. หน้ารอยเชื่อม (Face of Weld) หมายถึง ผิวหน้ารอยเชื่อมด้านที่ทำการเชื่อม
6. ระยะหลอมละลายลึก (Depth of Fusion) หมายถึง ระยะหลอมละลายที่กินลึกเข้าในเนื้อชิ้นงานเชื่อม
7. ขนาดรอยเชื่อม (Size of Weld) หมายถึง ระยะปีกของรอยเชื่อมฉาก

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (□) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. แนวเชื่อมพื้นฐานที่ใช้ในงานเชื่อมมีกี่แบบอะไรบ้าง
    ก. แนวเชื่อมเส้นนูน แนวเชื่อมรูปตัวที แนวเชื่อมรูปตัววี แนวเชื่อมร่อง
    ข. แนวเชื่อมร่อง แนวเชื่อมรูปตัวที แนวเชื่อมรูปตัววี แนวเชื่อมอุดรู
    ค. แนวเชื่อมเส้นนูน แนวเชื่อมมุม แนวเชื่อมร่อง แนวเชื่อมอุดรู
    ง. แนวเชื่อมมุม แนวเชื่อมรูปตัวที แนวเชื่อมรูปตัววี แนวเชื่อมอุดรู
2. แนวเชื่อมแบบใดที่ใช้เชื่อมต่อชนไม่บากงานต่อชิด
    ก. แนวเชื่อมร่อง
    ข. แนวเชื่อมมุม
    ค. แนวเชื่อมต่อขอบ
    ง. แนวเชื่อมเส้นนูน
3. แนวเชื่อมแบบใดที่ใช้ในการพอกผิวแข็ง
    ก. แนวเชื่อมเส้นนูน
    ข. แนวเชื่อมมุม
    ค. แนวเชื่อมร่องตัววี
    ง. แนวเชื่อมตัวที
4. รอยต่อแบบใดที่ใช้แนวเชื่อมมุม
    ก. ต่อชนครึ่งตัววี
    ข. ต่อชนครึ่งตัวเจ
    ค. ต่อชนครึ่งตัวยู
    ง. ต่อขอบยกสันเดี่ยว
5. แนวเชื่อมแบบใดที่ใช้กับแนวเชื่อมอุด
    ก. รอยต่อชนตัวเจ
    ข. รอยต่อตัวที
    ค. รอยต่อชนแบบห่าง
    ง. รอยต่อเกย
6. รอยเชื่อมอุดใช้งานลักษณะใด
    ก. งานโครงสร้างหลังคา
    ข. งานประกอบตัวถังรถยนต์
    ค. งานแม่พิมพ์ขึ้นรูป

ง. งานซ่อมชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

7. รอยเชื่อมแบบใดที่ต้องบากหน้างาน
   ก. แนวเชื่อมร่อง
   ข. แนวเชื่อมมุม
   ค. แนวเชื่อมต่อขอบ
   ง. แนวเชื่อมเส้นนูน
8. รอยเชื่อมแบบใดที่ใช้ในการเชื่อมแบบแม่พิมพ์อัด
   ก. แนวเชื่อมร่อง
   ข. แนวเชื่อมอุด
   ค. แนวเชื่อมต่อขอบ
   ง. แนวเชื่อมเส้นนูน
9. Root Opening (RO) หมายถึง
   ก. ระยะห่างระหว่างรอยต่อของชิ้นงานทั้งสองที่ฐาน
   ข. ผิวหน้าของรอยต่อของชิ้นงานคู่ขนานส่วนตรงที่ฐาน
   ค. ผิวหน้าเอียงของรอยต่อชิ้นงาน
   ง. มุมบากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว
10. Depth of Fusion หมายถึง
   ก. ผิวหน้ารอยเชื่อมด้านที่ทำการเชื่อม
   ข. ระยะหลอมละลาย ที่กินลึกเข้าในเนื้อชิ้นงานเชื่อม
   ค. รอยต่อระหว่างผิวหน้ารอยเชื่อมกับชิ้นงานเชื่อม
   ง. ระยะลึกสุดที่กินลึกของ รอยเชื่อมฉาก

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (□) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. แนวเชื่อมพื้นฐานที่ใช้ในงานเชื่อมมีกี่แบบอะไรบ้าง
   - ก. แนวเชื่อมเส้นนูน แนวเชื่อมรูปตัวที แนวเชื่อมรูปตัววี แนวเชื่อมร่อง
   - ข. แนวเชื่อมร่อง แนวเชื่อมรูปตัวที แนวเชื่อมรูปตัววี แนวเชื่อมอุดรู
   - ค. แนวเชื่อมเส้นนูน แนวเชื่อมมุม แนวเชื่อมร่อง แนวเชื่อมอุดรู
   - ง. แนวเชื่อมมุม แนวเชื่อมรูปตัวที แนวเชื่อมรูปตัววี แนวเชื่อมอุดรู
2. แนวเชื่อมแบบใดที่ใช้เชื่อมต่อชนไม่บากงานต่อชิด
   - ก. แนวเชื่อมร่อง
   - ข. แนวเชื่อมมุม
   - ค. แนวเชื่อมต่อขอบ
   - ง. แนวเชื่อมเส้นนูน
3. แนวเชื่อมแบบใดที่ใช้ในการพอกผิวแข็ง
   - ก. แนวเชื่อมเส้นนูน
   - ข. แนวเชื่อมมุม
   - ค. แนวเชื่อมร่องตัววี
   - ง. แนวเชื่อมตัวที
4. รอยต่อแบบใดที่ใช้แนวเชื่อมมุม
   - ก. ต่อชนครึ่งตัววี
   - ข. ต่อชนครึ่งตัวเจ
   - ค. ต่อชนครึ่งตัวยู
   - ง. ต่อขอบยกสันเดี่ยว
5. แนวเชื่อมแบบใดที่ใช้กับแนวเชื่อมอุด
   - ก. รอยต่อชนตัวเจ
   - ข. รอยต่อตัวที
   - ค. รอยต่อชนแบบห่าง
   - ง. รอยต่อเกย
6. รอยเชื่อมอุดใช้งานลักษณะใด

ก. งานโครงสร้างหลังคา

ข. งานประกอบตัวถังรถยนต์

ค. งานแม่พิมพ์ขึ้นรูป

ง. งานซ่อมชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

7. รอยเชื่อมแบบใดที่ต้องบากหน้างาน

ก. แนวเชื่อมร่อง

ข. แนวเชื่อมมุม

ค. แนวเชื่อมต่อขอบ

ง. แนวเชื่อมเส้นนูน

8. รอยเชื่อมแบบใดที่ใช้ในการเชื่อมแบบแม่พิมพ์อัด

ก. แนวเชื่อมร่อง

ข. แนวเชื่อมอุด

ค. แนวเชื่อมต่อขอบ

ง. แนวเชื่อมเส้นนูน

9. Root Opening (RO) หมายถึง

ก. ระยะห่างระหว่างรอยต่อของชิ้นงานทั้งสองที่ฐาน

ข. ผิวหน้าของรอยต่อของชิ้นงานคู่ขนานส่วนตรงที่ฐาน

ค. ผิวหน้าเอียงของรอยต่อชิ้นงาน

ง. มุมบากร่องของชิ้นงานชิ้นเดียว

10. Depth of Fusion หมายถึง

ก. ผิวหน้ารอยเชื่อมด้านที่ทำการเชื่อม

ข. ระยะหลอมละลาย ที่กินลึกเข้าในเนื้อชิ้นงานเชื่อม

ค. รอยต่อระหว่างผิวหน้ารอยเชื่อมกับชิ้นงานเชื่อม

ง. ระยะลึกสุดที่กินลึกของ รอยเชื่อมฉาก

	ใบงาน ที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20100-1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 4**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 3 ชม.**
ชื่อเรื่อง พื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับเชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.บอกความหมายของรอยเชื่อมได้

2.จำแนกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้

3.เชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ

4.เลือกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้เหมาะสมกับชิ้นงาน

5.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน

2. ใบความรู้ที่ 2

3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนพร้อมแนะนำชี้แจงแผนการเรียน สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น เช่น ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ หลักการและแนวทางในการเรียน การ

ประเมินผลการเรียน เพื่อความเข้าใจก่อนการเรียน และนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 2 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของพื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกถึงลักษณะที่พึงประสงค์ที่นักเรียนควรยึดถือและปฏิบัติ เช่น เรื่องการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานอย่างคุ้มค่า การเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ การช่วยเหลือแบ่งปันซึ่งกันและกัน การปฏิบัติงานด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต มุ่งมั่น ใช้เวลาอย่างคุ้มค่า หลักประชาธิปไตย การยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน และห่างไกลยาเสพติด เป็นต้น

3.ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 2

4.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 2

5.ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 2

6.ครูนำภาพตัวอย่างความปลอดภัยในการทำงานและความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สให้นักเรียนดูเพื่อให้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

7.ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน

8.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9.ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10.ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

12.ครูสาธิตวิธีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

13. ครูให้นักเรียนฝึกปฏิบัติตามใบงานที่ 1.1 การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

14. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ในงานเชื่อม โลหะนั้น โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็นสองสายงานหลักคือ งานการผลิต และงานซ่อมบำรุง ซึ่งทั้งสองงานนี้ถึงแม้ว่าจะมีขั้นตอน และขั้นตอนการทำงานแตกต่างกันบ้าง แต่ในพื้นฐานเบื้องต้นแล้วทั้งสองงานนี้จะต้องมีพื้นฐานความรู้ส่วนหนึ่งที่เหมือนกัน ซึ่งสิ่งที่ช่างเชื่อมและตลอดจนผู้ควบคุมงาน หรือผู้ออกแบบงานเชื่อมที่ต้องเกี่ยวข้อง ได้แก่ ชนิดของแนวเชื่อมที่จะใช้กับงานเชื่อมลักษณะต่างๆ ชนิดของรอยต่อสิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่มีผลต่อคุณภาพและประสิทธิภาพของงานเชื่อม

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 2

รายวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **รหัสวิชา** 20100-1004

เรื่อง รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน

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 2 เรื่อง รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน

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.....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	ผลการประเมิน
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ซื่อสัตย์สุจริต	มีวินัย	ใฝ่เรียนรู้	มุ่งมั่นในการทำงาน	อยู่อย่างพอเพียง	มีจิตสาธารณะ	กตัญญูกตเวที	รักความเป็นไทย	มีจิตอาสา		
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 20100-1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การแล่นประสาน	**ทฤษฎี** 1 **ชม.** **ปฏิบัติ** 3 **ชม.**
ชื่อเรื่อง/งาน การแล่นประสาน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2 สมรรถนะย่อย.....

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....

2) วิธีประเมิน.....

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.1.1 บูรณาการกลุ่มอาชีพ การเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อม อุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับเชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.บอกความหมายของรอยเชื่อมได้

2.จำแนกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้

3.เชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ

4.เลือกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้เหมาะสมกับชิ้นงาน

5.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. สาระการเรียนรู้

1. ความหมายของหลักการแล่นประสาน
2. เครื่องมือและอุปกรณ์การแล่นประสาน
3. การแล่นประสานด้วยหัวเชื่อมแก๊ส
4. ลวดแล่นประสาน หรือโลหะประสาน
5. การให้ความร้อนในการแล่นประสาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 3 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 3

3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 3

4. ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 3 ให้กับนักเรียน

5. ครูและนักเรียนเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

6. ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนและเตรียมคำถามด้านเนื้อหาที่เข้าใจไม่ชัดเจน

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ

8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9. ครูร่วมกับนักเรียนเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

12. ครูให้นักเรียนฝึกปฏิบัติงานตามใบงาน

13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น หน่วยที่ 3
2. เครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส
3. โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พ้อยท์ (Power Point)

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอนของผู้สอน

2.ใบเช็คราย์ชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนจัดการเรียนรู้

2.การตรวจประเมินผลงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

วิธีวัดผล

1.ประเมินแบบฝึกทักษะ

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้

3.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

4.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

5.การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1.แบบฝึกทักษะ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

3.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

4.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

5.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

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 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การแล่นประสาน	**ทฤษฎี** 1 **ชม.** **ปฏิบัติ** 3 **ชม.**
ชื่อเรื่อง การแล่นประสาน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับเชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.บอกความหมายของรอยเชื่อมได้

2.จำแนกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้

3.เชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ

4.เลือกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้เหมาะสมกับชิ้นงาน

5.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เนื้อหาสาระ

หลักการแล่นประสาน

1. ความหมายการแล่นประสาน

การแล่นประสาน (Brazing) หมายถึง กรรมวิธีต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกัน โดยใช้ ความร้อนเกินกว่า 840 ° F หรือ 450°C ความร้อนที่ให้นี้เพียงพอต่อการหลอมละลายโลหะประสาน โลหะประสานนี้จะประสานให้โลหะสองชิ้นติดกันโดยที่ชิ้นโลหะทั้งสองชิ้นไม่ได้หลอมละลายรวมตัวกับโลหะประสาน ซึ่งเหมาะสำหรับงานดังนี้

1.1 ใช้ยึดประกอบชิ้นงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก เช่น งานบัดกรีเครื่องประดับต่าง ๆ

1.2 ไม่เกิดแนวนูนเหมือนแนวเชื่อม งานบางประเภทไม่เป็นที่ต้องการเพราะแนวนูนที่เกิดจากการเชื่อมอาจจะไปขวางทางเดินในการทำงานของเครื่องมือ - เครื่องจักร

1.3 ชิ้นงานไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายใน โลหะบางประเภทเมื่อเชื่อมแล้วความแข็งแรงกลับลดลง แต่การบัดกรีแข็ง ชิ้นงานที่ต้องการไม่หลอมละลาย

1.4 ไม่เกิดการบิดตัว เนื่องจากใช้ความร้อนน้อย

1.5 เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า เพราะประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเตรียมงานก่อน การเชื่อมหลังการเชื่อม

รูปที่ 3.1 แสดงรูปแนวการแล่นประสานของชิ้นงาน

ที่มา : frugal-bicycling.com

ปัจจัยที่ทำให้คุณภาพของรอยเชื่อมในกระบวนการแล่นประสานมีคุณภาพดีได้แก่

1. ความสะอาดของรอยเชื่อม
2. การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับโลหะชิ้นงาน
3. การเลือกใช้ฟลักซ์ให้เหมาะสมกับโลหะชิ้นงาน
4. อุณหภูมิในการแล่นประสานต้องเหมาะสม
5. เนื้อโลหะรอยเชื่อมต้องหลอมละลายอย่างสมบูรณ์
6. ความสามารถและประสบการณ์ของช่างผู้ปฏิบัติงาน

ข้อดี - ข้อจำกัดของการแล่นประสาน

ข้อดีของกระบวนการแล่นประสาน ได้แก่

1.ไม่ต้องใช้อุณหภูมิสูง ๆ จึงประหยัดกว่าการเชื่อมแบบหลอมละลาย

2. สามารถเชื่อมโลหะสองชนิดที่ไม่เหมือนกันได้

3. กรณีที่เชื่อมเหล็กเหนียวกับเหล็กหล่อเข้าด้วยกัน สามารถทำให้รอยเชื่อมมีความแข็งแรงเท่ากับโลหะชิ้นงานได้ถ้า ปฏิบัติการแล่นประสานอย่างมีประสิทธิภาพ

4. การบิดแอ่นของชิ้นงานหลังจากการเชื่อม น้อยกว่าการเชื่อมแบบหลอมละลาย

ข้อจำกัดของกระบวนการแล่นประสาน ได้แก่

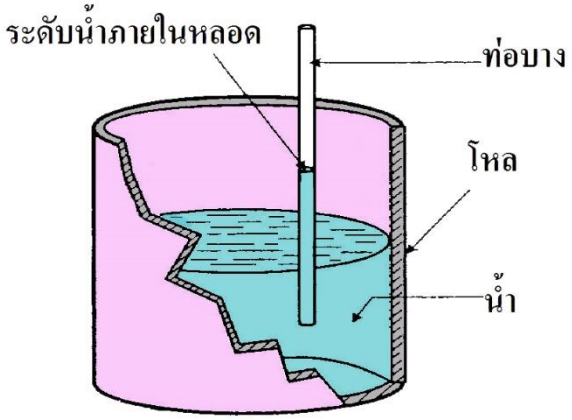
1. สีของโลหะชิ้นงานกับสีของรอยเชื่อมแตกต่างกัน

2. โลหะชิ้นงานที่แล่นประสานแล้วไม่ควรนำไปใช้งานในที่อุณหภูมิเกิน 200°C

3. โลหะชิ้นงานที่แล่นประสานแล้วไม่สามารถใช้งานได้เลยในที่อุณหภูมิสูงกว่า 500°C เพราะว่ารอยเชื่อมจะไม่แข็งแรง

หลักการแล่นประสาน

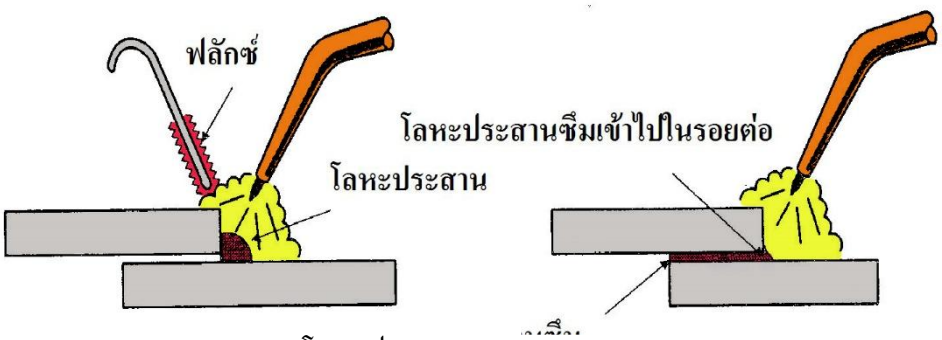
การแล่นประสานนั้นอาศัยหลักการดึงดูดของช่องว่างขนาดเล็กดึงของเหลวเข้าไปภายใน ดังเช่น ปฏิกิริยาของน้ำในหลอดขนาดเล็กที่วางอยู่ในโหล จะเห็นว่าน้ำภายในหลอดจะมีระดับสูงกว่าระดับน้ำภายในโหล (นริศ ศรีเมฆ . 2544 : 123)



รูปที่ 3.2 แสดงปฏิกิริยาของน้ำภายในหลอดมีระดับสูงกว่าระดับน้ำภายในโหล

ลักษณะยึดติดของโลหะประสาน

ในการยึดติดโลหะประสานในการแล่นประสานก็เช่นเดียวกัน เมื่อให้ความร้อนจะกระทั่งโลหะประสานหลอมละลายแล้วลวดเชื่อมจะซึมแล่นเข้าไปในช่องว่างระหว่างรอยต่อนั้น โดยไม่ปรากฏแนวเชื่อมหรือรอยนูนให้เห็น (นริศ ศรีเมฆ. 2544 : 124)



(ก) กำลังแล่น (ข) หลังจากแล่นประสานแล้ว

รูปที่ 3.3 แสดงรูปการซึมแล่นประสาน

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์งานแล่นประสาน

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการแล่นประสาน ได้แก่

1) ชุดเชื่อมสนามด้วยแก๊สออกซี - โปรเพน

รูปที่ 3.4 แสดงชุดเชื่อมสนามด้วยแก๊สออกซี - โปรเพน

ที่มา : www.strawberrybicycle.com

2) ชุดเชื่อมสนามด้วยแก๊สออกซี - บิวเทน

รูปที่ 3.5 แสดงชุดเชื่อมสนามด้วยแก๊สออกซี - บิวเทน

ที่มา : www.ensign-accessories.co.uk

3) ชุดเชื่อมสนามด้วยแก๊สออกซี – แก๊สธรรมชาติ

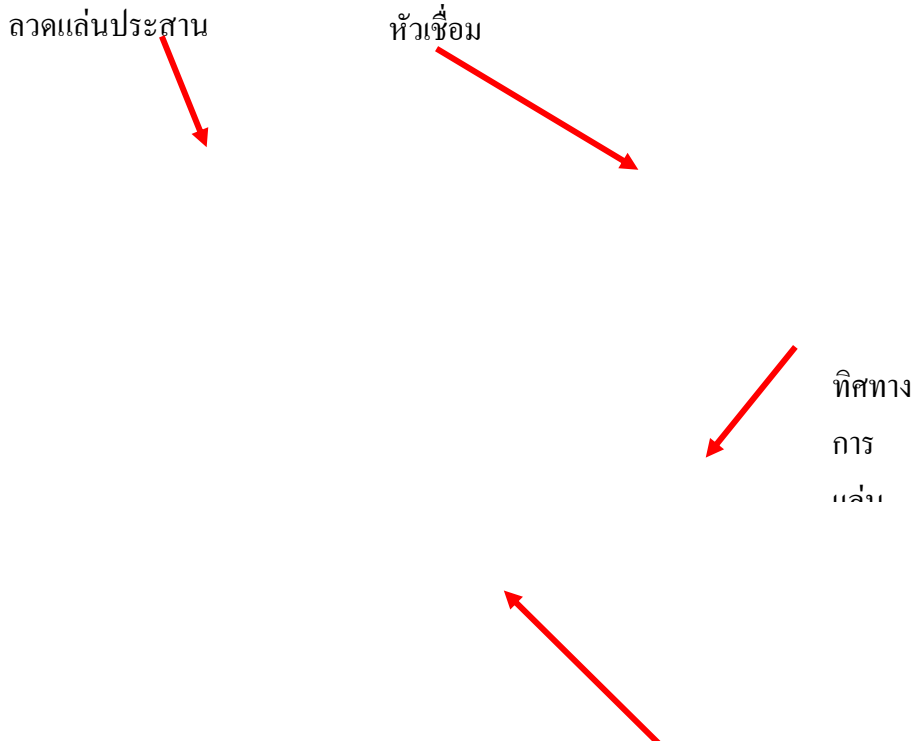
รูปที่ 3.6 แสดงชุดเชื่อมสนามด้วยแก๊สออกซี - แก๊สธรรมชาติ

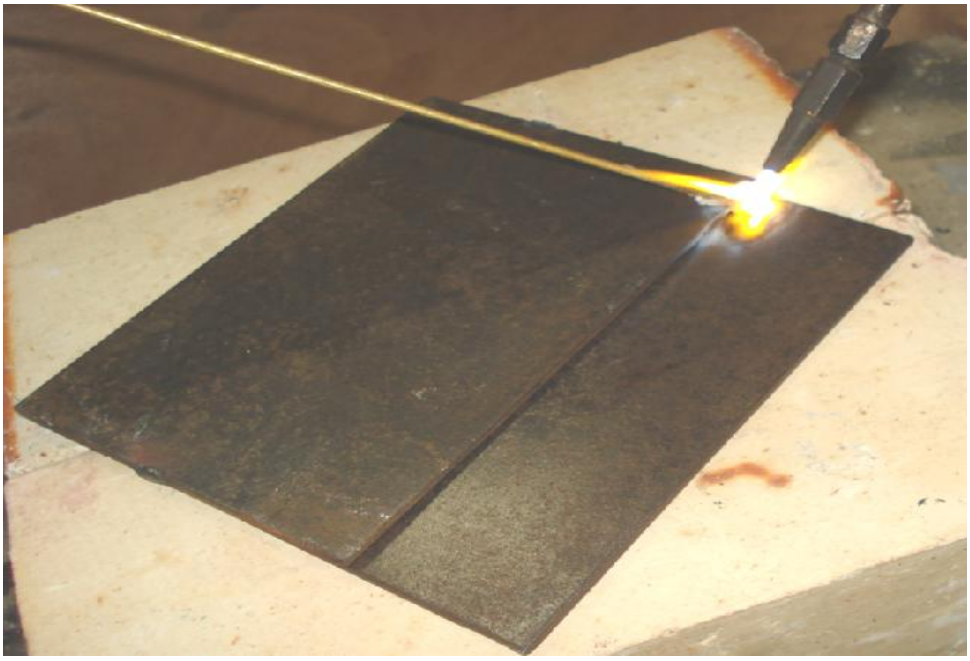
4) ชุดเชื่อมสนามด้วยแก๊สออกซี - อะเซทิลีน

รูปที่ 3.7 แสดงชุดเชื่อมสนามด้วยแก๊สออกซี - อะเซทิลีน

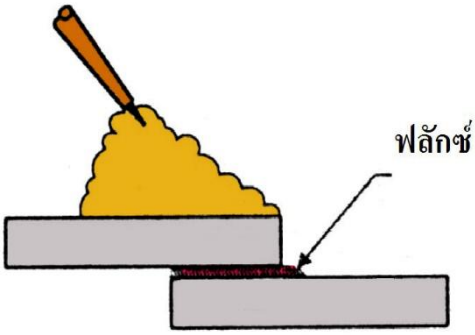
3.3 การแล่นประสานด้วยหัวเชื่อมแก๊ส

ฟลักซ์ที่ใช้ในการแล่นประสานแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ชนิดเหลว และผง เพื่อเป็นตัวทำความสะอาดรอยแล่นประสาน ขจัดออกไซด์ขณะแล่นประสาน และเป็นตัวช่วยประสานทำให้โลหะแล่นซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างรอยต่อได้ง่าย การแล่นประสานส่วนใหญ่แล้วฟลักซ์จะเป็นชนิดผงในการใช้ฟลักซ์ผงควรเผาลวดแล่นประสานให้ร้อน มีความยาวประมาณ 60 มม. แล้วจุ่มลวดที่เผาให้ร้อนนั้นลงในภาชนะที่บรรจุฟลักซ์ซึ่งผงฟลักซ์จะเติมลวดเชื่อมเมื่อเผาชิ้นงานจนได้อุณหภูมิเหมาะสมแล้ว จึงเติมลวดพร้อมฟลักซ์ลงไปในรอยต่อ หรือเผาชิ้นงานให้ร้อนแล้วใช้วิธีโรยฟลักซ์บางๆ ลงบริเวณรอยต่อที่จะทำการแล่นประสาน ฟลักซ์ที่โรยลงไปจะหลอมละลายติดกับชิ้นงาน เมื่อเติมลวดแล่นประสานลงไป จะช่วยให้โลหะแล่นประสานซึมแล่นเข้าไปในรอยต่อได้ง่าย
(นริศ ศรีเมฆ . 2544 : 123)



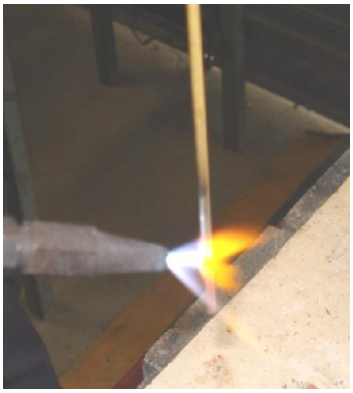


รูปที่ 3.8 แสดงวิธีการแล่นประสานรอยต่อเกยท่าราบด้วยหัวเชื่อมแก๊ส



รูปที่ 3.9 แสดงการทำงานของฟลักซ์

จากรูปที่ 3.9 เผาชิ้นงานให้ได้อุณหภูมิประมาณ 850° F (450°C)แล้วจึงโรยฟลักซ์ลงไปบนรอยต่อที่จะแล่นประสาน ฟลักซ์จะละลายและซึมเข้าไปในรอยต่อทำหน้าที่ทำความสะอาดผิวหน้าบริเวณรอยต่อ



(ก)

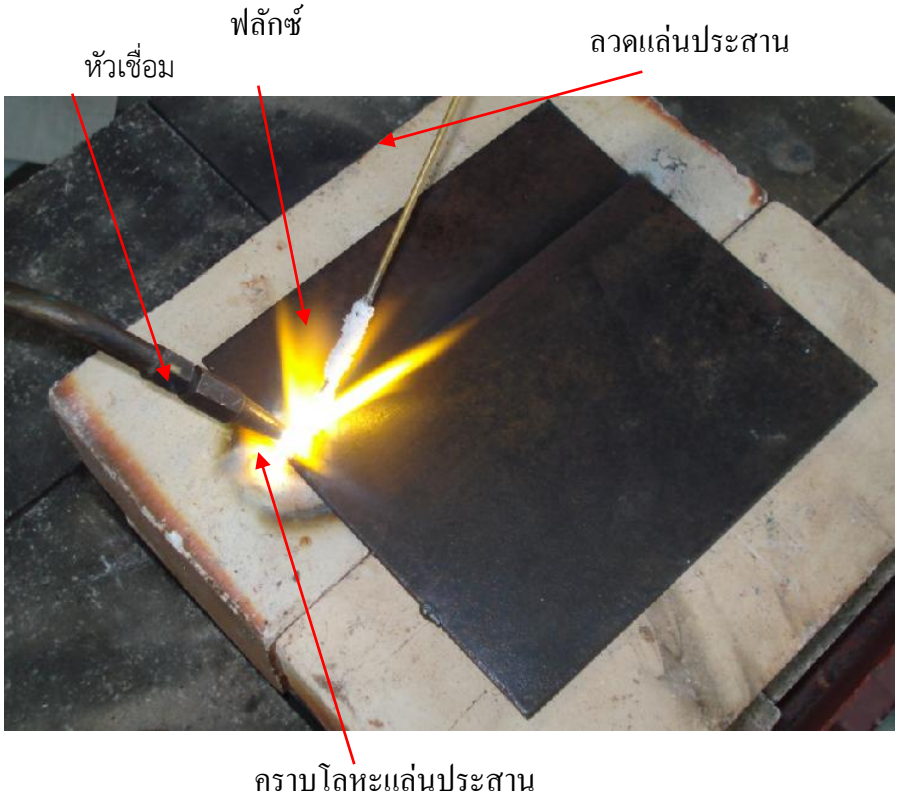
(ก) เผาลวดแล่นประสานให้

(ข) จุ่มลงในภาชนะบรรจุฟลักซ์

(ค) ฟลักซ์เกาะติดลวดขึ้นมา

รูปที่ 3.10 แสดงการแล่นประสานด้วยการเผาลวดแล่นประสานให้ร้อน แล้วจุ่มลงในภาชนะ

บรรจุฟลักซ์ทำให้ฟลักซ์เกาะติดที่ลวด



รูปที่ 3.11 แสดงวิธีการแล่นประสานรอยต่อเกยท่าราบ

หน้าที่ของฟลักซ์มีหน้าที่ดังนี้

1. เป็นสารสำหรับป้องกัน และขจัดสิ่งสกปรก หรือ ออกไซด์ให้ออกจากรอยต่อที่ต้องการ เชื่อมแล่นประสาน
2. ทำให้วัสดุเชื่อมแล่นประสาน และชิ้นงานสะอาดในขณะแล่นประสาน
3. ทำให้การยึดเกาะติดระหว่างวัสดุเชื่อมกับชิ้นงานเป็นไปด้วยดี ทำให้การเชื่อมติดง่ายและรอยต่อมีความแข็งแรง

สมบัติของฟลักซ์ที่ดีมีหน้าที่ดังนี้

1. เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นยางเหนียว
2. รวมตัวกับสิ่งสกปรกและอ๊อกไซด์ได้ทั้งหมด
3. ปกคลุมผิวหน้าโลหะหลอมละลาย
4. สามารถขจัดฟลักซ์ออกได้ง่าย ภายหลังการแล่นประสาน

เราสามารถเลือกใช้ฟลักซ์ให้เหมาะสมกับชิ้นงานและ ลวดแล่นประสานได้ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการเลือกใช้ฟลักซ์ให้เหมาะสมกับชนิดของโลหะประสาน

โลหะประสาน	**โลหะงาน**	**ฟลักซ์**
ทองเหลือง ,บรอนซ์	เหล็กกล้าละมุน เหล็กหล่อ	บอแรกซ์
เงิน ,เงินเจือ,ทังสเตน	ทองแดง เงิน	โซเดียมไซยาไนด์ กรด โบริก กรดโบเรท
เงินเจือ	เหล็กกล้าไร้สนิม ซิลิคอนบรอนซ์ ทองเหลืองเจืออะลูมิเนียม เบริลเลียม	อัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์

ที่มา : นริศ ศรีเมฆ. 2544 : 132

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่าอัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์ เป็นฟลักซ์อีกชนิดหนึ่งที่ใช้ในการแล่นประสาน ซึ่งเหมาะสำหรับชิ้นงานที่เป็นโลหะประเภท เหล็กไร้สนิม ซิลิคอน บรอนซ์ ทองเหลืองเจืออลูมิเนียม และ แบริเลียม แต่กลิ่นของแก๊สที่เกิดจากฟลักซ์ชนิดนี้จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้นในการทำงานผู้ปฏิบัติงานแล่นประสานโลหะด้วยฟลักซ์ชนิดนี้ต้องแล่นประสานในสถานที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดีในการใช้ฟลักซ์ที่ทำจากเกลือโซเดียมไซยาไนด์ ก็เช่นกัน แก๊สที่เกิดจากการใช้ ฟลักซ์ชนิดนี้จะอันตรายมาก ต่อระบบทางเดินหายใจดังนั้นขณะแล่นประสานชิ้นงานต้องพยายามหลีกเลี่ยงการสูดกลิ่นระเหยของฟลักซ์ ชนิดนี้ และไม่ควรให้ฟลักซ์ถูกส่วนใดของร่างกาย ฟลักซ์ชนิดนี้จึงเหมาะสำหรับผู้ที่เคยได้รับการฝึกหัดมาเป็นอย่างดี

ลวดแล่นประสาน บางชนิดเพื่อความสะดวกในการงานบริษัท ผู้ผลิตจะออกแบบให้ฟลักซ์หุ้มลวดแล่นประสานหรือใส่ฟลักซ์ไว้ที่แกนกลางซึ่งลวดประเภทนี้ช่วยให้การแล่นประสานได้สะอาด และไม่ยุ่งยากในการทำงาน การเลือกใช้ตัวประสาน ขึ้นอยู่กับชนิดของลวดแล่นประสาน เช่น ฟลักซ์ที่เหมาะสำหรับแล่นประสานทองเหลือง การเลือกใช้ฟลักซ์ขึ้นอยู่กับชนิดของลวดแล่นประสานและชิ้นงานที่จะแล่นประสานแต่ฟลักซ์ที่เหมาะสมสำหรับลวดทองเหลืองที่นิยมใช้กันนั้นคือ ผงบอแรกซ์ หรือฟลักซ์เหลวที่เกิดจากการใช้ผงบอแรกซ์ จำนวน 75% ผสมกับกรดโบริก จำนวน 25%

ในการแล่นประสานฟลักซ์จะเป็นตัวช่วยทำความสะอาดได้ไม่ทั้งหมด ดังนั้นปฏิบัติงานควรพิจารณาช่วยทำความสะอาดตามความเหมาะสมในเบื้องต้น เช่น ล้างไขมัน หรือคราบน้ำมันออกจากผิวหน้าของงาน หรือใช้กระดาษทรายขัดคราบสนิมที่ไม่ต้องการออกเสียก่อนเพื่อคุณภาพของรอยแล่นประสาน

ถ้าฟลักซ์มากเกินไปในการแล่นประสาน นอกจากจะต้องเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้นโดยเปล่าประโยชน์แล้ว ยังทำให้ฟลักซ์เหลือตกค้างจำนวนมากบนรอยต่อซึ่งจะทำให้รอยต่อไม่แข็งแรง หรือเป็นสาเหตุให้รอยต่อแตกร้าวได้ในอนาคต ชนิดของฟลักซ์มีหลายลักษณะทั้งเป็นของแข็ง ของเหลว

รูปที่ 3.12 แสดงฟลักซ์ในการแล่นประสาน

3.4 ลวดแล่นประสานหรือโลหะประสาน

ลวดแล่นประสานหรือโลหะประสาน เป็นตัวยึดประสานให้โลหะ 2 ชิ้นต่างชนิดกันหรือกับอโลหะให้ติดกัน ขณะที่เผาจนกระทั่งลวดแล่นประสานหลอมละลาย ลวดประสานจะทำจากโลหะผสมกัน เพื่อที่จะใช้อุณหภูมิต่ำในการแล่นประสาน ลวดแล่นประสานต้องเลือกให้เหมาะสมกับชิ้นงานที่จะแล่นประสาน เพราะการแล่นประสานชิ้นงานไม่หลอมละลาย จะหลอมละลายเฉพาะลวดแล่นประสานเท่านั้น นั่นคือ ลวดแล่นประสานจะต้องมีจุดหลอมละลายต่ำกว่าชิ้นงาน เช่นการแล่นประสานควรเลือกใช้ลวดแล่นประสานทองเหลืองได้ แต่ชิ้นงานที่เป็นทองเหลืองควรใช้ลวดแล่นประสาน หรือลวดประสานที่เป็นเงิน เป็นต้น

รูปที่ 3.13 แสดงลวดแบบต่าง ๆ ในการแล่นประสาน
ที่มา : www.chung-i.com

การเลือกใช้ลวดเชื่อมสำหรับการแล่นประสาน

คุณลักษณะพิเศษของลวดเชื่อมแล่นประสานเป็นที่ต้องการสำหรับการเลือกใช้จำเป็นต้องเลือกใช้ลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับชิ้นงานนั้น ๆ มีแนวทางการเลือกดังนี้คือ

1. ความต้องการอายุการใช้งานของรอยต่อชิ้นงานนั้นๆ
2. วิธีการให้ความร้อนในการแล่นประสาน
3. ลักษณะการใช้ลวดเชื่อม
4. อุณหภูมิที่ต้องการสำหรับการเชื่อมประสาน
5. ข้อกำหนดของงานและโครงสร้างที่ต้องการ
6. วัสดุโลหะชิ้นงานที่นำมาต่อเหมือนหรือต่าง

ลวดเชื่อมแล่นประสานต้องมีผลเชิงคุณภาพต่อการยึดเกาะวัสดุอย่างเหมาะสมกับ โลหะงาน สำหรับโครงสร้างที่เหมาะสมกับการรวมตัวของโลหะเชื่อม และชิ้นงาน ให้พิจารณาส่วนผสมทางเคมีของแต่ละตัว นอกจากนี้การเลือกใช้ลวดเชื่อมจะต้องคำนึงถึง วิธีการให้ความร้อนสำหรับการแล่นประสานจุดหลอมละลายของลวดเชื่อมความร้อนจะต้องไม่มากเกินไปขณะประสาน ทั่วไปแล้วอุณหภูมิต่ำจะเหมาะสมและมีประโยชน์ คือ

1. ผลของความร้อนทำให้ชิ้นงานมีความแข็งลดลง เม็ดเกรนโลหะเปลี่ยนแปลงน้อยการบิดงอเกิดขึ้นน้อย
2. หลีกเลี่ยงผลกระทบระหว่างโลหะลวดเชื่อมกับโลหะชิ้นงาน เพื่อการกัดกร่อนเกิดขึ้นที่ระดับต่ำ
3. ยืดอายุการเกาะติดหรือการใช้งานของเครื่องมือต่าง ๆ
4. ประหยัดพลังงานความร้อน

ลวดเชื่อมแล่นประสานมีหลายชนิดแบ่งตามมาตรฐานของ AWS ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงชนิดของลวดเชื่อมแล่นประสาน

ชื่อลวดโลหะแล่นประสาน	สัญลักษณ์
ลวดเชื่อมทองเหลือง	R BCuZn BCUzN
ลวดเชื่อมทองแดง	B Cu
ลวดเชื่อมเงิน	B Ag
ลวดเชื่อมนิเกิล	B Ni
ลวดเชื่อมทองแดงฟอสฟอรัส	B CuP
ลวดเชื่อมแม็กนีเซียม	B Mg
ลวดเชื่อมอลูมิเนียมซิลิกอน	B ALSi
ลวดเชื่อมโลหะมีค่า ทองคำ	B Au
ลวดเชื่อมโคบอลท์	B Co

ที่มา : ประทีป ระงับทุกข์. 2544 : 20

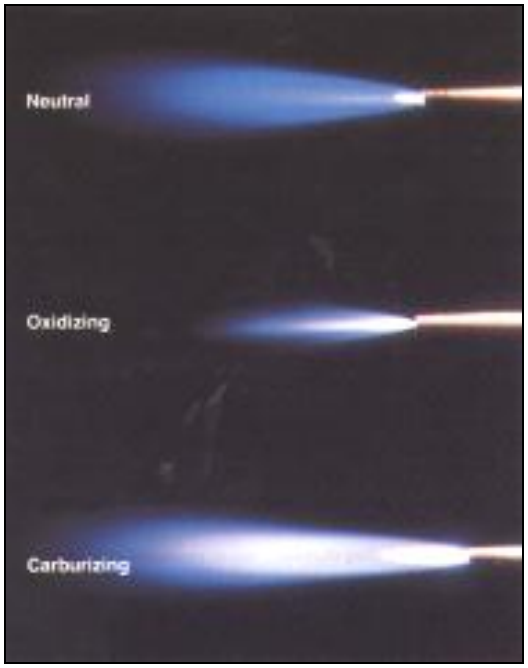
3.5 การให้ความร้อนในการแล่นประสาน

การให้ความร้อนกับชิ้นงานแล่นประสาน อาจใช้เปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับออกซิเจน หรือให้ความร้อนโดยการอบในเตาไฟฟ้า

1) การให้ความร้อนด้วยเปลวไฟ

(1) การแล่นประสาน ด้วยแก๊สอะเซทิลีนกับออกซิเจน เป็นแก๊สที่นิยมใช้กันมาก แต่ว่าแก๊สอะเซทิลีนให้ความร้อนสูงมาก อาจจะทำให้เกิดการไหม้ที่แนวแล่นประสาน นั่นคือชิ้นงานที่แล่นประสาน เกิดการหลอม

ละลายนั้นเอง และฟลักซ์ได้รับความร้อนสูงเกินไปดังนั้น การแล่นประสาน ด้วยแก๊สอะเซทิลีนนี้ ผู้ปฏิบัติจะต้องมีความชำนาญสูง และเปลวที่ใช้เป็นเปลวลดหรือเปลวคาร์บอนมาก (Carburizing Flame)



รูปที่ 3.14 แสดงเปลวแก๊สอะเซทิลีนกับออกซิเจน ในการแล่นประสาน

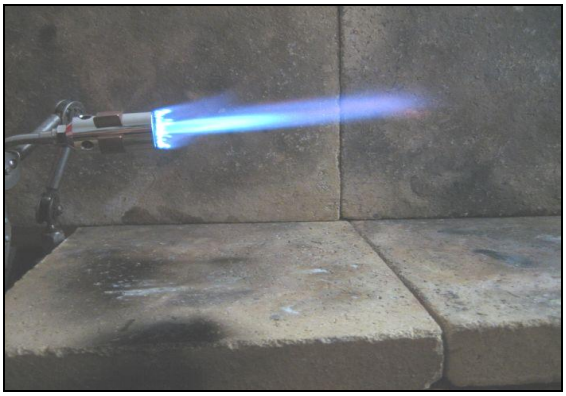
ที่มา : www.carbideprocessors.com

(2) มีเปลวไฟจากแก๊สบางชนิดที่ให้ความร้อนน้อย และแล่นประสาน ได้นิ่มนวลกว่านั่นคือ แก๊สโพรเพน แก๊สบิวเทน แก๊สธรรมชาติ และแก๊ส MAPP ซึ่งแก๊สดังกล่าวนี้ จะให้ ความร้อนน้อยกว่าแก๊สอะเซทิลีนเล็กน้อยแต่เปลวไฟจะก่อตัวเป็นรูปร่างที่ใหญ่กว่า

รูปที่ 3.15 แสดงเปลวแก๊ส MAPP กับออกซิเจน ในการแล่นประสาน

ที่มา : www.backyardmetalcasting.com

รูปที่ 3.16 แสดงเปลวแก๊สโพรเพน กับออกซิเจน ในการแล่นประสาน
ที่มา : content.answers.com

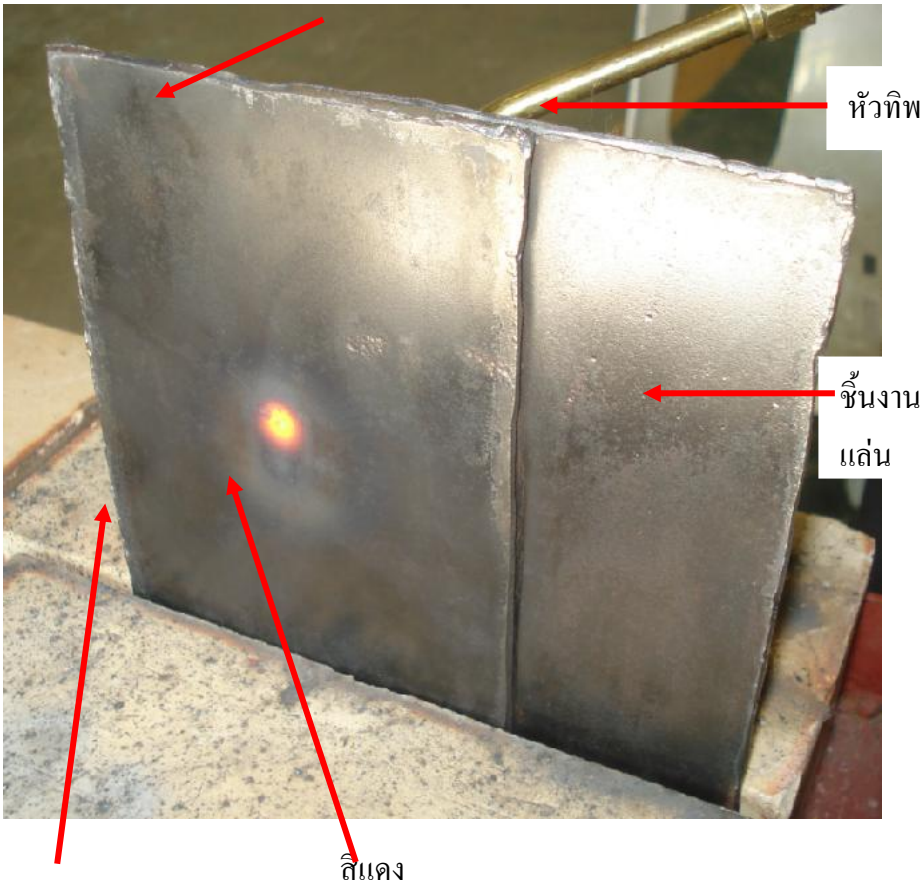


รูปที่ 3.17 แสดงเปลวแก๊สธรรมชาติกับออกซิเจน ในการแล่นประสาน
ที่มา : www.planert-jewellery.com.au

2) การส่งผ่านความร้อน

การแล่นประสานแข็งเป็นการยึดให้ชิ้นงานสองชิ้นติดกัน โดยที่ชิ้นงานทั้งสองไม่หลอมละลาย ดังนั้นในการให้ความร้อนชิ้นงานด้วยเปลวไฟ สามารถให้ความร้อนด้านใดด้านหนึ่งของชิ้นงานได้เลย เนื่องจากความร้อนสามารถส่งผ่านไปหากันได้ ดังนั้น ขณะทำการให้ความร้อนชิ้นงานผู้ปฏิบัติงานต้องคอยสังเกต และเฝ้าดูตลอดเวลา เมื่อชิ้นงานทั้งสองชิ้นร้อนแดงจึงเติมลวดแล่นประสานซึ่งเป็นโลหะประสานลงไป โลหะประสานจะละลาย และซึมแล่นเข้าไปในรอยต่อเกยท่าตั้งนั้น

ด้านที่ทำการแล่นประสานยึดและเผาด้วยเปลวไฟ



รูปที่ 3.18 แสดงความร้อนจากด้านหน้าที่เผาด้วยเปลวไฟจะส่งผ่านมายังชิ้นงานที่เกยอยู่ด้านหลังจนกระทั่งร้อนแดง

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย（✕）หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**ความหมายของการแล่นประสาน

ก. การแล่นประสานเป็นกระบวนการต่อโลหะให้ติดกันชนิดหนึ่งโดยที่ชิ้นงานไม่หลอมละลาย

ข. การแล่นประสานเป็นการประสานโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยเนื้อโลหะชิ้นงานหลอมละลาย

ค. การแล่นประสานโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้อุณหภูมิสูงกว่า 840° F แต่ต่ำกว่าจุดหลอมชิ้นงาน

ง. การแล่นประสานเป็นการใช้ความร้อนต่ำกว่าจุดหลอมละลายชิ้นงาน

2. ความร้อนที่ใช้ในการแล่นประสานได้จากแหล่งใด
    ก. เตาเผา
    ข. หัวเผา
    ค. เตาแก๊ส
    ง. เตาถ่าน
3. ฟลักซ์ที่ใช้ในการแล่นประสานแบ่งออกเป็นกี่ชนิด
    ก. 2 ชนิด
    ข. 3 ชนิด
    ค. 4 ชนิด
    ง. 5 ชนิด
4. การแล่นประสานทองแดงควรใช้ฟลักซ์ชนิดใด
    ก. ยางสน
    ข. ผงบอแรกซ์
    ค. โซเดียมไซยาไนด์
    ง. อัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์
5. ข้อใด**ไม่ใช่**หน้าที่ของตัวช่วยประสาน
    ก. เป็นสารสำหรับป้องกันออกไซด์
    ข. เป็นสารสำหรับขจัดสิ่งสกปรก
    ค. ทำให้การยึดเกาะระหว่างโลหะประสารกับชิ้นงานได้ดี
    ง. ทำให้รอยต่อมีความแข็งแรงกว่าชิ้นงาน
6. ข้อใดคือข้อดีของการให้ความร้อนในการแล่นประสานด้วยเตาไฟ
    ก. ใช้กับชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่
    ข. ให้ความร้อนได้ทั้งชิ้นงาน
    ค. สามารถควบคุมอุณหภูมิได้
    ง. สามารถให้ความร้อนได้สูง
7. การออกแบบรอยต่อในการแล่นประสานจะต้องคำนึงถึงสิ่งใดเป็นอันดับแรก
    ก. ความแข็งแรงทางกล
    ข. การนำความร้อน
    ค. ความต้านทานการกัดกร่อน
    ง. ความสวยงาม
8. การเลือกใช้อุปกรณ์ปรับความดันแก๊สในการแล่นประสานควรคำนึงถึงสิ่งใด
    ก. ชนิดของแก๊สที่ใช้
    ข. ความประหยัด

ค. คุณภาพของอุปกรณ์

ง. ลักษณะของการใช้งาน

9. การแล่นประสานเงินควรเลือกโลหะประสานชนิดใด

ก. ทองเหลือง

ข. ทองผสม

ค. ทังสเตน

ง. เงินผสม

10. ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**ปัจจัยที่ทำให้รอยแล่นประสานมีคุณภาพ

ก. ความสะอาด

ข. ควรเลือกใช้โลหะประสานให้เหมาะสมกับโลหะชิ้นงาน

ค. ใช้อุณหภูมิที่สูงกว่าโลหะชิ้นงาน

ง. ควรเลือกใช้ฟลักซ์ให้เหมาะสมกับโลหะชิ้นงาน

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (×) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**ความหมายของการแล่นประสาน

ก. การแล่นประสานเป็นกระบวนการต่อโลหะให้ติดกันชนิดหนึ่งโดยที่ชิ้นงานไม่หลอมละลาย

ข. การแล่นประสานเป็นการประสานโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยเนื้อโลหะชิ้นงานหลอมละลาย

ค. การแล่นประสานโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้อุณหภูมิสูงกว่า 840° F แต่ต่ำกว่าจุดหลอมชิ้นงาน

ง. การแล่นประสานเป็นการใช้ความร้อนต่ำกว่าจุดหลอมละลายชิ้นงาน

2. ความร้อนที่ใช้ในการแล่นประสานได้จากแหล่งใด

ก. เตาเผา

ข. หัวเผา

ค. เตาแก๊ส

ง. เตาถ่าน

3. ฟลักซ์ที่ใช้ในการแล่นประสานแบ่งออกเป็นกี่ชนิด

ก. 2 ชนิด

ข. 3 ชนิด

ค. 4 ชนิด

ง. 5 ชนิด

4. การแล่นประสานทองแดงควรใช้ฟลักซ์ชนิดใด

ก. ยางสน

ข. ผงบอแรกซ์

ค. โซเดียมไซยาไนด์

ง. อัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์

5. ข้อใด**ไม่ใช่**หน้าที่ของตัวช่วยประสาน

ก. เป็นสารสำหรับป้องกันออกไซด์

ข. เป็นสารสำหรับขจัดสิ่งสกปรก

ค. ทำให้การยึดเกาะระหว่างโลหะประสารกับชิ้นงานได้ดี

ง. ทำให้รอยต่อมีความแข็งแรงกว่าชิ้นงาน

6. ข้อใดคือข้อดีของการให้ความร้อนในการแล่นประสานด้วยเตาไฟ

ก. ใช้กับชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่

ข. ให้ความร้อนได้ทั้งชิ้นงาน

ค. สามารถควบคุมอุณหภูมิได้

ง. สามารถให้ความร้อนได้สูง

7. การออกแบบรอยต่อในการแล่นประสานจะต้องคำนึงถึงสิ่งใดเป็นอันดับแรก

ก. ความแข็งแรงทางกล

ข. การนำความร้อน

ค. ความต้านทานการกัดกร่อน

ง. ความสวยงาม

8. การเลือกใช้อุปกรณ์ปรับความดันแก๊สในการแล่นประสานควรคำนึงถึงสิ่งใด

ก. ชนิดของแก๊สที่ใช้

ข. ความประหยัด

ค. คุณภาพของอุปกรณ์

ง. ลักษณะของการใช้งาน

9. การแล่นประสานเงินควรเลือกโลหะประสานชนิดใด

ก. ทองเหลือง

ข. ทองผสม

ค. ทังสเตน

ง. เงินผสม

10. ข้อใด**ไม่ใช่**ปัจจัยที่ทำให้รอยแล่นประสานมีคุณภาพ

ก. ความสะอาด

ข. ควรเลือกใช้โลหะประสานให้เหมาะสมกับโลหะชิ้นงาน

ค. ใช้อุณหภูมิที่สูงกว่าโลหะชิ้นงาน

ง. ควรเลือกใช้ฟลักซ์ให้เหมาะสมกับโลหะชิ้นงาน

	ใบงาน ที่ 3	**หน่วยที่** 3
	รหัสวิชา 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การแล่นประสาน	**ทฤษฎี** 1 **ชม.** **ปฏิบัติ** 3 **ชม.**
ชื่อเรื่อง การแล่นประสาน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับเชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.บอกความหมายของรอยเชื่อมได้

2.จำแนกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้

3.เชื่อมงานแก๊สเดินแนวท่าราบ

4.เลือกชนิดของรอยต่อ และรอยเชื่อมได้เหมาะสมกับชิ้นงาน

5.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 3
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนพร้อมแนะนำชี้แจงแผนการเรียน สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น เช่น ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ หลักการและแนวทางในการเรียน การประเมินผลการเรียน เพื่อความเข้าใจก่อนการเรียน และนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 2 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของพื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกถึงลักษณะที่พึงประสงค์ที่นักเรียนควรยึดถือและปฏิบัติ เช่น เรื่องการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานอย่างคุ้มค่า การเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ การช่วยเหลือแบ่งปันซึ่งกันและกัน การปฏิบัติงานด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต มุ่งมั่น ใช้เวลาอย่างคุ้มค่า หลักประชาธิปไตย การยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน และห่างไกลยาเสพติด เป็นต้น

3.ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 3

4.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 3

5.ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 3

6.ครูนำภาพตัวอย่างความปลอดภัยในการทำงานและความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สให้นักเรียนดู เพื่อให้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

7.ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน

8.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9.ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10.ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

8. สรุปและวิจารณ์ผล

การแล่นประสาน เป็นกระบวนการต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกัน โดยใช้ ความร้อนเกินกว่า 840 oF หรือ 450 oC แต่ต่ำกว่าจุดหลอมละลายของชิ้นงาน มาเป็นตัวเกาะยึดชิ้นงานไว้โดยแทรกอยู่ระหว่างผิวหน้าชิ้นงานที่แนบสนิทกันในลักษณะการเกาะยึดแบบ คาพิลาลีแอ็กชั่น ลวดประสานส่วนใหญ่มักจะเป็นโลหะผสม สิ่งสำคัญช่างเชื่อมที่ดีควรเลือกใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ให้ถูกวิธี ถ้าขาดความระมัดระวังจะมีผลทำให้เกิดอันตรายขึ้นได้ในขณะปฏิบัติงาน การที่ช่างเชื่อมหรือผู้ปฏิบัติงานเชื่อมนำเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานมาใช้ ก็จะทำให้มีความปลอดภัยแก่ผู้ที่ทำการเชื่อมได้เป็นอย่างดี

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 3

รายวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **รหัสวิชา** 20100-1004

เรื่อง การแล่นประสาน

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 เรื่อง การแล่นประสาน

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ-	การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน	รวม

	นามสกุล	การสนใจเรียน				การแสดงความคิดเห็น				การตอบคำถาม				การยอมรับฟังคนอื่น				ทำงานตามที่ครูมอบหมาย				คะแนน
		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.....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ใฝ่เรียนรู้	มีวินัย	ความซื่อสัตย์	จิตอาสา	ขยันและรับผิดชอบ	ประหยัด	สุภาพ	ตรงต่อเวลา			
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

	แผนการจัดการเรียนรู้	**หน่วยที่** ... 4
	รหัสวิชา 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส	**ทฤษฎี** 1 **ชม.**

		ปฏิบัติ 3 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2 สมรรถนะย่อย.....

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....

2) วิธีประเมิน.....

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.1.1 บูรณาการกลุ่มอาชีพ การเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อม อุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกข้อดีข้อเสียของการตัดด้วยแก๊สเมื่อเปรียบเทียบกับการตัดทางกลได้
2. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับงานตัดด้วยแก๊สได้
3. อธิบายลักษณะรอยตัดด้วยแก๊สได้
4. ตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส
5. ตระหนักถึงข้อควรระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊ส
6. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. สาระการเรียนรู้

1.หลักการตัดด้วยแก๊ส

2.เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับงานตัดด้วยแก๊ส

3.ลักษณะรอยตัดด้วยแก๊ส

4.ข้อควรระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 4 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 4

3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 4

4. ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 4 ให้กับนักเรียน

5. ครูและนักเรียนเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

6. ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนและเตรียมคำถามด้านเนื้อหาที่เข้าใจไม่ชัดเจน

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ

8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9. ครูร่วมกับนักเรียนเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

12. ครูให้นักเรียนฝึกปฏิบัติงานตามใบงาน

13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น หน่วยที่ 4

2. เครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส

3. โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พ้อยท์ (Power Point)

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอนของผู้สอน

2.ใบเช็ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนจัดการเรียนรู้

2.การตรวจประเมินผลงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

วิธีวัดผล

1.ประเมินแบบฝึกทักษะ

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้

3.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

4.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

5.การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1.แบบฝึกทักษะ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

3.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

4.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

5.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

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 20100-1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 6**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส	**ทฤษฎี 1 ชม.** **ปฏิบัติ 3 ชม.**
ชื่อเรื่อง การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกข้อดีข้อเสียของการตัดด้วยแก๊สเมื่อเปรียบเทียบกับการตัดทางกลได้
2. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับงานตัดด้วยแก๊สได้
3. อธิบายลักษณะรอยตัดด้วยแก๊สได้
4. ตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส
5. ตระหนักถึงข้อควรระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊ส
6. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เนื้อหาสาระ

หลักการตัดด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน

การตัดโลหะด้วยแก๊ส เกิดจากการให้ความร้อนด้วยเปลวไฟจากหัวตัดซึ่งเกิดจากการผสมกันระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สเชื้อเพลิงแล้วเผาชิ้นงานให้ร้อนแดงด้วยเปลวนิวทรัล และทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation) อย่างรวดเร็วปฏิกิริยาออกซิไดซ์ของเหล็กนี้เกิดขึ้นเมื่อให้ความร้อนประมาณ 1600 °F แก่เหล็ก ต่อจากนั้นฉีดออกซิเจนแรงดันสูง โดยการพ่นแก๊สออกซิเจนจากหัวตัดออกไปอย่างแรง และรวดเร็วชิ้นงานก็จะถูกตัดขาดออกจากกันโดยรอยตัดจะมีลักษณะเป็นร่องตัด

รูปที่ 4.1 แสดงการตัดโลหะด้วยแก๊ส

4.1.1 ข้อดีข้อเสียของการตัดด้วยแก๊สเมื่อเปรียบเทียบกับการตัดทางกล

1) ข้อดีของการตัดด้วยแก๊ส

ฉ. การตัดด้วยแก๊สจะเร็วกว่าการตัดทางกล

ช. ประหยัดวัสดุ

ซ. การตัดด้วยแก๊สสามารถเปลี่ยนทิศทางการตัดได้เร็วกว่า เมื่อทำการตัดงานรูปร่างต่าง ๆ

ฌ. อุปกรณ์การตัดด้วยแก๊สสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกกว่าทางกล

ญ. การบำรุงรักษาน้อยกว่าการตัดทางกล

2) ข้อเสียของการตัดด้วยแก๊ส

(1) การตัดด้วยแก๊สคุณภาพผิวตัดด้อยกว่าการตัดทางกล

(2) การตัดด้วยแก๊สจะใช้สำหรับตัดเหล็กเป็นหลัก โลหะที่ไม่ใช่เหล็กบางชนิดไม่สามารถตัดด้วยแก๊สได้

(3) การตัดด้วยแก๊สมีอันตรายจากอุบัติเหตุของสะเก็ดไฟ

(4) การตัดด้วยแก๊สต้องระมัดระวังในการเก็บถังแก๊ส

(5) ความแข็งและคุณสมบัติอื่นๆ ของโลหะที่ตัดอาจเปลี่ยนแปลง

4.1.2 แก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้ในการตัด

แก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้อุ่นงานก่อนการตัดด้วยออกซิเจนนั้นมีอยู่หลายชนิด ซึ่งโดยทั่วไปจะเลือกใช้ชนิดที่ราคาไม่สูง และหาซื้อได้ง่าย ที่นิยมใช้โดยทั่วไป ได้แก่ แก๊สอะเซทิลีน เนื่องจากให้ปริมาณความร้อนสูง และยังหาซื้อได้ง่าย อุณหภูมิของแก๊สเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

ตารางที่ 4.1 แสดงอุณหภูมิของแก๊สเชื้อเพลิงที่ในการตัด

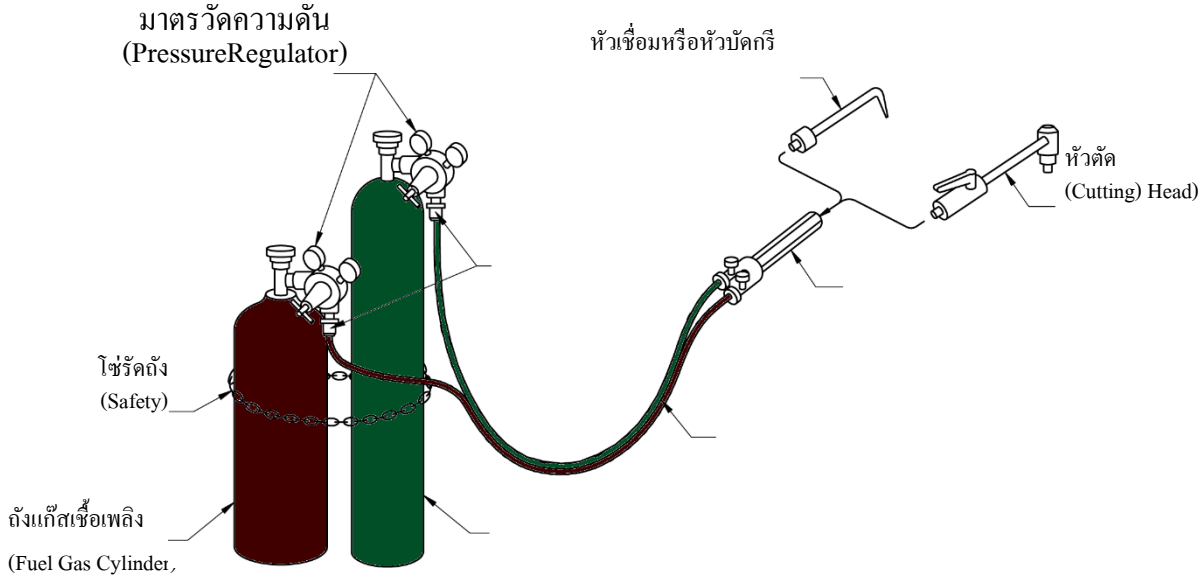
ชนิดของแก๊สเชื้อเพลิง	อุณหภูมิเปลวนิวตรัล	
	องศา ·C	องศา ·F
อะเซทิลีน (C_2H_2)	5,589	3,087
โปรเพน (C_2H_8)	4,579	2,526
โปรปีลีน (C_3H_6)	5,193	2,870
แก๊สธรมชาติ (LPG)	4, 00	2,538

ที่มา : ประทีป ระงับทุกข์. 2547 : 121

4.2 อุปกรณ์สำหรับการตัดด้วยแก๊ส

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับงานตัดโลหะด้วยแก๊สจะเหมือนกับอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊สทุกอย่าง เพียงแต่จะเปลี่ยนจากหัวเชื่อมมาเป็นหัวตัดแทนเท่านั้น อุปกรณ์ที่สำคัญจะประกอบไปด้วยถังแก๊สออกซิเจน และถังแก๊สเชื้อเพลิงที่ยึดไว้กับรถเข็ญ หรือผนังในขณะใช้งาน และเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานนอกสถานที่ อาจมีการประกอบเป็นชุดตัดแก๊สเคลื่อนที่ (นริศ ศรีเมฆ. 2544 : 170)

4.2.1 ชุดแก๊สเคลื่อนที่



รูปที่ 4.2 แสดงชุดเชื่อมแก๊สที่สามารถเปลี่ยนจากหัวเชื่อมมาเป็นหัวตัดได้

รูปที่ 4.3 แสดงชุดตัดแก๊สเคลื่อนที่

4.2.2 หัวตัดแก๊ส (Cutting Torches)

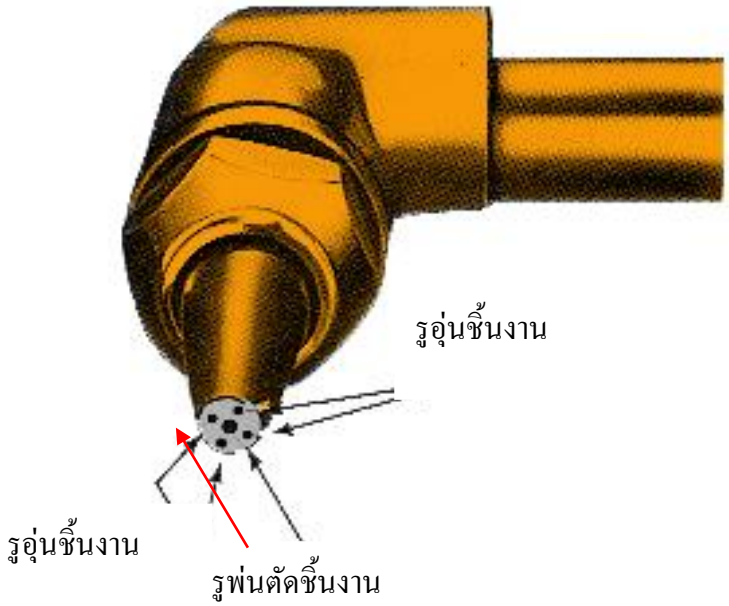
หัวตัดคล้ายกับหัวเชื่อม มีหน้าที่ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานตัดจนถึงอุณหภูมิเผาไหม้ และฉีดพ่นแก๊สออกซิเจนแรงดันสูง ให้กับโลหะร้อนสำหรับหัวตัดแก๊สออกซีอะเซทิลีนทำหน้าที่ปรับความดันแก๊สอะเซทิลีนกับออกซิเจนในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับเปลวที่ต้องการ อย่างไรก็ตามส่วนประกอบที่สำคัญของหัวตัดมีอยู่ ดังนี้

1) เป็นท่อทางเดินของแก๊สออกซิเจนแรงดันสูง ซึ่งควบคุมด้วยคันกด

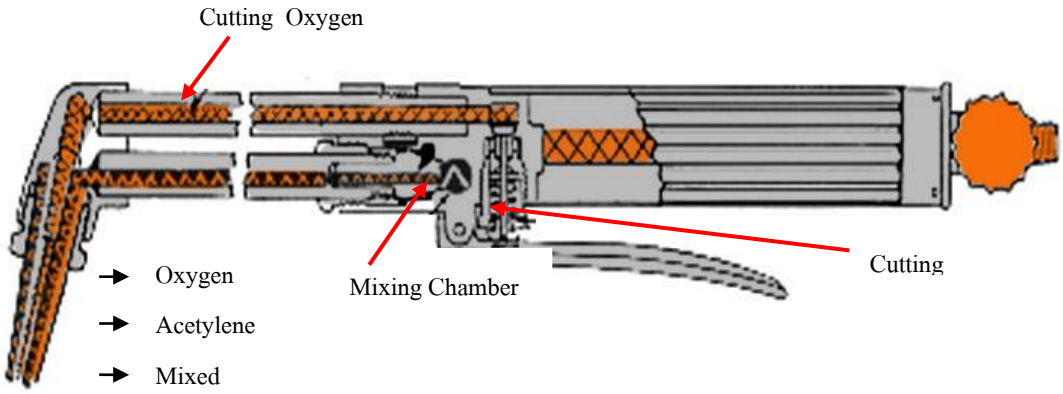
2) หัวทิพตัด ซึ่งมีรูแก๊สออกซิเจนแรงดันสูงอยู่ตรงกลาง และมีรูสำหรับเปลวไฟความร้อนแก่ชิ้นงานล้อมรอบอยู่ โดยปกติจะมีรู 4 - 6 รู

3) ห้องผสมแก๊สกับออกซิเจนที่คล้ายกับหัวเชื่อมอีกด้วย หัวตัดแก๊สบางยี่ห้อสามารถเปลี่ยนใช้ตัวกระบอกเชื่อม ร่วมกับหัวเชื่อมได้ โดยมีชุดโครงสร้างหัวตัด

รูปที่ 4.4 แสดงรูปหัวตัดแก๊สออกซีอะเซทิลีนแรงดันสูง



รูปที่ 4.5 แสดงรูของหัวตัดแก๊ส



รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะโครงสร้างของหัวตัดแก๊ส

4.2.3 การเลือกขนาดของหัวทิพ

การเลือกขนาดของหัวทิพจะพิจารณาจากความหนาชิ้นงานตัด และชนิดของเหล็กที่จะทำการตัดว่าเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนหรือเหล็กกล้าผสม สำหรับเหล็กกล้าผสมสูงบางชนิด และเหล็กกล้าไร้สนิมชนิดต่างๆ จะไม่สามารถทำการตัดได้ เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเร็วไม่พอที่จะตัดได้ด้วยหัวตัดแก๊สจากหัวทิพได้ การตัดออกแบบให้ใช้เฉพาะแก๊สแต่ละชนิดเท่านั้น ไม่ควรมาเปลี่ยนใช้แทนกัน เช่น หัวทิพแก๊ส LPG ไม่ควรนำไปใช้กับ

แก๊สอะเซทิลีน เพราะจะทำให้เกิดความร้อนสูงเกินไปและทำให้เกิดการอุดตันของหัวตัด และเป็นผลทำให้เกิดการหลอมของหัวหัวทิพที่ใช้ ข้อสำคัญต่าง ๆ ของหัวทิพจะต้องสะอาดและอยู่ในสภาพดี และพร้อมที่จะใช้งานอยู่เสมอ

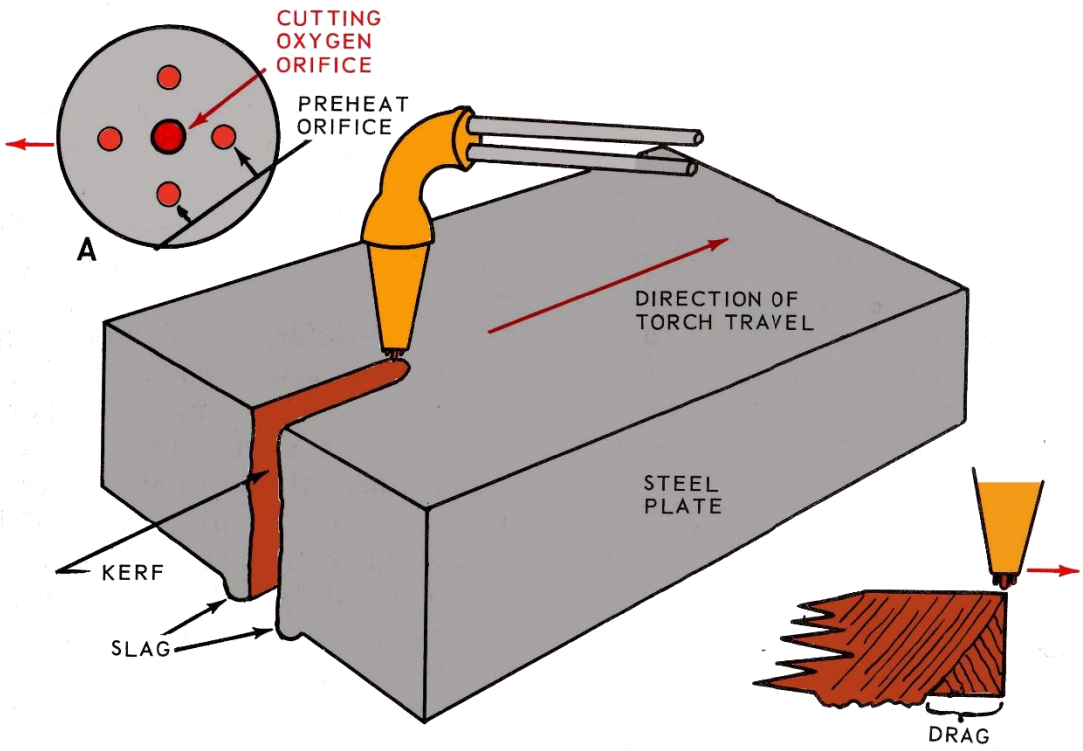
ตารางที่ 4.2 แสดงการใช้ขนาดเบอร์หัวทิพตามความหนาของเหล็ก

ขนาดของหัวทิพ ตัดแก๊ส (เบอร์)	ความหนาของ ชิ้นงาน (นิ้ว)	ความดันของแก๊ส ออกซิเจน ปอนด์/ตารางนิ้ว	ความดันของแก๊ส อะเซทิลีน ปอนด์/ตารางนิ้ว
0	$\frac{1}{8}$ (3.17 มิลลิเมตร)	30-40	5
0	$\frac{1}{4}$ (6.35 มิลลิเมตร)	25-30	5
1	$\frac{1}{2}$ (12.70 มิลลิเมตร)	30-40	
2	$\frac{3}{4}$ (19.05 มิลลิเมตร)	25-30	5
2	1 (25.40 มิลลิเมตร)	35-40	6
3	$1\frac{1}{2}$ (37.60 มิลลิเมตร)	50-55	7
4	2 (50.80 มิลลิเมตร)	40-45	5
5	3 (76.20 มิลลิเมตร)	45-60	6
5	4 (101.60 มิลลิเมตร)	50-55	6
6	5 (127.0 มิลลิเมตร)	50-55	6
6	6 (152.4 มิลลิเมตร)	60-70	8
7	8 (203.2 มิลลิเมตร)	80-90	10
7	10 (254.0 มิลลิเมตร)	80-90	10

ที่มา :พัฒน์ชัย พรมทา. 2545 : 206

4.3 ลักษณะรอยตัดด้วยแก๊ส

1. Kerf คือ ความกว้างของร่องตัด เป็นส่วนของเนื้อที่หายไปเนื่องจากกลายเป็นเหล็กออกไซด์
2. Drag คือ ระยะล้าหลัง หรือรอยเยื้องกันของแนวรอยตัด ซึ่ง Drag มีผลมาจากความเร็วในการตัด



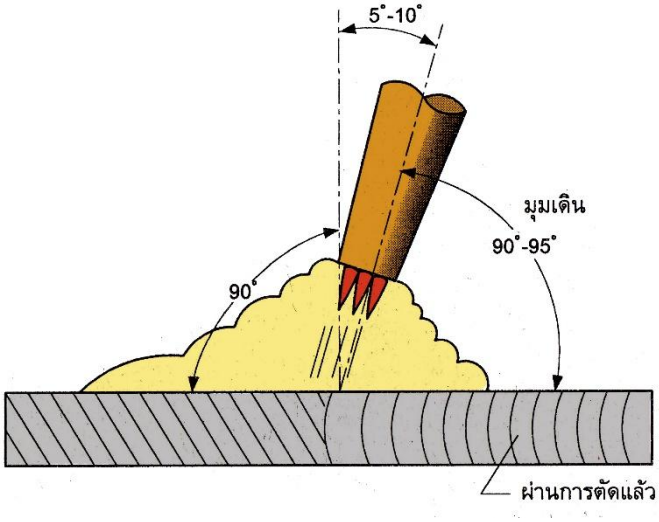
รูปที่ 4.7 แสดง Kerf และ Drag ในการตัดด้วยแก๊ส Oxyfuel

(ที่มา : ALTHOUSE,TURNQUIST,BOWDITCH. 1980 : 130)

4.3.1 การตัดแก๊สด้วยมือ

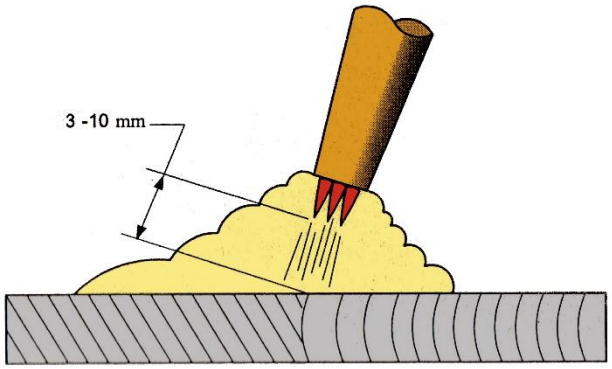
เมื่อทำการตัดแก๊สด้วยมือ สิ่งสำคัญที่ช่างเชื่อมจะต้องเคลื่อนหัวตัดด้วยความเร็วอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้รอยตัดที่เรียบ ดังนั้นช่างเชื่อมจะต้องทดสอบเคลื่อนหัวตัดให้สะดวกสบาย ก่อนที่จะทำการตัด การตัดแนะนำให้เอียงหัวตัดไปข้างหน้าเล็กน้อยเพื่อเป็นการอุ่นงานก่อนตัด และยังช่วยให้ความร้อน และเศษสะเก็ดโลหะไม่ย้อนกลับเข้าไปยังหัวตัดอีกด้วย สำหรับการตัดด้วยมือเป็นรูปต่างๆ ไม่ควรเอียงหัวตัดมากเกินไป เพราะจะทำให้

งานเสียหายได้ การตัดควรให้ปลายของเปลวกรวยให้ห่างจากผิวของชิ้นงานตัดประมาณ 3 - 10 มิลลิเมตร (นริศ



ศรีเมฆ. 2544 : 181)

รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะการเอียงหัวตัดโดยใช้มุมในการตัดประมาณ 75-80 องศา



รูปที่ 4.9 แสดงระยะห่างระหว่างกรวยไฟกับชิ้นงานที่เหมาะสมในการตัด

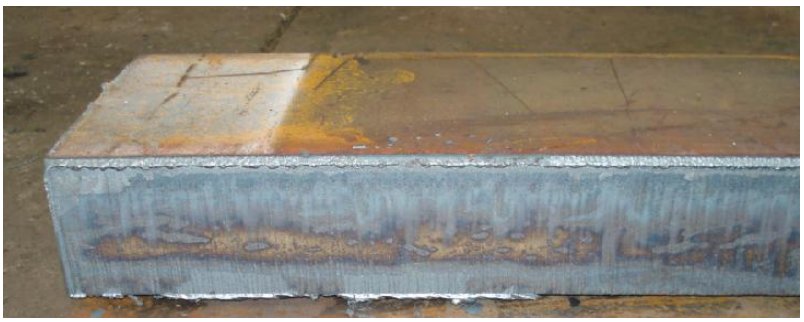
รูปที่ 4.10 การตัดตรงด้วยมือ

4.3.2 คุณภาพรอยตัด

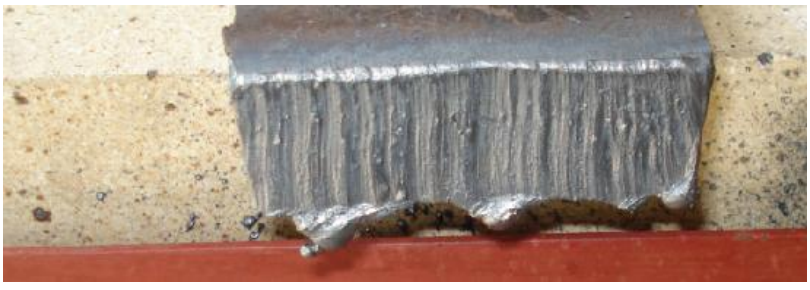
การตัดกระทำโดยการเคลื่อนหัวตัด ด้วยความเร็วสม่ำเสมอตลอดแนวตัด ระยะห่างระหว่างปลายหัวทิพกับผิวชิ้นงานตัดต้องคงที่ ขณะเคลื่อนที่หัวตัดให้เสียงของการตัด และสะเก็ดไฟจะต้องมีความเรียบสม่ำเสมอ การตัดต้องพิจารณาคุณภาพของรอยตัดตามลักษณะดังต่อไปนี้

1) มุมของรอยตัด
2) ความเรียบของรอยตัด
3) ความคมของรอยตัด
4) ระยะเผื่อของรอยตัด
5) ปริมาณเศษสะเก็ดน้ำโลหะหรือออกไซด์ที่ติดอยู่ผิวของรอยตัด
6) ตำหนิบนผิวรอยตัด เช่น รอยร้าว

ต่อไปเป็นลักษณะรอยตัดโลหะด้วยแก๊ส ซึ่งมีทั้งรอยตัดที่ดี และรอยตัดที่บกพร่องมีดังนี้



รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะรอยตัดที่ดีผิวจะต้องเรียบสม่ำเสมอ



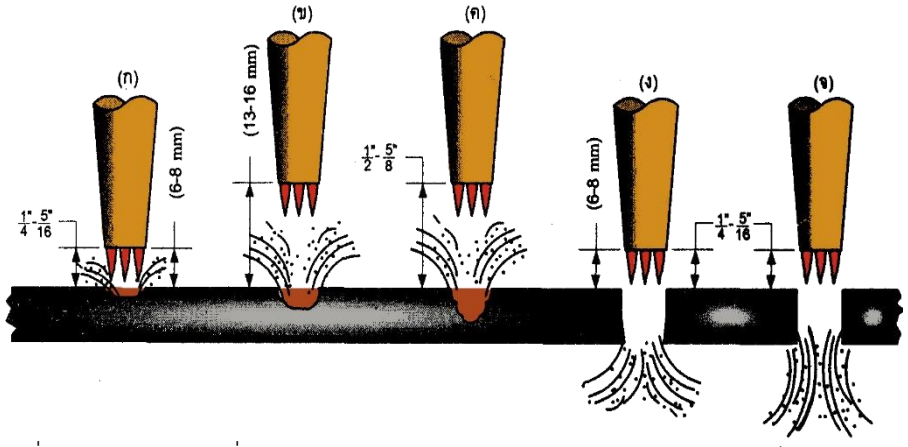
รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะรอยตัดที่ไม่ดี หัวทิพสกปรก และการผสมของแก๊สไม่เหมาะสม

4.3.3 ลำดับขั้นการตัด

การตัดต้องเริ่มต้นตัดที่ขอบแผ่นเหล็ก โดยถือทอร์ชให้ทิพตัดตั้งฉากหรือเอียงเข้าหาชิ้นงานเล็กน้อย

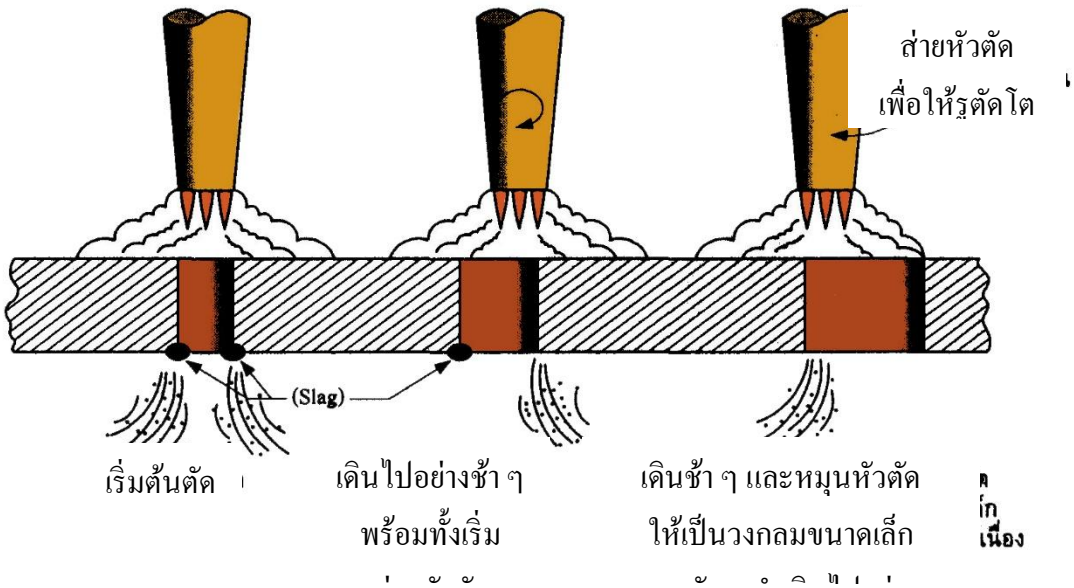
รูปที่ 4.13 แสดงการเริ่มต้นตัดที่ขอบของชิ้นงานโดยเอียงทิพตัดเข้าหาชิ้นงานเล็กน้อย

การเริ่มต้นตัดที่ขอบของชิ้นงานนี้จะทำให้ชิ้นงานรับความร้อนได้เร็วและจะร้อนแดงในไม่ช้า เมื่อขอบของงานร้อนแดงจนกระทั่งใกล้หลอมละลายในช่วงนี้ควรให้กรวยไฟห่างจากบ่อหลอมละลาย 6 - 8 มิลลิเมตร จึงกดแขนตัดเพื่อปล่อยให้ออกซิเจนแรงดันสูงพุ่งออกมา ในช่วงนี้ออกซิเจนจะพุ่งออกไปกระแทกบ่อหลอมละลาย น้ำโลหะเหลวจะกระเด็นออกมาจำนวนมากในช่วงนี้ควรถือหัวตัดให้กรวยไฟห่างจากบ่อหลอมละลาย 13 - 16 มิลลิเมตร ถือหัวตัดให้อยู่ในระยะนี้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หลังจากชิ้นงานถูกเจาะไชจนทะลุแล้วจึงลดระยะห่างระหว่างกรวยไฟกับบ่อหลอมละลายลงมาเหลือ 6 - 8 มิลลิเมตร (สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ. ม.ป.ป. : 90)



รูปที่ 4.14 แสดงการเริ่มต้นตัดการเจาะทะลุ และระยะห่างระหว่างกรวยไฟกับบ่อหลอมละลาย

ถ้าโลหะที่นำมาตัดมีความหนามาก จำเป็นที่ต้องมีการส่ายหรือเคลื่อนที่ทิพเป็นวงกลมขนาดเล็ก เพื่อให้การเจาะทะลุกระทำได้ง่าย



รูปที่ 4.15 แสดงการส่ายหัวตัดให้เป็นรูปวงกลมขนาดเล็กสำหรับการตัดเหล็กหนา

4.4 ข้อควรระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

ผู้ที่ทำหน้าที่ในการตัดโลหะต้องรู้วิธีการป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อตนเอง และผู้อื่น จะต้องสวมใส่อุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และจะต้องสวมใส่ขณะปฏิบัติงานได้แก่

1. ต้องตรวจดูเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งาน
2. ต้องสวมแว่นตาที่มีกระจกกรองแสงเบอร์ที่เหมาะสมทุกครั้ง
3. เครื่องแต่งกายจะต้องเหมาะสมรัดกุม และต้องไม่เป็นวัสดุที่ติดไฟง่าย
4. ห้ามนำสิ่งที่ติดไฟหรือสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิงใส่ในกระเป๋าหรือกางเกง
5. ควรสวมรองเท้าหุ้มส้นให้เรียบร้อย
6. บริเวณที่ปฏิบัติงาน และบริเวณใกล้เคียงต้องไม่มีวัสดุที่ติดไฟง่าย หรือเชื้อเพลิงต่าง ๆ เป็นอันขาด
7. ต้องไม่ตัดถังหรือท่อซึ่งบรรจุแก๊สหรือวัตถุอันตรายไว้ภายใน
8. ระวังอย่าให้สายเชื่อมสัมผัสกับโลหะที่ร้อนเป็นอันขาด
9. บริเวณที่ปฏิบัติงานควรมีอากาศถ่ายเทได้ดี
10. ควรมีเครื่องดับเพลิงไว้ใกล้กับบริเวณที่ปฏิบัติงานตัด
11. ควรจุดเปลวไฟตัดจากภายนอกแล้วจึงนำเข้าบริเวณตัด
12. เมื่อตัดเสร็จแล้ว ควรดับเปลวไฟตัดแล้วถอดเอาหัวตัดออกมาเก็บ

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (✕) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. แก๊สชนิดใดที่ให้อุณหภูมิการตัดสูงสุด
   - ก. อะเซทิลีน (C2H2)
   - ข. โปรเพน (C2H8)
   - ค. โปรปีลีน (C3H6)
   - ง. แก๊สธรมชาติ (LPG)
2. การเลือกขนาดของหัวทิพที่ใช้ในการตัดจะพิจารณาจากอะไรมากที่สุด
   - ก. แก๊สที่ใช้ในการตัด
   - ข. ความหนาของชิ้นงาน
   - ค. ปริมาณของแก๊ส
   - ง. ความเร็วในการตัด
3. Kerf หมายถึงอะไร
   - ก. มุมที่ใช้ในการตัด
   - ข. รอยเยื้องกันของแนวรอยตัด
   - ค. ความกว้างของร่องตัด

ง. ระยะเผื่อในการตัด

4. Drag หมายถึงอะไร
   ก. มุมที่ใช้ในการตัด
   ข. รอยเยื้องกันของแนวรอยตัด
   ค. ความกว้างของร่องตัด
   ง. ระยะเผื่อในการตัด
5. หัวตัดแก๊สที่ใช้กันโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็นกี่แบบ
   ก. 2 แบบ
   ข. 3 แบบ
   ค. 4 แบบ
   ง. 5 แบบ
6. หัวตัดแก๊สแบบใดที่ใช้กับท่อแก๊สที่มีความดันต่ำ
   ก. แบบสมดุล
   ข. แบบหัวฉีด
   ค. แบบแรงดันต่ำ
   ง. แบบแรงดันสูง
7. อุปกรณ์ที่ใช้ทำการตัดแก๊สจะเหมือนกับอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมแบบใด
   ก. กระบวนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
   ข. กระบวนการเชื่อมมิก
   ค. กระบวนการเชื่อมทิก
   ง. กระบวนการเชื่อมแก๊ส
8. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของการตัด
   ก. สามารถตัดเหล็กหนาได้อย่างรวดเร็ว
   ข. ประหยัดวัสดุที่นำมาตัด
   ค. อุปกรณ์สลับซับซ้อน
   ง. การบำรุงรักษาง่าย
9. ข้อใดไม่ใช่การพิจารณาคุณภาพของรอยตัดด้วยแก๊ส
   ก. มุมของรอยตัด
   ข. ปริมาณของแก๊สที่ใช้ในการตัด
   ค. ความเรียบของรอยตัด
   ง. ความคมของรอยตัด
10. ข้อใดไม่ใช่ข้อควรระวังในการตัด
   ก. เมื่อตัดเสร็จแล้ว ควรดับเปลวไฟตัดแล้วนำเอาหัวตัดออกมาภายนอก

ข. บริเวณการตัดต้องมีอากาศที่ถ่ายเทได้สะดวกและเพียงพอ

ค. อย่าจุดเปลวไฟตัดทิ้งไว้ในบริเวณที่จะทำการตัด

ง. ควรใช้แก๊สที่มีคุณสมบัติที่เบากว่าอากาศในการตัด

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (✕) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. แก๊สชนิดใดที่ให้อุณหภูมิการตัดสูงสุด

ก. อะเซทิลีน (C2H2)

ข. โปรเพน (C2H8)

ค. โปรปีลีน (C3H6)

ง. แก๊สธรมชาติ (LPG)

2. การเลือกขนาดของหัวทิพที่ใช้ในการตัดจะพิจารณาจากอะไรมากที่สุด

ก. แก๊สที่ใช้ในการตัด

ข. ความหนาของชิ้นงาน

ค. ปริมาณของแก๊ส

ง. ความเร็วในการตัด

3. Kerf หมายถึงอะไร

ก. มุมที่ใช้ในการตัด

ข. รอยเยื้องกันของแนวรอยตัด

ค. ความกว้างของร่องตัด

ง. ระยะเผื่อในการตัด

4. Drag หมายถึงอะไร

ก. มุมที่ใช้ในการตัด

ข. รอยเยื้องกันของแนวรอยตัด

ค. ความกว้างของร่องตัด

ง. ระยะเผื่อในการตัด

5. หัวตัดแก๊สที่ใช้กันโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็นกี่แบบ

ก. 2 แบบ

ข. 3 แบบ

ค. 4 แบบ

ง. 5 แบบ

6. หัวตัดแก๊สแบบใดที่ใช้กับท่อแก๊สที่มีความดันต่ำ

ก. แบบสมดุล

ข. แบบหัวฉีด

ค. แบบแรงดันต่ำ

ง. แบบแรงดันสูง

7. อุปกรณ์ที่ใช้ทำการตัดแก๊สจะเหมือนกับอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมแบบใด

ก. กระบวนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ข. กระบวนการเชื่อมมิก

ค. กระบวนการเชื่อมทิก

ง. กระบวนการเชื่อมแก๊ส

8. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของการตัด

ก. สามารถตัดเหล็กหนาได้อย่างรวดเร็ว

ข. ประหยัดวัสดุที่นำมาตัด

ค. อุปกรณ์สลับซับซ้อน

ง. การบำรุงรักษาง่าย

9. ข้อใดไม่ใช่การพิจารณาคุณภาพของรอยตัดด้วยแก๊ส

ก. มุมของรอยตัด

ข. ปริมาณของแก๊สที่ใช้ในการตัด

ค. ความเรียบของรอยตัด

ง. ความคมของรอยตัด

10. ข้อใดไม่ใช่ข้อควรระวังในการตัด

ก. เมื่อตัดเสร็จแล้ว ควรดับเปลวไฟตัดแล้วนำเอาหัวตัดออกมาภายนอก

ข. บริเวณการตัดต้องมีอากาศที่ถ่ายเทได้สะดวกและเพียงพอ

ค. อย่าจุดเปลวไฟตัดทิ้งไว้ในบริเวณที่จะทำการตัด

ง. ควรใช้แก๊สที่มีคุณสมบัติที่เบากว่าอากาศในการตัด

	ใบงาน ที่ 4	**หน่วยที่** 4
	รหัสวิชา 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส	**ทฤษฎี** 1 **ชม.** **ปฏิบัติ** 3 **ชม.**
ชื่อเรื่อง การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกข้อดีข้อเสียของการตัดด้วยแก๊สเมื่อเปรียบเทียบกับการตัดทางกลได้

2. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับงานตัดด้วยแก๊สได้

3. อธิบายลักษณะรอยตัดด้วยแก๊สได้

4. ตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส

5. ตระหนักถึงข้อควรระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

6.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน

2. ใบความรู้ที่ 4

3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนพร้อมแนะนำชี้แจงแผนการเรียน สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น เช่น ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ หลักการและแนวทางในการเรียน การประเมินผลการเรียน เพื่อความเข้าใจก่อนการเรียน และนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 4 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของพื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกถึงลักษณะที่พึงประสงค์ที่นักเรียนควรยึดถือและปฏิบัติ เช่น เรื่องการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานอย่างคุ้มค่า การเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ การช่วยเหลือแบ่งปันซึ่งกันและกัน การปฏิบัติงานด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต มุ่งมั่น ใช้เวลาอย่างคุ้มค่า หลักประชาธิปไตย การยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน และห่างไกลยาเสพติด เป็นต้น

3.ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 4

4.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 4

5.ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 4

6.ครูนำภาพตัวอย่างความปลอดภัยในการทำงานและความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สให้นักเรียนดูเพื่อให้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

7.ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน

8.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9.ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10.ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

8. สรุปและวิจารณ์ผล

การแล่นประสาน เป็นกระบวนการต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกัน โดยใช้ ความร้อนเกินกว่า 840 oF หรือ 450 oC แต่ต่ำกว่าจุดหลอมละลายของชิ้นงาน มาเป็นตัวเกาะยึดชิ้นงานไว้โดยแทรกอยู่ระหว่างผิวหน้าชิ้นงานที่แนบสนิทกันในลักษณะการเกาะยึดแบบ คาพิลาลีแอ็กชั่น ลวดประสานส่วนใหญ่มักจะเป็นโลหะผสม สิ่งสำคัญช่างเชื่อมที่ดีควรเลือกใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ให้ถูกวิธี ถ้าขาดความระมัดระวังจะมีผลทำให้เกิดอันตรายขึ้นได้ในขณะปฏิบัติงาน การที่ช่างเชื่อมหรือผู้ปฏิบัติงานเชื่อมนำเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานมาใช้ ก็จะทำให้มีความปลอดภัยแก่ผู้ที่ทำการเชื่อมได้เป็นอย่างดี

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 4

รายวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **รหัสวิชา** 20100-1004

เรื่อง การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส

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

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
	ด้านคุณธรรม จริยธรรม						

1	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 การตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส

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.....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับ	รายการประเมิน	คาบที่	คาบที่

ที่		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ซื่อสัตย์สุจริต	ความเสมอภาค	จิตอาสา	ขยันและรับผิดชอบ	ประหยัด	สุภาพ	มารยาท		
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 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 7-10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 **ชม.** **ปฏิบัติ** 12 **ชม.**
ชื่อเรื่อง/งาน กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2 สมรรถนะย่อย.....

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....

2) วิธีประเมิน.....

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.1.1 บูรณาการกลุ่มอาชีพ การเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อม อุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเชื่อมไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.อธิบายหลักการเชื่อมไฟฟ้าได้

2.บอกองค์ประกอบในงานเชื่อมไฟฟ้าได้

3.จำแนกชนิดของรอยต่อในงานเชื่อมไฟฟ้าได้

4.วิเคราะห์หน้าที่และคุณสมบัติของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้

5.ประกอบติดตั้งชุดเชื่อมไฟฟ้าได้

6.ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าได้

7.ตระหนักถึงความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าตลอดเวลา

8.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. สาระการเรียนรู้

1. หลักการเชื่อมไฟฟ้า
2. ความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะไฟฟ้า
3. การประกอบติดตั้งชุดเชื่อมไฟฟ้า
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า
5. การเริ่มต้นอาร์ก
6. องค์ประกอบในงานเชื่อมไฟฟ้า
7. ตำแหน่งท่าที่ใช้ทำการเชื่อม
8. ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

9. การเชื่อมต่อมุม

10.ชนิดของรายต่อในงานเชื่อมไฟฟ้า

11.งานเชื่อมต่อตัวที

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 5 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมไฟฟ้า

2. ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 5

3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 5

4. ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 5 ให้กับนักเรียน

5. ครูและนักเรียนเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

6. ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนและเตรียมคำถามด้านเนื้อหาที่เข้าใจไม่ชัดเจน

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ

8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9. ครูร่วมกับนักเรียนเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

12. ครูให้นักเรียนฝึกปฏิบัติงานตามใบงาน

13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น หน่วยที่ 5

2. เครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส

3. โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พ้อยท์ (Power Point)

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอนของผู้สอน

2.ใบเช็คราย์ชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนจัดการเรียนรู้

2.การตรวจประเมินผลงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

วิธีวัดผล

1.ประเมินแบบฝึกทักษะ

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้

3.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

4.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

5.การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1.แบบฝึกทักษะ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

3.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

4.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

5.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

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

.....

.....

ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเชื่อมไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.อธิบายหลักการเชื่อมไฟฟ้าได้

2.บอกองค์ประกอบในงานเชื่อมไฟฟ้าได้

3.จำแนกชนิดของรอยต่อในงานเชื่อมไฟฟ้าได้

4.วิเคราะห์หน้าที่และคุณสมบัติของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้

5.ประกอบติดตั้งชุดเชื่อมไฟฟ้าได้

6.ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าได้

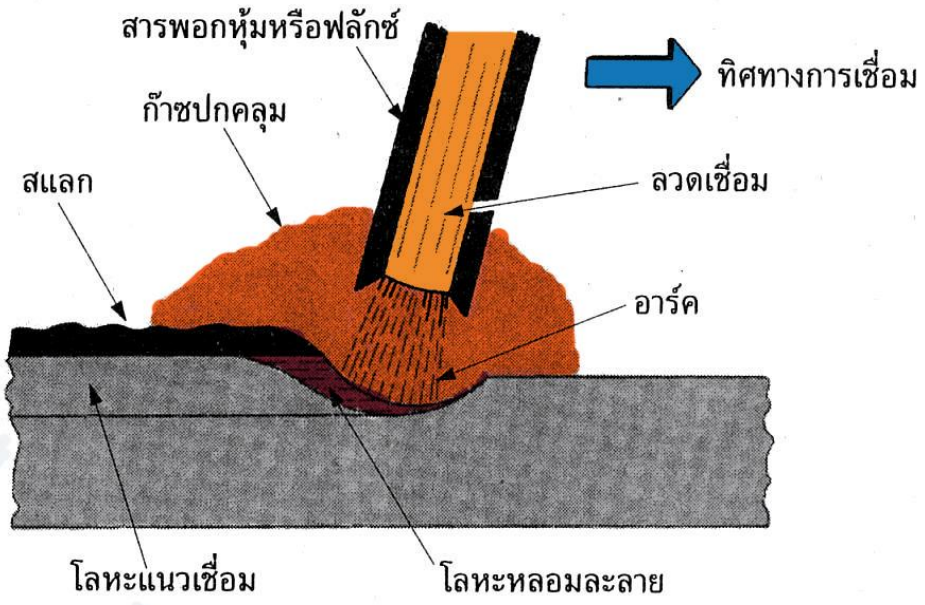
7.ตระหนักถึงความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าตลอดเวลา

8.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เนื้อหาสาระ

หลักการเชื่อมไฟฟ้า

การเชื่อมอาร์กลวดหุ้มฟลักซ์เป็นการใช้ลวดเชื่อม (Electrode) ซึ่งมีแกนกลางเป็นเส้นลวดโลหะขนาดตรงหุ้มด้วยสารพอกหุ้ม (Flux) ขณะทำการเชื่อมจะเกิดการอาร์กขึ้นระหว่างปลายลวดเชื่อมกับโลหะงาน (Base metal) ความร้อนจากการอาร์กจะหลอมวัสดุทั้งสอง และผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน โดยกลายเป็นแอ่งหลอมเหลวของรอยเชื่อม (Molten pool)โลหะลวดเชื่อม ซึ่งถูกหลอมเหลวจะหยดลงในแอ่งหลอม ซึ่งเกิดอยู่บนโลหะงาน ฟลักซ์ที่หุ้มลวดเชื่อมเมื่อได้รับความร้อนจากการอาร์กก็จะหลอมกลายเป็นแก๊สคาร์บอนมอนอกไซค์ (CO) ปกคลุมแนวเชื่อมเพื่อไม่ให้อากาศจากภายนอกเข้ามาผสมกับแนวเชื่อม และฟลักซ์อีกส่วนหนึ่งก็จะหลอมกลายเป็นแนวเชื่อมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของแนวเชื่อมให้ดีขึ้น เมื่อฟลักซ์เย็นตัวจะกลายเป็นสแลกปกคลุมแนวเชื่อมพร้อมทั้งช่วยลดอัตราการเย็นตัวของรอยเชื่อมได้ดีอีกด้วย (ประภาส เกตุไทย. 2543 : 51)

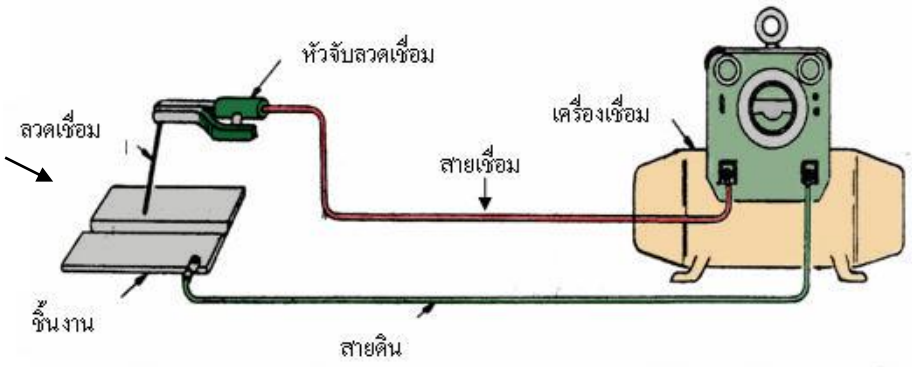


รูปที่ 5.1 แสดงองค์ประกอบการเชื่อมอาร์กลวดหุ้มฟลักซ์

5.1.1 วงจรพื้นฐานของการเชื่อมอาร์กลวดหุ้มฟลักซ์

วงจรพื้นฐานของการเชื่อมอาร์กลวดหุ้มฟลักซ์ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ได้แก่เครื่องเชื่อมซึ่งเป็นต้นกำลังในการผลิตกระแสเชื่อมในวงจร โดยเครื่องเชื่อมจะจ่ายกระแสไปตามสายเชื่อมจนถึงชิ้นงาน และลวดเชื่อมเพื่อให้เกิดการอาร์กขึ้นระหว่างปลายลวดเชื่อมกับชิ้นงาน

(สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ. สุชาติ กิจพิทักษ์: 2552 : 79)



รูปที่ 5.2 แสดงวงจรพื้นฐานของการเชื่อมอาร์กลวดหุ้มฟลักซ์

การเชื่อมอาร์กลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เป็นกระบวนการเชื่อมที่ได้รับความนิยมสูงสามารถเชื่อมโลหะที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้เกือบทุกชนิด ทั้งนี้เพราะกรรมวิธีการเชื่อมทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน และลวดเชื่อมที่ใช้ปฏิบัติงานก็มีให้เลือกมากมายหลายชนิด เพื่อให้มีความเหมาะสมกับประเภทงานต่าง ๆ โดยจะแบ่งตามประเภทของสารพอกหุ้ม และแบ่งตามชนิดของโลหะชิ้นงาน

5.2 ความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า

เพื่อความปลอดภัยในการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นอย่างยิ่งต้องศึกษาถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ในขณะปฏิบัติงาน ซึ่งโดยทั่วไปอันตรายในการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (ยุคล จุลอุภัย. 2539 : 47)

อันตรายที่เกิดจากธรรมชาติ (Inherent Hazards) และอันตรายที่แฝงอยู่ในระบบการเชื่อม (Latent Hazards)

5.2.1 อันตรายที่เกิดจากธรรมชาติ (Inherent Hazards)

อันตรายที่เกิดจากธรรมชาติของการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องศึกษาให้เข้าใจเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายต่อตนเอง และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องดังนี้

1) อันตรายที่เกิดอาการช๊อกจากกระแสไฟฟ้า (Electric Shock)

อาการช๊อกที่เกิดจากสายดินหรือการสัมผัสกับกระแสไฟฟ้า อันเนื่องมาจากความชื้นของถุงมือ เสื้อ พื้น หรือความเปียกชื้นทั่ว ๆ ไปจะต้องคอยระมัดระวังถ้าเกิดอาการ ช๊อกจะช่วยตัวเองไม่ได้จะมีการกระตุก ถึงขั้นบาดเจ็บ และเสียชีวิต เพราะฉะนั้นไม่ควรจะเข้าไปจับสัมผัส หรือเข้าไปต่อในวงจรของกระแส ซึ่งจะมีผลเช่นเดียวกันกับผู้ถูกกระแสไฟช๊อกคือ มีอันตรายถึงชีวิตได้เช่นกัน

รูปที่ 5.3 แสดงถึงอาการช๊อกจากกระแสไฟฟ้า

2) อันตรายที่เกิดจากการถูกเผาไหม้ (Burns)

อันตรายจากการเผาไหม้ จะมีสาเหตุจากความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงานโดยตรงอาจจะมาจากเสื้อผ้าที่สวมใส่ หรืออุปกรณ์ปกป้องตัวอื่น เช่น หน้ากาก ถุงมือ เสื้อเอี๊ยมหนัง ส่วนใหญ่แล้วการถูกเผาไหม้ จะมาจากความร้อนของรังสี ที่เกิดจากเปลวอาร์ก ขณะทำการเชื่อมหรือสัมผัสกับชิ้นงานเชื่อมซึ่งมีความร้อนสูง และถ้าเป็นการเชื่อมในท่าเหนือศีรษะ ต้องสวมหมวกนิรภัยด้วย จะช่วยทำให้ไม่เกิดการบาดเจ็บขึ้นได้

รูปที่ 5.4 แสดงชุดปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าซึ่งสามารถ ป้องกันร่างกายได้ทุกตำแหน่งท่าเชื่อม

3) อันตรายที่เกิดจากพลังงานรังสี (Radiant Energy)

การปฏิบัติงานเชื่อม จะเกิดพลังงานรังสีขึ้น 4 ระดับ รังสีที่มองเห็น (Visible Light Rays) สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่ามีความถี่อยู่ในช่วง 400 - 750 u เมื่อถูกรังสีช่วงนี้จะทำให้ตามัวและมืดไปพักหนึ่ง อันเนื่องจากช่างเชื่อมปิดหน้ากากไม่ทัน หรือไม่มีเลนซ์ป้องกันที่เหมาะสมหรือไปอยู่ใกล้เคียงกับบริเวณที่ทำการเชื่อมอาร์ก ทำให้ประสาทตาระคายเคือง และอาจทำให้ตาบอดได้ ในการเชื่อมด้วยรังสีเลเซอร์ ก็จะทำให้เกิดตาบอดได้ถ้า ลำแสงเลเซอร์ไปกระทบตาเข้าไม่ว่าจะกินเวลาเล็กน้อยก็ตาม ดังนั้นในการปฏิบัติการเชื่อมด้วยรังสีเลเซอร์จะต้องวางมาตรการการป้องกันอย่างดี และมีอุปกรณ์ป้องกันที่ถูกต้องเหมาะสม (ยุคล จุลอุภัย. 2539 : 48)

รูปที่ 5.5 แสดงถึงอันตรายที่เกิดจากพลังงานรังสี

(1) รังสีอินฟราเรด (Infrared Rays) รังสีระดับนี้มีความถี่คลื่นสูงกว่า 750 u ขึ้นไป ประสาทตาไม่สามารถจะมองเห็นได้รังสีตัวนี้ให้ความร้อนสูง และจะทำอันตรายต่อผิวหนังได้

(2) รังสีอัลตร้าไวโอเลต (Ultraviolet Rays) การเชื่อมอาร์กซึ่งจะเกิดรังสีประเภทนี้ขึ้น จะทำอันตรายต่อผิวหนังและตา ที่ไม่มีสิ่งป้องกัน จะทำให้ผิวหนัง ถูกเผาไหม้และเกิดระคายเคืองในเบ้าตาคล้ายกับมีเม็ดทรายเข้าไปอยู่ใน ตารังสีอัลตร้าไวโอเลต ยังมีส่วนทำให้บริเวณที่มีการเชื่อมเปลี่ยนแปลงทางเคมีของโอโซนบรรยากาศของออกซิเจน เปลี่ยนแปลงออกไซด์ของไนโตรเจนในบรรยากาศ

(3) รังสีเอ็กซ์เรย์ (X - Rays) จะเกิดจากการเชื่อมด้วยระบบอีเล็คตรอน บีม (Electron Beam Welding : EBW) เพื่อป้องกันรังสีเอ็กซ์เรย์รั่วซึม จะต้องทำแผ่นป้องกันรังสีในห้องเชื่อมเป็นอย่างดี ผู้ปฏิบัติการจะต้องได้รับรังสีเอ็กซ์เรย์ไม่เกิน 5,000 milli - rems ต่อปี หรือ 100 milli - rems ต่อสัปดาห์ และในการรับรังสีเอ็กซ์เรย์ในอุตสาหกรรมจะต้องอยู่ในเกณฑ์ไม่เกิน 1/10 ครั้งของระดับปฏิบัติการอาชีพ

(4) อันตรายที่เกิดจากเสียง (Noise) ในการเชื่อมด้วยระบบพลาสม่า (Plasma Arc) ความเร็วและอุณหภูมิที่เกิดขึ้นของพลาสม่าเจ็ทวิ่งผ่านหัวฉีด จะมีระดับความถี่เสียงสูงมากเพราะฉะนั้นถ้าทำงานกับระบบนี้ แล้วควรจะมีอุปกรณ์ป้องกันเสียงมิฉะนั้นจะเกิดอันตรายต่อประสาทหูได้ในทำนองเดียวกัน การเชื่อมวาบ (Flash Welding) ก็จะเกิดความถี่เสียงสูงมากซึ่งจะเป็นอันตรายต่อประสาทหูได้

4) อันตรายที่แฝงอยู่ในระบบงานเชื่อม (Latent Hazard)

อันตรายที่แฝงอยู่ในระบบนี้ก็คือ ควัน ฝุ่น และแก๊สพิษที่เกิดจากปฏิบัติการเชื่อมพื้นฐานของกลุ่มควัน และแก๊สเหล่านี้ ซึ่งจะเกิดผลกระทบกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังนี้

(1) ควันและฝุ่นเชื่อม (Welding Fumes & Welding Dusts)

ควันและฝุ่นเชื่อมเป็นส่วนที่มีขนาดเล็ก ในระดับจุลภาคที่ติดเข้าไปกับ ลมหายใจและสะสมอยู่ในช่องว่างของปอดจนกระทั่งปอดอักเสบ จนถึงขั้นเป็นมะเร็งในปอด อาการไข้ที่เกิดจากควันของโลหะเป็นอันตรายสูงสุดอันหนึ่งในงานเชื่อม ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนรูปฟอร์มออกไซด์ของโลหะประเภทต่างๆ เช่น สังกะสีออกไซด์สำหรับเคลือบผิวโลหะสารแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2) ที่ละเอียดอ่อน ซึ่งเกิดจากสารพอกหุ้มแกน

ลวดเชื่อมที่เป็นด่าง (Basic Coated Lime - Fluoride or Low - Hydrogen) ไม่สลายตัวในสภาวะปกติ มีความละเอียดอ่อน แต่มีปฏิกิริยาสูงเมื่อผสมกับบรรยากาศที่มีความชื้น จะทำให้เกิดกรดไฮโดรฟลูออริค (HF) สูงมากหากเข้าสู่ระบบการหายใจ และละลายในร่างกายมีปริมาณที่พอเหมาะจะเกิดอาการเจ็บป่วยได้เร็วมาก

(2) แก๊ส (Gases)

แก๊สอาจจะเกิดขึ้นได้ในระหว่างการปฏิบัติงานเชื่อม โดยทั่วๆ ไปจะเกิดแก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ โอโซนและ ออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่งจะก่อให้เกิดอันตราย ดังนี้

1) ก่อให้เกิดการอักเสบที่ปอด (Inflammation of the Lung)
2) น้ำท่วมปอด (Pulmonary Edema) ปอดบวมและมีน้ำสะสม
3) สูญเสียการยืดหยุ่นของปอด (Emphysema)
4) หลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chromic Bronchitis)
5) ทำให้เป็นลมและสลบได้ (Asphyxiation)

จากหัวข้อที่กล่าวมาผู้ปฏิบัติงานจึงควรสวมใส่หน้ากากป้องกันสารพิษ

รูปที่ 5.6 แสดงหน้ากากป้องกันแก๊สและควันพิษ

5.2.2 ข้อปฏิบัติในการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า

เพื่อความปลอดภัยในการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

1) ตรวจสอบชิ้นส่วนของอุปกรณ์การเชื่อมโลหะให้มีความสมบูรณ์ก่อนในการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบไฟฟ้า
2) ปิดเครื่องเชื่อมทุกครั้งหลังจากหยุดการเชื่อม และเคลื่อนย้ายเครื่องเชื่อม
3) สวมหน้ากาก และเลือกกระจกแสงให้ถูกต้องทุกครั้งในการเชื่อม
4) สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลให้เหมาะสมกับลักษณะงาน
5) ผู้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงไม่ควรมองแสงอาร์กด้วยตาเปล่า
6) บริเวณงานเชื่อมควรมีฉากป้องกันแสงอาร์ก เพื่อมิให้รบกวนบุคคลอื่น

7) บริเวณทำงานเชื่อมไม่ควรเปียกชื้น เพราะจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานถูกไฟฟ้าดูด

8) บริเวณทำงานเชื่อมจะต้องปราศจากสารไวไฟชนิดต่างๆ

9) เครื่องเชื่อมไฟฟ้าควรจัดตั้งในที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก

รูปที่ 5.7 แสดงการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

รูปที่ 5.8 แสดงบริเวณเชื่อมมีอากาศถ่ายเทสะดวก

รูปที่ 5.9 แสดงระบบการระบายอากาศในห้องเชื่อม

5.3 การประกอบติดตั้งชุดเชื่อมไฟฟ้า

การปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าให้ได้คุณภาพของงานที่ดีนั้น ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับการประกอบติดตั้งชุดเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งได้แก่

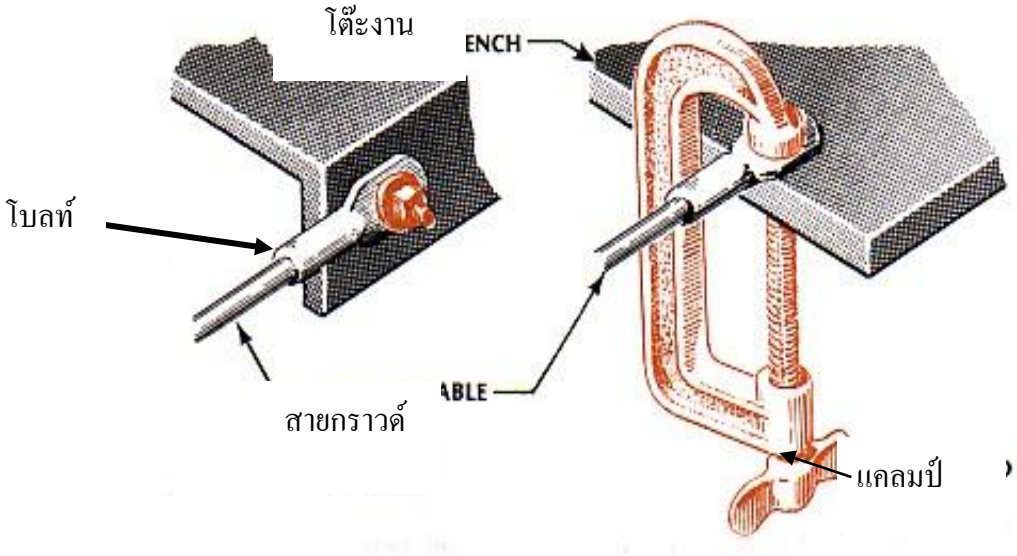
5.3.1 การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องเชื่อมไฟฟ้า เช่น สายเชื่อม หัวเชื่อม

รูปที่ 5.10 แสดงการขันอุปกรณ์ขั้วต่อสายเชื่อมให้แน่นเพื่อป้องกันการอาร์กจนขั้วละลาย

5.3.2 หัวจับลวดเชื่อม ต้องสมบูรณ์มีฉนวนหุ้มให้ปลอดภัยจากการรั่วของกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 5.11 แสดงหัวจับสายเชื่อมสภาพสมบูรณ์

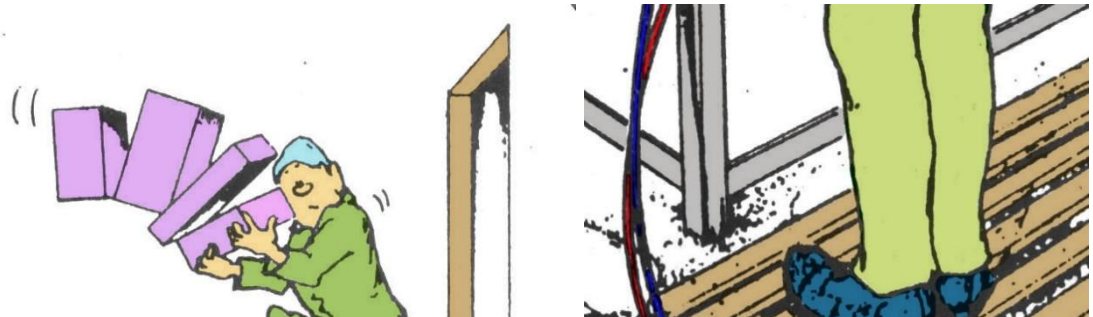
5.3.3 ข้อต่อสายดินต้องขันให้แน่นกับโต๊ะงาน

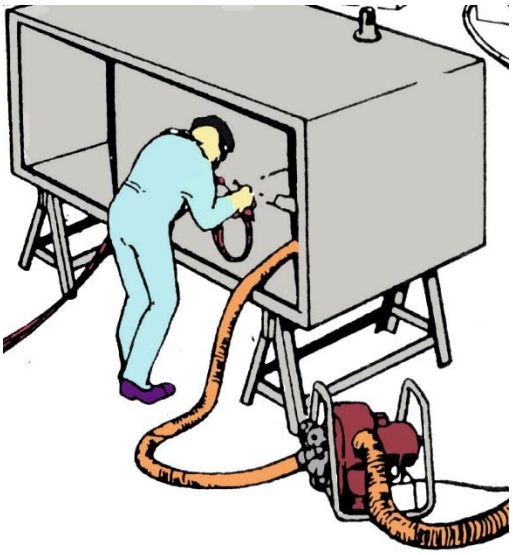


(ก)

(ข)

รูปที่ 5.12 แสดงการขันข้อต่อสายดินให้แน่น





สายเชื่อมต้องอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน เชื่อมในที่อับต้องมีเครื่องดูดอากาศ

รูปที่ 5.13 แสดงเกี่ยวกับความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า

ที่มา : สุชาติ กิจพิทักษ์. 2541 : 161

5.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า

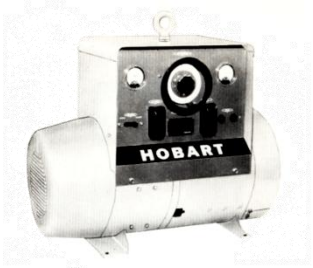
เครื่องมือ และอุปกรณ์การเชื่อมอาร์กลวดหุ้มฟลักซ์ ที่ใช้กันอยู่สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

5.4.1 เครื่องเชื่อม (Welding Machine) ปัจจุบันการเชื่อมอาร์กลวดหุ้มฟลักซ์ได้มีการพัฒนาไปอย่างมาก โดยเฉพาะในวงการอุตสาหกรรมที่มีการผลิตที่สูง และมีมาตรฐานในการเชื่อมเป็นที่ยอมรับในประเทศ และต่างประเทศจะเห็นได้ว่าจะนิยมใช้เครื่องเชื่อมที่กินกระแสไฟน้อย สามารถทำการเคลื่อนย้ายเครื่องเชื่อมได้อย่างสะดวกและปลอดภัยต่อผู้ทำเชื่อม สามารถทำการเชื่อมได้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยสามารถเลือกใช้กระแสให้ตรงกับงานเชื่อมได้อย่างเหมาะสมกับสภาพงานเชื่อมในลักษณะต่าง ๆ ได้ดี โดยเฉพาะโลหะงานเชื่อมซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลที่ทำจากวัสดุชนิดพิเศษ (อำนาจ ทองแสน.จรูญ พรหมสุทธิ์ , 2546 :125)

เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะโครงสร้างของเครื่อง

เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าออกมามีทั้งระบบกระแสคงที่ และระบบแรงเคลื่อนคงที่ แบ่งตามลักษณะโครงสร้างของเครื่องออกได้ดังนี้

1. เครื่องเชื่อมแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Welding Machine) เครื่องเชื่อมประเภทนี้จะผลิตออกมาเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งมีทั้งเครื่องกำเนิดกระแสไฟตรง (DC Generator) และเครื่องกำเนิดกระแสสลับ (AC Alternator) ส่วนใหญ่จะขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จะใช้กับงานในโรงงานเป็นส่วนใหญ่ ส่วนที่ขับด้วยเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหรือดีเซล เหมาะกับการใช้ในภาคงานสนามที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าใช้ เครื่องยนต์ขับจะระบายความร้อนด้วยน้ำหรืออากาศก็ได้



รูปที่ 5.14 แสดงรูปเครื่องเชื่อมกระแสตรงขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
ที่มา : อำนาจ ทองแสน.จรูญ พรหมสุทธิ์ , 2546 :125

รูปที่ 5.15 แสดงเครื่องเชื่อมกระแสตรงขับด้วยเครื่องยนต์

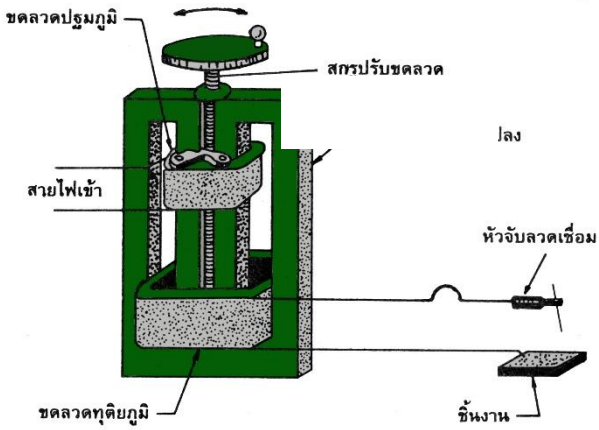
2. เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer Welding Machines)

เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป มีราคาถูก น้ำหนักเบา และมีขนาดเล็กกว่าเครื่องเชื่อมแบบอื่นๆ ซึ่งเครื่องเชื่อมแบบนี้จะผลิตเฉพาะกระแสไฟสลับ (AC) เท่านั้น หลักการทำงานของเครื่องเชื่อมเหมือนกับหม้อแปลงไฟฟ้า โดยนำกระแสที่มีแรงเคลื่อนสูงป้อนเข้าขดลวดปฐมภูมิ และจ่ายออกทางขดลวดทุติยภูมิเป็นแรงเคลื่อนต่ำกระแสสูง เพื่อให้เหมาะแก่การเชื่อมโลหะ สำหรับการปรับกระแสเชื่อมของเครื่องเชื่อมชนิดนี้ กระทำได้หลายวิธีด้วยกันได้แก่

ก. ต่อแยกออกมาจากขดลวดทุติยภูมิ เป็นวิธีการปรับกระแสเชื่อมแบบง่าย โดยมีสายต่อออกมาเป็นเต้าเสียบสำหรับสายเชื่อม และสายดิน สามารถเลือกกระแสตามที่กำหนดไว้ที่ด้านหน้าของเครื่องเชื่อมเท่านั้น และกระแสที่ใช้ค่อนข้างหยาบ

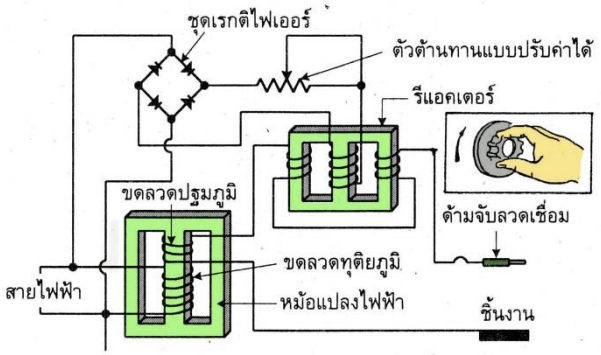
รูปที่ 5.16 แสดงรูปเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงต่อแยกออกมาจากขดลวดทุติยภูมิ

ข. ควบคุมด้วยวิธีกล (Mechanical Control) การควบคุมกระแสเชื่อมด้วยวิธีกล เป็นวิธีสามารถปรับกระแสเชื่อมได้อย่างต่อเนื่อง โดยการปรับนั้นกระทำได้ทั้งแบบการเคลื่อนแกนของหม้อแปลง หรือเคลื่อนขดลวดภายในหม้อแปลงได้ (พัฒน์ชัย พรมทา. 2544 : 37)



รูปท 5.17 แสดงรูปเครองเชอมแบบหมอแบลงควบคุมดวยวธีกล

ค. ควบคุมด้วยไฟฟ้า (Electrical control) การควบคุมกระแสเชื่อมควบคุมเข้ากับหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งวงจรนี้จะควบคุมกระแสที่ทางออก การปรับกระแสเชื่อมกระทำได้โดยการหมุนปุ่มขนาดเล็กที่หน้าปัดของเครื่องเชื่อม และสามารถปรับกระแสเชื่อมได้อย่างต่อเนื่อง
(พัฒน์ชัย พรมทา. 2544 : 39)



รูปที่ 5.18 แสดงรูปเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงควบคุมการปรับกระแสด้วยไฟฟ้า

3. เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง - เรียงกระแส (Transformer - Rectifier Welding Machines)

เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงจะผลิตเฉพาะกระแสสลับเท่านั้น ซึ่งให้ผลดีกับการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมบางชนิดเท่านั้น เครื่องเชื่อมชนิดนี้จะมีเครื่องเรียงกระแส (Rectifier) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสไฟฟ้ากระแสตรง แต่ลวดเชื่อมอีกหลายชนิดจำเป็นต้องเชื่อมด้วยกระแสไฟตรงเท่านั้น เมื่อต้องการใช้ทั้งกระแสไฟตรงและไฟกระแสสลับ ก็สามารถทำได้ โดยมีสวิตช์เลือก และยังสามารถเปลี่ยนเป็นกระแสไฟตรงลวดเชื่อมต่อขั้วลบ หรือกระแสไฟตรงลวดเชื่อมต่อขั้วบวกได้อีกด้วย

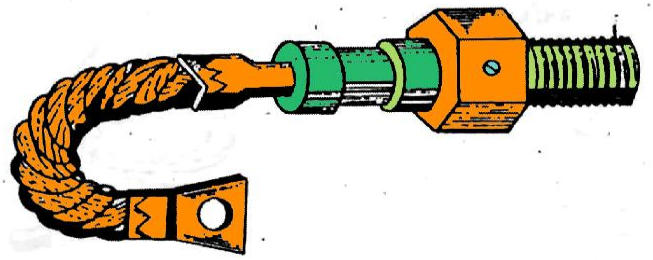
รูปที่ 5.19 แสดงรูปเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง – เรียงกระแส

ข้อดีของเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง - เรียงกระแส

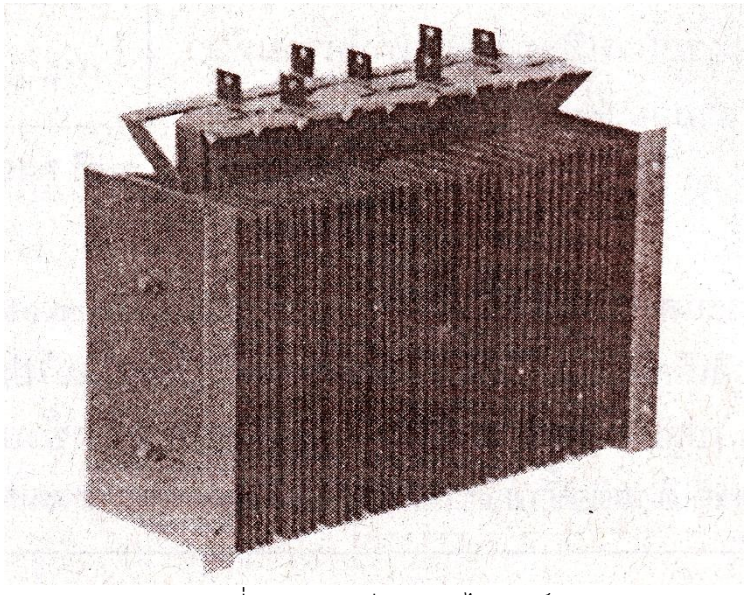
1. สามารถใช้เชื่อมได้ทั้งงานที่เป็นเหล็ก และโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก
2. สามารถใช้ได้กับไฟ 3 เฟส เพื่อเป็นการลดปัญหาของความไม่สมดุลในระบบไฟฟ้า
3. สมรรถนะสูงกว่าเครื่องเชื่อมไฟตรงแบบเจเนอเรเตอร์
4. ไม่มีเสียงดังขณะเชื่อม
5. สามารถจ่ายกระแสเชื่อมได้ทั้งชนิดกระแสตรง และกระแสสลับ

อุปกรณ์เรียงกระแส (Rectifier)

อุปกรณ์เรียงกระแส ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องเชื่อม ได้แก่ เรกติไฟเออร์ ทำหน้าที่จำกัดให้อิเล็กตรอนไหลในทิศทางเดียวเท่านั้น คือ จากแคโทดสู่แอโนด อุปกรณ์เรียงกระแสที่ใช้กับเครื่องเชื่อมที่มีทั้งแบบซิลิกอนเรกติไฟเออร์และซิลิเนียมเรกติไฟเออร์ ซิลิกอนเรกติไฟเออร์จะมีเกลียวขันติดแน่นกับแผ่นระบายความร้อน และมีขนาดเล็กกะทัดรัด นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ส่วนซิลิเนียมเรกติไฟเออร์เป็นแผ่นเหล็ก หรือแผ่นอลูมิเนียมที่เคลือบด้วยซิลิเนียมซ้อนกันอยู่เป็นชั้น



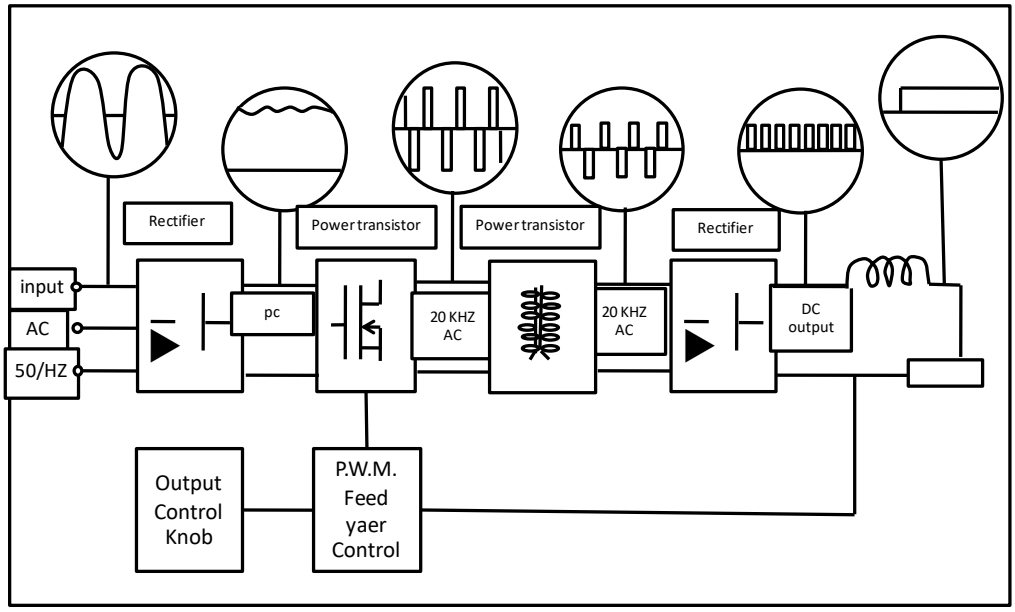
รูปที่ 5.20 แสดงลักษณะซิลิกอนเรกติไฟเออร์



รูปที่ 5.21 ซิลิเนียมเรกติไฟเออร์

ที่มา : ประทีป ระงับทุกข์. 2547 : 157

4. เครื่องเชื่อมแบบอินเวอเตอร์ (Inverter Welding Machines) เครื่องเชื่อมชนิดนี้เป็นเครื่องเชื่อมที่มีน้ำหนักเบาเหมาะสำหรับการเคลื่อนย้ายบ่อย ๆ หรือเหมาะกับงานในภาคสนาม ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อมค่อนข้างสูง เนื่องจากมีการสูญเสียพลังงานในการเชื่อมน้อยมาก เมื่อเทียบกับเครื่องเชื่อมชนิดอื่นๆ และให้การอาร์กสม่ำเสมอ หลักการของเครื่องเชื่อมอินเวอเตอร์ คือ แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟกระแสตรง เปลี่ยนความถี่ต่ำให้เป็นความถี่สูงคือ โดยการเปลี่ยนความถี่จาก 50 เฮิรตซ์ ให้อยู่ระหว่าง 2-20 กิโลเฮิรตซ์ เป็นกระแสสลับ เมื่อกระแสสลับที่มีความถี่สูงผ่านหม้อแปลง แล้วต่อไปจึงเรียงกระแส ให้เป็นกระแสตรง และทำให้การอาร์กค่อนข้างเรียบ



รูปที่ 5.22 แสดงลักษณะวงจรการทำงานของเครื่องเชื่อมอินเวอเตอร์

ที่มา : สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ. ม.ป.ป. : 71

รูปที่ 5.23 แสดงรูปเครื่องเชื่อมอินเวอเตอร์

ที่มา : www.indiamart.com

การเลือกเครื่องเชื่อม (Selecting Power Source)

การเลือกเครื่องเชื่อมมีหลักการพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ พิจารณาถึงองค์ประกอบได้ดังนี้

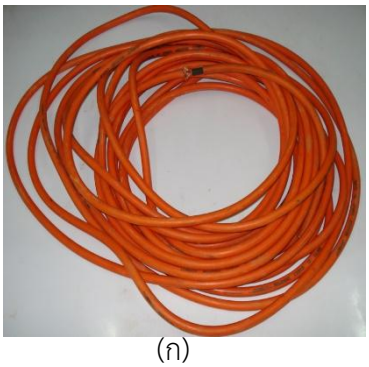
1. ขนาดของกระแสเชื่อมที่ต้องการใช้ในการเชื่อม
2. ชนิดของกระแสไฟที่สามารถจัดหาได้ในสถานที่ตั้ง
3. ความสะดวก และปัจจัยในการจัดหา
4. ปริมาณของงานที่ทำการเชื่อม
5. องค์ประกอบเกี่ยวกับความสะดวกสบาย และความประหยัด
6. Duty Cycle ของเครื่องเชื่อม
7. แรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องเชื่อม
8. ความถี่ของกระแสไฟฟ้า
9. จำนวนเฟสไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องเชื่อม

5.4.2 หัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder) ใช้จับลวดเชื่อม และเป็นมือถือขณะทำการเชื่อม พร้อมทั้งเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากสายเชื่อมนำไปสู่ลวดเชื่อมอีกด้วย หัวจับลวดเชื่อมมีหลายแบบ และหลายขนาด ภายในทำด้วยทองแดงมีปากจับที่สามารถจับลวดเชื่อมได้อย่างมั่นคง และยังสามารถกำหนดมุมจับของลวดเชื่อมได้ตามต้องการ ส่วนภายนอกที่เป็นที่มือจับหุ้มทำไว้ด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนกั้นไฟฟ้า และความร้อนเพื่อป้องกันไฟฟ้าเป็นความร้อนขณะทำการเชื่อม ตัวจับลวดเชื่อมจะต่อเข้ากับปลายสายเชื่อม โดยมีปลอกทองแดงหุ้มปลายสายเชื่อมเพื่อให้การขันยึดติดระหว่างตัวจับลวดเชื่อมกับสายเชื่อมให้แน่น ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดความร้อนระหว่างทำการเชื่อม เนื่องจากความต้านทานของกระแสที่ข้อต่อ ตัวจับลวดเชื่อมมีหลายชนิดในแต่ละชนิดได้ออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดของกระแสเชื่อม และการใช้งานสำหรับตัวจับลวดเชื่อมชนิดธรรมดาที่สามารถใช้กับงานเชื่อมทั่วไป

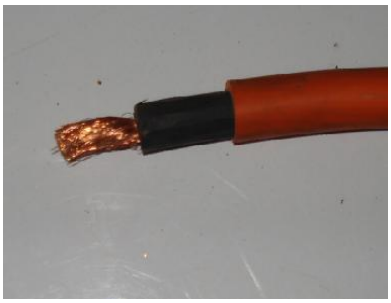
รูปที่ 5.24 แสดงหัวจับลวดเชื่อม

5.4.3 สาย เชื่อม (Cables) สายเชื่อมมีหน้าที่นำกระแสไฟฟ้าในการเชื่อมที่ผลิตจากเครื่องเชื่อมไปสู่บริเวณอาร์ก และสายเชื่อมที่ใช้ในวงจรเชื่อมนั้นมีอยู่ 2 สาย คือ สายดิน และสายเชื่อม ส่วนปลายสายดินจะต่อ

เข้ากับที่จับชิ้นงานเชื่อม (Ground Clamp) ส่วนสายเชื่อมจะต่อไว้กับหัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder) สายเชื่อมโดยทั่วไปทำด้วยทองแดงที่มีขนาดเล็กหลายๆ เส้นรวมกันแล้วจึงใช้เส้นใยพันทับไว้เพื่อรักษารูปทรงของทองแดงขนาดเล็กเอาไว้ โดยเริ่มจากห่อหุ้มด้วยกระดาษแล้วหุ้มทับด้วยตาข่ายผ้าเสริมแรง และชั้นนอกหุ้มไว้ด้วยยางฉนวนเป็นชั้น ๆ ขนาดความโตของสายเชื่อมจะกำหนดขนาดตามนัมเบอร์ เพื่อที่จะสามารถใช้ให้เหมาะสมกับขนาดของกระแสที่ใช้เชื่อม สาเหตุที่ต้องใช้สายเชื่อมที่ทำด้วยทองแดงขนาดเล็กจำนวนมาก เพราะต้องการให้สายเชื่อมสามารถโค้งงอตัวได้ ซึ่งสะดวกต่อการทำงานเชื่อมที่ต้องการเคลื่อนย้ายสายเชื่อมตลอดเวลา และสามารถม้วนเก็บได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย สายเชื่อมไฟฟ้ามีหลายขนาด จึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับกระแสเชื่อมและความยาวของสายเชื่อม ถ้าใช้สายเชื่อมเล็กเกินไปจะทำให้เกิดแรงดันของกระแส ไฟฟ้าตก และยังทำให้เกิดความร้อน และสูญเสียพลังงานขึ้นในสาย ซึ่งจะทำให้อายุการใช้งานของสายเชื่อมสั้นลง



(ก)



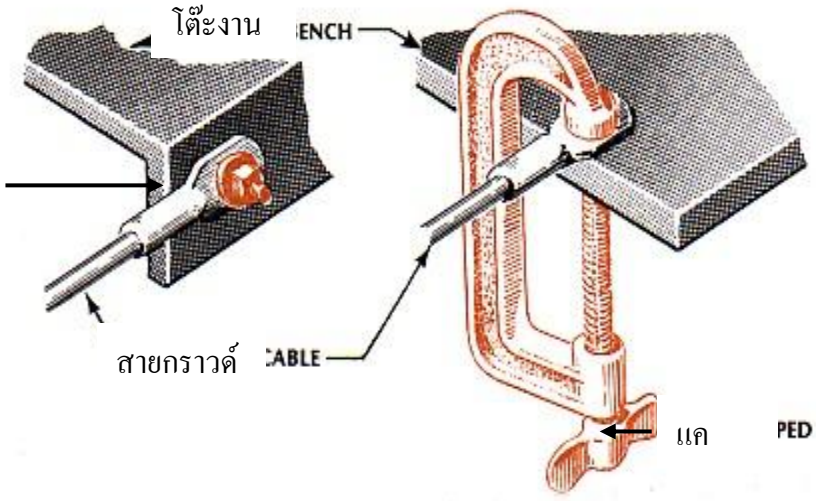
(ข)

(ค)

รูปที่ 5.25 แสดงสายเชื่อมและลักษณะภายในของสายเชื่อม

5.4.4 ที่ยึดสายดิน (Ground Clamp) มีหน้าที่จับยึดชิ้นงานเชื่อมให้ต่อกับสายดิน ที่ยึดสายดินนี้ ทำด้วยวัสดุตัวนำไฟฟ้าเพื่อเป็นทางให้กระแสเชื่อมไหลผ่านจากสายดินสู่งานเชื่อมโดยทั่วไปแล้วที่จับยึดสายดินจะประกอบด้วยสปริงเพื่อให้จับยึดงานได้แน่น หรือแบบขันยึดด้วยสกรู และแบบขันยึดด้วยซีแคลมป์ตลอดจนแบบเชื่อมยึดให้แน่น

รูปที่ 5.26 แสดงรูปที่ยึดสายดินแบบใช้ปากคีบ



รูปที่ 5.27 แสดงรูปที่ยึดสายดินใช้การขันยึดแบบต่างๆ

ที่มา : ประภาส เกตุไทย 2543 : 68

5.4.5 หน้ากากเชื่อม (Welding Helmets) หน้ากากเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมไฟฟ้านั้น มีรูปร่างและแบบที่แตกต่างกัน แต่โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือแบบมือถือและแบบสวมหัว หน้ากาก ที่ใช้เชื่อมมีหน้าที่ป้องกันหน้า และศีรษะของช่างเชื่อมจากสะเก็ดโลหะ หรือประกายไฟจากการเชื่อม และป้องกันดวงตาจากรังสีอัลตราไวโอเลต เนื่องจากความเข้มของแสงในการอาร์กและรังสีอินฟราเรดเนื่องจากความร้อนในขณะทำการเชื่อม โครงสร้างหน้ากากเชื่อมทำจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบา และทนความร้อนสูงได้ดี หน้ากากแบบมือถือจะใช้กับงานเชื่อมในลักษณะงานเชื่อมแบบสั้นๆ หรือในงานที่มีลักษณะงานเชื่อมอยู่พื้นที่ราบ โดยทั่วไปจะใช้เลนซ์กรองแสงเบอร์นัมเบอร์ 10 หน้ากากแบบสวมหัวจะใช้กับการเชื่อมในลักษณะงานเชื่อมแบบต่อเนื่อง หรือลักษณะงานเชื่อมในที่สูง เพราะมืออีกข้างหนึ่งจะต้องจับประคองตัว หรือทำการเชื่อมด้วยสองมือ เพื่อที่จะทำให้งานเชื่อมได้ตามขนาดมาตรฐานที่กำหนด หน้ากากแบบสวมหัวด้านหน้าจะต้องเปิดปิดได้เพื่อสะดวกต่อการเชื่อม และการป้องกันอันตรายจากการเคาะสแลก

หน้ากากแบบสวมหัว

หน้ากากแบบมือถือ

รูปที่ 5.28 แสดงรูปหน้ากากเชื่อมแบบสวมหัวและแบบมือถือ

5.4.6 ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer) ใช้ทำการเคาะสแลกเมื่อสิ้นสุดการเชื่อม หรือต้องการเชื่อมทับแนวเชื่อมเดิม ค้อนเคาะสแลกทำด้วยเหล็กกล้า ปลายด้านหนึ่งแบนคล้ายสกัด และอีกด้านหนึ่งแหลม เพื่อใช้เคาะสแลกที่ฝังตัวอยู่ลึกในแนวเชื่อม ส่วนด้ามจับทำด้วยเหล็กสปริงเพื่อถ่ายแรงสะท้อนเมื่อทำการเคาะสแลกออกจากแนวเชื่อม

รูปที่ 5.29 แสดงรูปค้อนเคาะสแลก

5.4.7 แปรงลวด (Wire Brush) ที่จับแปรงลวดทำจากไม้ ขนแปรงทำด้วยเหล็กแข็งที่เป็นสปริงพอควร เมื่อใช้แปรงแล้วจะได้ไม่หักงอหรือเสียรูป แปรงลวดนี้ใช้ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนหรือหลังทำการเชื่อม เช่น ขัดสนิม เศษของสแลกขนาดเล็กที่ตกค้างอยู่ หรืออื่น ๆ

รูปที่ 5.30 แสดงรูปแปรงลวด

5.4.8 คีมจับชิ้นงานร้อน (Pliers) เป็นคีมที่มีความแข็งแรงใช้จับ และถือชิ้นงานร้อนเพื่อตรวจสอบการทำงาน

รูปที่ 5.31 แสดงรูปคีมจับชิ้นงานร้อน

5.4.9 อุปกรณ์อื่น ๆ การปฏิบัติงานเชื่อมนั้นต้องใช้อุปกรณ์ประกอบอีกหลายชนิด เพื่อความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมเอง เช่น การใส่ถุงมือหนัง เสื้อหนัง ปลอกแขนหนัง แว่นตานิรภัย หมวก และการใช้คีมจับชิ้นงาน เป็นต้น

(ก) แว่นตานิรภัย

(ข) หมวก

รูปที่ 5.32 แสดงรูปแว่นตานิรภัย และหมวกที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

รูปที่ 5.33 แสดงรูปเสื้อหนัง ถุงมือหนัง ปลอกแขนหนัง

5.5 การเริ่มต้นอาร์ก

การเริ่มต้นอาร์กมักจะเกิดปัญหากับผู้เริ่มต้นฝึกปฏิบัติงานเชื่อมใหม่ ๆ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นคือลวดเชื่อมติดกับชิ้นงานเชื่อม หรือการอาร์กดับอยู่เสมอ ดังนั้นควรฝึกฝนให้ชำนาญ ปัญหาดังกล่าวก็จะได้รับการแก้ไข ซึ่งการเริ่มต้นอาร์กโดยทั่วไปมี 2 วิธีคือ

(สมพร พงศ์ขจร,เจริญ คงปรีพันธุ์.2544 : 12)

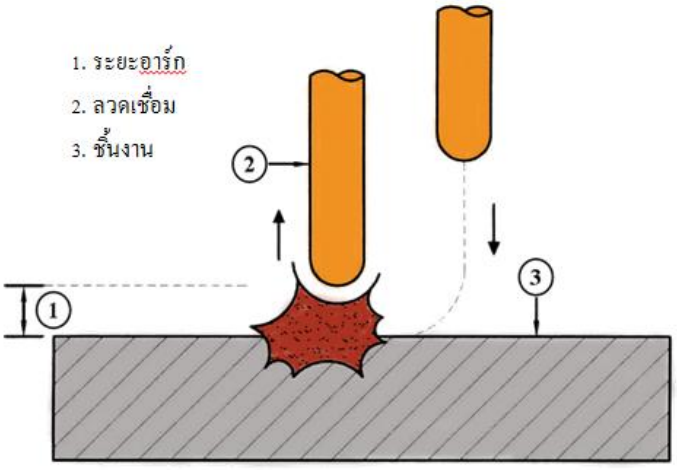
5.5.1 วิธีการเริ่มต้นอาร์ก

1) วิธีเคาะ (Tapping) หรือวิธีแตะ ลวดเชื่อม ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

(1) ถือลวดเชื่อมให้อยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับชิ้นงาน

(2) กดลวดเชื่อมลงไปเคาะ หรือแตะบนแผ่นเหล็กเบาๆ แล้วรีบยกขึ้นโดยเร็วเมื่อเกิดการอาร์ก และให้ลวดเชื่อมเคลื่อนที่ไปข้างหน้าประมาณ 2 - 3 มม.

(3) ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง และหลายครั้งจนเกิดความชำนาญ



รูปที่ 5.34 แสดงถึงวิธีการเริ่มต้นอาร์กแบบเคาะ

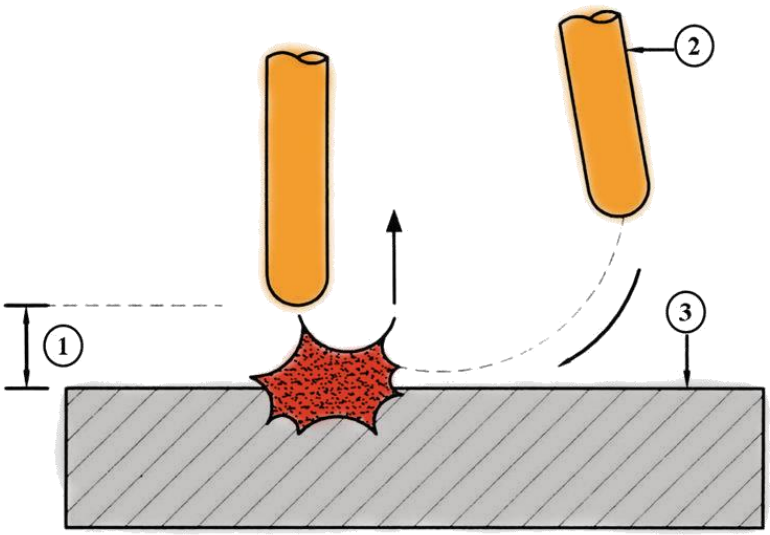
2) วิธีขีด (Scratching) หรือวิธีเขี่ยลวดเชื่อม ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

(1) ถือลวดเชื่อมในลักษณะเอียงไปตามแนวที่จะเชื่อม

(2) นำปลายลวดเชื่อมให้ปลายแตะกับชิ้นงาน แล้วยกขึ้นอย่างรวดเร็ว

(3) เมื่อเกิดการอาร์กแล้วต้องให้ระยะอาร์กถูกต้อง โดยลดระยะอาร์กลงอย่างช้า ๆ

(4) ปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง และหลายครั้งจนเกิดความชำนาญ



1. ระยะอา
2. ลวดเชื่อ
3. ชิ้นงาน

รูปที่ 5.35 แสดงถึงวิธีการเริ่มต้นอาร์กแบบขีด

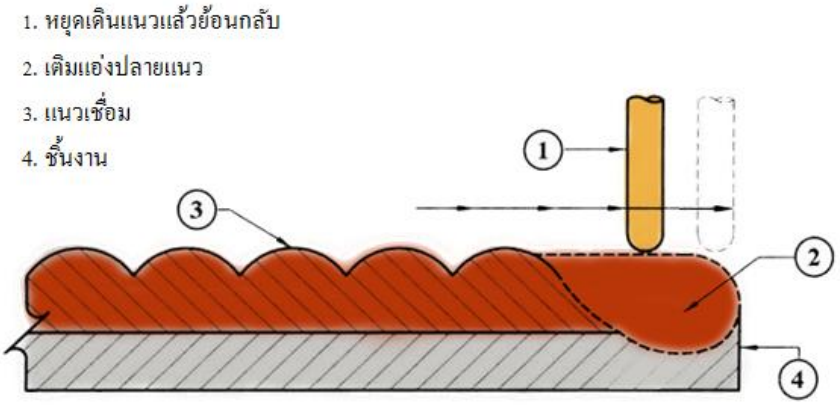
5.5.2 การเริ่มต้นและสิ้นสุดแนวเชื่อม

คุณภาพของแนวเชื่อมนั้นไม่ได้ดูตรงส่วนหนึ่งส่วนใดเป็นการเฉพาะแต่จะต้องดูตลอดทั้งแนว ช่างเชื่อมหลายคนไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากละเลยข้อปฏิบัติการเริ่มต้น และการสิ้นสุดแนวเชื่อม จึงควรพิจารณาวิธีปฏิบัติดังนี้(สมพร พงศ์ขจร,เจริญ คงปรีพันธุ์. 2544 : 12-13)

1) การเริ่มต้นเชื่อม ควรเตรียมงานให้สะอาด ปราศจากสิ่งต่างๆ เช่น จาระบี น้ำมัน สนิมเพราะจะทำให้รอยเชื่อมที่ได้ไม่มีคุณภาพตามต้องการ การเริ่มต้นเชื่อมบริเวณจุดเริ่มต้นของแนวเชื่อมจะเริ่มจากการทำให้เกิดการอาร์ก เมื่อเกิดการอาร์กขึ้นแล้วให้ยกลวดเชื่อมขึ้นประมาณ 2 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางลวดเชื่อม ทำมุมเชื่อมตามลักษณะของรอยต่อ แบบต่าง ๆ ซึ่งมุมเชื่อมจะแตกต่างกันไปหลังจากนั้นให้สร้างบ่อหลอมเหลวซึ่งจะมีความกว้างประมาณ 1.5 - 2 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางลวดเชื่อม และต้องให้มีการซึมลึกอย่างสม่ำเสมอ

2) วิธีการเชื่อมเมื่อสิ้นสุดแนวเชื่อม เมื่อทำการเชื่อมถึงจุดสุดท้ายของแนวเชื่อม จะเป็นแอ่งโลหะปลายแนวเชื่อม (Crater) ซึ่งเป็นจุดที่มีความแข็งแรงต่ำสุดของแนวเชื่อม และเป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดรอย

ร้าวขึ้นได้ จึงจำเป็นต้องเติมลวดเชื่อมที่ปลายแอ่งโลหะให้เต็มโดยให้เดินย้อนกลับเล็กน้อย แล้วหยุดเติมแอ่งปลายแนวเชื่อมให้เต็ม



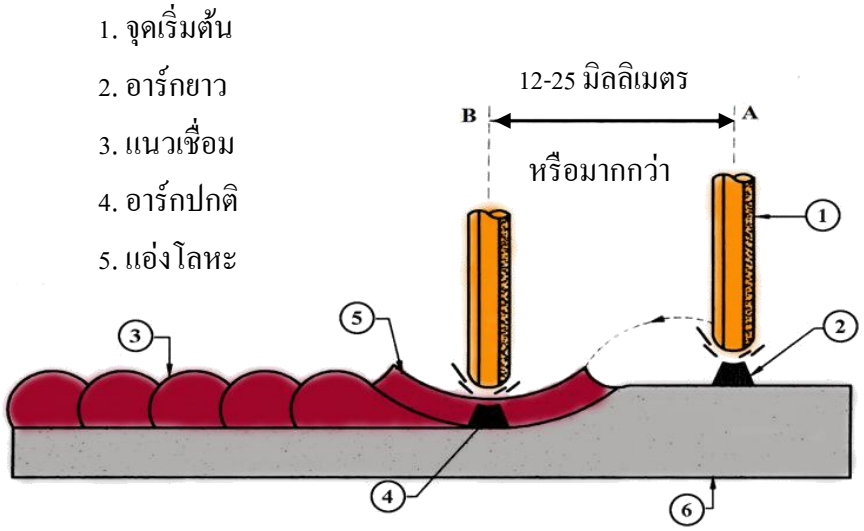
รูปที่ 5.36 แสดงถึงวิธีการเชื่อมเมื่อสิ้นสุดแนวเชื่อม

5.5.3 การต่อแนวเชื่อม

ลวดเชื่อมไฟฟ้าแบบหุ้มฟลักซ์ เมื่อเชื่อมจนปลายลวดเชื่อมเหลือประมาณ 38.10 มิลลิเมตร จะต้องมีการเปลี่ยนลวดเชื่อมใหม่และในการเปลี่ยนลวดเชื่อมใหม่ จะต้องมีการต่อแนวเชื่อม ซึ่งจะต้องเป็นแนวเดียวกันกับแนวเดิม และจะต้องมีความแข็งแรง และมีคุณสมบัติเท่ากับแนวเดิม ซึ่งวิธีการต่อแนวเชื่อมมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

1) ในกรณีที่แอ่งปลายแนวเชื่อมยังร้อนอยู่ ให้เชื่อมต่อได้ทันที ไม่ต้องเคาะทำความสะอาด โดยให้เริ่มต้นอาร์กห่างจากแอ่งหลอมเหลวเดิมไปทางด้านหน้าประมาณ 12-25 มิลลิเมตร เริ่มอาร์กที่จุด A แล้วจึงถอยหลังกลับไปที่จุด B ซึ่งเป็นบ่อหลอมละลายของแนวเชื่อมเดิม (วิธีนี้ถ้าช่างเชื่อมขาดทักษะจะเกิดสแลกฝังในรอยเชื่อม)

2) ในกรณีที่แอ่งปลายแนวเชื่อมเย็นแล้ว ให้ทำความสะอาดโดยใช้ค้อนเคาะสแลก (Slag) และใช้แปรงลวดขัดให้สะอาดอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นให้เริ่มต้นอาร์กห่างจากแอ่งหลอมเหลวเดิมไปทางด้านหน้าประมาณ 12 - 25 มิลลิเมตร



รูปที่ 5.37 แสดงวิธีการต่อแนวเชื่อม

ข้อสังเกตในการต่อแนวเชื่อม ไม่ควรเริ่มต้นอาร์กใหม่ข้างแอ่งโลหะ ปลายแนวเชื่อม เพราะจะทำให้ความร้อนไม่เพียงพอที่จะหลอมเหลวเป็นเนื้อเดียวกันของแนวเชื่อม และการเติมลวดเชื่อมตรงแนวต่อจะต้องควบคุมอย่าให้มากเกินไป เพราะจะทำให้แนวเชื่อมนูนกว่าแนวเดิมแต่ถ้าเติมลวดเชื่อมน้อยเกินไป จะทำให้แนวเชื่อมแบน และเกิดรอยแหว่ง

5.5.4 การส่ายลวดเชื่อม

1) การเชื่อมแนวเส้นเชือก

หมายถึง การเชื่อมโดยไม่ส่ายลวดเชื่อมขณะทำการเชื่อมเพียงแต่ควบคุมระยะอาร์ก มุมของลวดเชื่อม และความเร็วในการเดินลวดเชื่อมเท่านั้น ซึ่งการเชื่อมแนวเส้นเชือกนี้ โดยทั่วไปจะใช้กับการเชื่อมในท่าขนานนอน และท่าตั้งเชื่อมลง เพราะถ้าส่ายลวดเชื่อมอาจทำ ให้แนวเชื่อมไม่สมบูรณ์โดยเฉพาะเกิดรอยแหว่งขึ้นได้

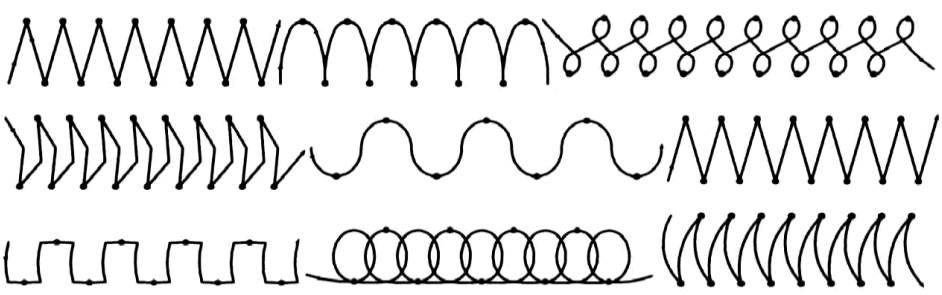
2) การเชื่อมส่ายลวดเชื่อม

หมายถึง การลากลวดเชื่อมไปทางด้านข้างเพื่อให้แนวเชื่อมมีขนาดกว้างขึ้น โดยทั่วไปแล้วความกว้างของแนวเชื่อมไม่ควรเกิน 5 เท่าของความโตลวดเชื่อม การเลือกรูปร่าง หรือแบบของการส่ายลวดเชื่อม จะต้องคำนึงถึงชนิดของรอยต่อขนาดของแนวเชื่อม และตำแหน่งท่าเชื่อมด้วย การเชื่อมส่ายลวดเชื่อมนี้ โดยทั่วไปใช้เทคนิคนี้กับการเชื่อมรอยต่อร่องของตัววี สำหรับงานหนาๆ และรอยเชื่อมฟิลเลทบนรอยต่อแบบต่างๆ หรือการเชื่อมเสริมทับกันหลายๆ ชั้น การเชื่อมส่ายลวดเชื่อมจะเป็นเทคนิคที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการเชื่อมไฟฟ้าแบบอาร์ก แต่ต้องระลึกไว้เสมอว่า การเปลี่ยนแปลงใดๆ ในการเชื่อม เช่น เปลี่ยนแปลงมุมเอียงระยะอาร์ก รูปแบบการส่ายลวดเชื่อม จะมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของแนวเชื่อม

อนึ่งการส่ายลวดเชื่อมในบางกรณี จะทำเพื่อให้รอยเชื่อมมีเกล็ดสวยเท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงประโยชน์ด้านอื่นๆ การส่ายลวดเชื่อมอาจแบ่งตามลักษณะของตำแหน่ง ท่าเชื่อมดังต่อไปนี้

(1) การส่ายลวดเชื่อมในตำแหน่งท่าเชื่อม ท่าราบ (Flat Surface)

จุดสีดำ รูปที่ 5.38 ตามแนวด้านข้างรอยเชื่อม หมายถึง จุดที่หยุดเติมลวดเชื่อมเพื่อให้เติมลวดเชื่อมที่แนวด้านข้าง มากกว่าส่วนอื่น เพื่อป้องกันการเกิดรอยแหว่งที่ขอบแนวเชื่อม



รูปที่ 5.38 แสดงการส่ายลวดเชื่อมในตำแหน่งท่าเชื่อมราบ

ที่มา: พัฒน์ชัย พรมทา, ประสิทธิ์ ชนะวงศ์: 2543:146

5.6 องค์ประกอบในงานเชื่อมไฟฟ้า

เพื่อให้เกิดการฝึกปฏิบัติการเชื่อม และทำงานด้านงานเชื่อมเป็นอย่างมีประสิทธิภาพ ได้งานเชื่อมที่ถูกต้องตามมาตรฐาน ประหยัดวัสดุ และเวลาผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษาองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้
(นริศ ศรีเมฆ,พิชัย โอภาสอนันต์: 2547 : 170-174)

1. การเลือกชนิดของลวดเชื่อมให้เหมาะสม (Correct Electrode)
2. การเลือกชนิดและปริมาณกระแสไฟ (Correct Current)
3. การตั้งมุมลวดเชื่อมที่เหมาะสม (Correct Angle of Electrode)
4. การใช้ระยะอาร์กที่ถูกต้อง (Correct Arc Length)
5. การใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมที่ถูกต้อง (Correct Travel speed)

กรรมวิธีการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shielded MetalArcWelding : SMAW) นั้นจะมีตำแหน่งในการเชื่อม ชนิดของรอยเชื่อม และรอยต่อเหมือนกับกรรมวิธีการเชื่อมโลหะด้วยแก๊สออกซีอะเซทิลีน (Oxy Acetylene Welding : OAW) ดังที่กล่าวมาแล้วส่วนเทคนิค การเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์จะมีองค์ประกอบในการควบคุมแนวเชื่อมจะแตกต่างกันดังนี้

5.6.1 การเลือกชนิดของลวดเชื่อมให้เหมาะสม (Correct Electrode)

การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ควรพิจารณาองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1) ความแข็งแรงของงาน ก่อนเชื่อมจะต้องรู้สมบัติเชิงกล ของโลหะงาน และเลือกลวดเชื่อมที่มีสมบัติเชิงกลใกล้เคียงกันมากที่สุดในการเชื่อม เช่น ถ้าเป็นเหล็กกล้าละมุน (Mild Steels) ควรเลือกลวดเชื่อมในกลุ่ม EXXXX เช่น E 6013 ซึ่งเป็นลวดเชื่อมที่มีสมบัติเชิงกลใกล้เคียงกับ โลหะงาน

2) ส่วนผสมของโลหะงานจะต้องเลือกลวดเชื่อมที่มีส่วนผสมเหมือนกับโลหะงาน ถ้าเป็นเหล็กกล้าแรงดึงสูง และเหล็กกล้าชนิดต่างๆ ควรเลือกลวดเชื่อม ในกลุ่ม EXXXX BX เช่น E8018 B8 ซึ่งเป็นลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ด่างผงเหล็ก

3) ท่าเชื่อมให้ดูจากสัญลักษณ์ที่กำหนดในลวดเชื่อม เช่น ระบบ AWS จะกำหนดตัวเลขตัวที่ 3 เป็นการบอกถึงตำแหน่งท่าเชื่อม ซึ่งจะสามารถเชื่อมได้ในตำแหน่งใดบ้าง เช่น E 6010 ซึ่งเชื่อมได้ทุกตำแหน่ง

4) ชนิดของกระแสไฟที่ใช้ ควรเลือกให้เหมาะสมกับกระแสไฟเชื่อม เพราะลวดเชื่อมบางชนิดจะเชื่อมได้ผลดีกับไฟกระแสตรงเท่านั้น หรือบางชนิดจะเชื่อมได้ผลดีกับไฟกระแสสลับเท่านั้น ให้พิจารณาตัวเลขตัวที่ 4 สำหรับมาตรฐาน AWS เช่น E 6013 ซึ่งเชื่อมได้ทั้งกระแสไฟสลับ และกระแสตรง

5) ลักษณะของรอยต่อ ในกรณีต่อชนไม่บากหน้างาน ควรเลือกลวดเชื่อมที่มีการอาร์ก นิ่มนวลเพื่อช่วยป้องกันงานทะลุ ส่วนการเชื่อมต่อชนบากหน้างานควรใช้ลวดเชื่อมที่มีการอาร์กรุนแรง เพื่อต้องการการกินลึก เช่น E 7016 ซึ่งจะพิจารณาตัวเลขตัวที่ 4

5.6.2 การเลือกชนิดและปริมาณกระแสไฟ (Correct Current)

การเลือกชนิดของกระแสไฟ ให้พิจารณาจากข้างกล่องลวดเชื่อมที่กำหนดให้ ซึ่งจะบอกถึงกระแสไฟที่เหมาะสมกับงานแต่ละขนาด เช่น E 6010 ใช้กระแส DCEP ส่วน E 6012 ใช้กระแส AC และ DCEN เป็นต้น

ส่วนปริมาณกระแสไฟนั้นไม่มีข้อกำหนดกฎเกณฑ์ตายตัว เนื่องจากมีองค์ประกอบอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องอีกมาก เช่น ทักษะของช่างเชื่อม ท่าเชื่อม ขนาดของลวดเชื่อม ชนิดของงานที่จะเชื่อม ดังนั้นผู้ปฏิบัติการเชื่อมควรปรับกระแสไฟเชื่อม โดยใช้ค่าเฉลี่ยตามตารางข้างกล่องลวดเชื่อมที่ระบุเอาไว้

ตารางที่ 5.1 แสดงตารางข้างกล่องลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ขนาด × ความยาว (มม.)	ช่วงกระแสไฟที่ใช้ (แอมแปร์)		ชนิดของกระแสไฟ
	ท่าราบ (F)	ท่าตั้งและเหนือศีรษะ	
3.2 × 350	90 – 140 แอมแปร์	90 – 130 แอมแปร์	AC หรือ DC±

ที่มา : สมพร พงศ์ขจร, เจริญ คงปรีพันธุ์. 2545 : 19

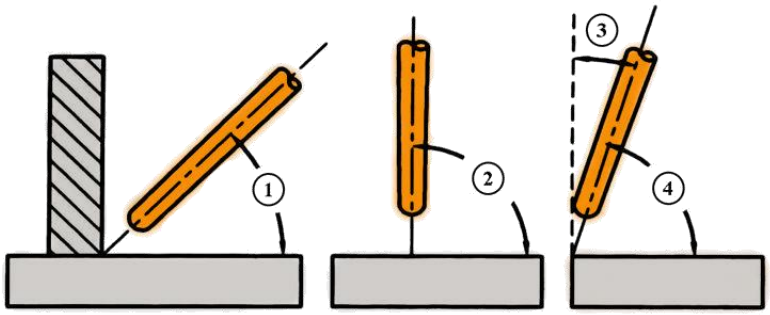
รูปที่ 5.39 แสดงการปรับตั้งขนาดกระแสไฟ 95 แอมแปร์ ในการเชื่อมต่อชนท่าราบ

5.6.3 การตั้งมุมลวดเชื่อมที่เหมาะสม (Correct Angle of Electrode)

ขนาดมุมที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับลักษณะของรอยต่อ และตำแหน่งท่าเชื่อมจะเป็นตัวกำหนดมุมลวดเชื่อมที่กระทำต่อชิ้นงาน จะมีอิทธิพลต่อคุณภาพของแนวเชื่อม ตำแหน่งของการเติมโลหะหลอมละลาย การลอยตัวของสแลก และรูปร่างลักษณะของแนวเชื่อม มุมเชื่อมจะประกอบด้วย

1) มุมนำและมุมงาน (Lead Angle and work Angle) มุมนำคือมุมเอียงของลวดเชื่อมวัดจากแนวดิ่ง 90 องศา เอียงไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของการเดินแนวเชื่อม 10 - 15 องศา ส่วนมุมงาน คือ มุมเอียงของลวดเชื่อมวัดจากแนวระดับกับชิ้นงาน 75 – 80 องศา เฉพาะในตำแหน่งท่าราบ และท่าเหนือศีรษะ ส่วนท่าอื่นๆ มุมนำ และมุมงานลวดเชื่อมก็จะเปลี่ยนไป

2) มุมด้านข้าง (Side Angle) คือมุมที่วัดจากแนวแกนลวดเชื่อมเข้าหาตัวผู้เชื่อม โดยในการเชื่อมท่าราบ และท่าเหนือศีรษะนั้น มุมข้างจะตั้งฉาก 90 องศา กับชิ้นงาน ส่วนรอยเชื่อมตัวทีนั้นมุมด้านข้างจะเอียงไปตามตำแหน่งของการเชื่อม เช่น การเชื่อมต่อตัวทีท่าขนานนอน (2F) เฉพาะแนวแรกมุมด้านข้างจะเอียง 45 องศา



1. คือ มุมด้านข้าง ท่าขนานนอน สำหรับการเชื่อมต่อตัวที = 45 องศา
2. คือ มุมด้านข้าง ท่าราบ = 90 องศา
3. คือ มุมนำ ท่าราบ = 10 - 15 องศา
4. คือ มุมงาน ท่าราบ = 70 - 80 องศา

รูปที่ 5.40 แสดงการเรียกชื่อมุมลวดเชื่อมที่กระทำต่อชิ้นงาน

5.6.4 การใช้ระยะอาร์กที่ถูกต้อง (Correct Arc Length)

หมายถึง ระยะห่างระหว่างปลายลวดเชื่อม ขณะทำการเชื่อมกับชิ้นงาน ขนาดของระยะอาร์กขึ้นอยู่กับเส้นผ่าศูนย์กลางลวดเชื่อม โดยทั่วไประยะอาร์กจะเท่ากับความโตของแกนลวดเชื่อมหรือน้อยกว่าเล็กน้อย ซึ่งอิทธิพลของระยะอาร์กจะมีผลต่อคุณภาพของแนวเชื่อม ดังนี้

1) ระยะอาร์กห่างมากเกินไป จะมีผลทำให้อาร์กรุนแรง การควบคุมแนวเชื่อม หรือแอ่งหลอมเหลวทำได้ยาก และทำให้ความแข็งแรงของแนวเชื่อมลดลง

2) ระยะอาร์กสั้นเกินไป จะมีผลทำให้ปลายลวดเชื่อมติดกับโลหะงานการอาร์กดับง่ายและความแข็งแรงแนวเชื่อมลดน้อย

3) ระยะอาร์กที่ถูกต้อง จะช่วยป้องกันไม่ให้อากาศภายนอกเข้ามารวมตัวใน แอ่งหลอมเหลว ทำให้การอาร์กเกิดขึ้นสม่ำเสมอ เม็ดโลหะกระเด็นน้อย และแนวเชื่อมมีความแข็งแรง

5.6.5 การใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมที่ถูกต้อง (Correct Travel speed)

การใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมถูกต้องนั้นให้สังเกตดูน้ำโลหะที่กำลังหลอมเหลวติดต่อกันอย่างต่อเนื่องและเป็นระเบียบ ซึ่งในการควบคุมความเร็วนั้น อาจจะใช้จังหวะหายใจ เข้า - ออก เป็นจังหวะในการเดินลวดเชื่อมในระยะเริ่มต้นฝึกการเชื่อม

ความเร็วในการเชื่อมนั้นจะมีผลต่อความแข็งแรงของแนวเชื่อม เช่นในกรณีเดินเร็วเกินไปจะทำให้บ่อหลอมเหลวแคบ และตื้น ทำให้แนวเชื่อมขาดความแข็งแรง หรือหากเดิน ลวดเชื่อมช้าเกินไปจะได้แนวเชื่อมที่นูน และกว้างเกินความจำเป็น และทำให้เกิดความร้อนสะสม ในชิ้นงานมาก ซึ่งอาจจะทำให้ชิ้นงานบิดงอได้

รูปที่ 5.41 แสดงแนวเชื่อมที่ใช้กระแสไฟฟ้าต่ำ

รูปที่ 5.42 แสดงแนวเชื่อมที่ใช้กระแสไฟฟ้าสูง

รูปที่ 5.43 แสดงแนวเชื่อมที่ใช้กระแสไฟฟ้าเหมาะสม

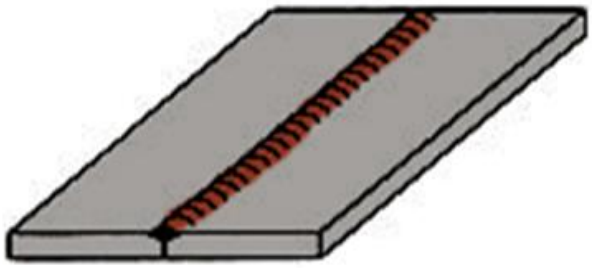
5.7 ตำแหน่งท่าที่ใช้ทำการเชื่อม

ในกระบวนการเชื่อมชนิดต่างๆ ต้องมีตำแหน่งท่าเชื่อมที่สามารถเชื่อมงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด และงานต้องมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานที่กำหนดของงานเชื่อม การที่ ช่างเชื่อมได้ทำการเชื่อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมงานได้ตามมาตรฐานที่กำหนดของมาตรฐานการเชื่อมในระบบต่าง ๆ แบ่งตำแหน่งท่าที่ใช้ทำการเชื่อมออกเป็น 4 ท่าเชื่อม ดังนี้
(ประทีป ระงับทุกข์: 2547:184-185)

5.7.1 ตำแหน่งท่าราบ (Flat Position)

ตำแหน่งท่าราบ เป็นท่าเชื่อมที่สามารถควบคุมการเชื่อมได้สะดวกที่สุด และสามารถควบคุมบ่อหลอมได้ดี เพราะน้ำโลหะที่ได้จากลวดเชื่อมจะหยดลงในแนวเชื่อมเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และความดันเนื่องจากการอาร์กของกระบวนการเชื่อมอาร์กลวด หุ้มฟลักซ์ จึงทำให้แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง สัญลักษณ์ทางงานเชื่อมสำหรับงานแผ่นจะใช้คำว่า PA

(PA)

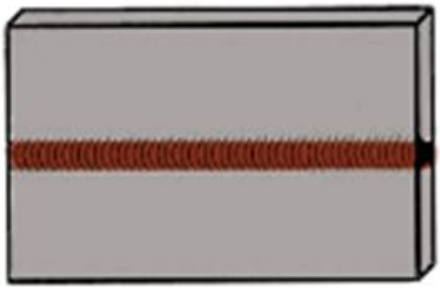


รูปที่ 5.44 แสดงตำแหน่งท่าราบ (Flat Position)

5.7.2 ตำแหน่งท่าขนานนอน (Horizontal Position)

เป็นท่าเชื่อมที่แนวเชื่อมอยู่ด้านข้างของชิ้นงาน แต่แนวเชื่อมจะขนานไปกับแนวระนาบของพื้น การเชื่อมท่าขนานนอนแนวเชื่อมมักไหลย้อยลงด้านล่างเสมอเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก การเชื่อมที่มีแนวเชื่อมกว้าง ๆ จึงต้องทำการเชื่อมทับแนวเชื่อม เพราะถ้าส่ายแนวเชื่อมจะทำให้แนวเชื่อมเกิดการกัดแหว่งข้างขอบชิ้นงาน หรือเกิดการย้อยของแนวเชื่อม เรียกว่าการเกิด “Sagging Puddle” เป็นสาเหตุของการทำให้แนวเชื่อมไม่สมบูรณ์ สัญลักษณ์ทางงานเชื่อมสำหรับงานแผ่นจะใช้คำว่า PC

(PC)



รูปที่ 5.45 แสดงตำแหน่งท่าขนานนอน (Horizontal Position)

5.7.3 ตำแหน่งท่าตั้ง (Vertical Position)

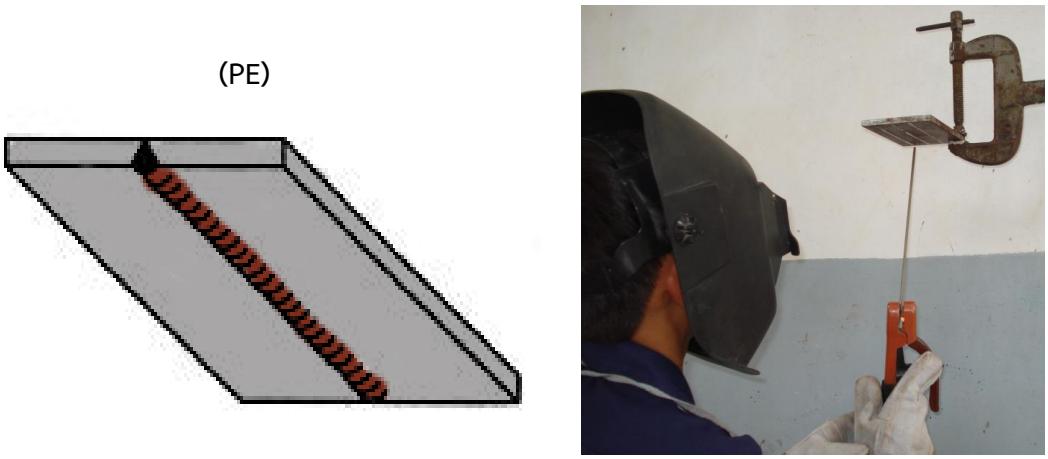
เป็นท่าเชื่อมที่แนวเชื่อมอยู่ด้านข้างชิ้นงานเช่นเดียวกับท่าขนานนอน แต่แนวเชื่อมจะตั้งฉากกับแนวระนาบของพื้นท่าเชื่อม ท่าตั้งนี้จะแบ่งการเชื่อมออกได้ 2 ลักษณะ คือ การเชื่อมจากด้านล่างของรอยต่อขึ้นด้านบน (Vertical Up) เหมาะกับงานที่มีความหนา และการเชื่อมจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง (Vertical Down) เหมาะกับงานที่มีความหนาไม่มาก เพราะน้ำโลหะที่หลอมละลายจะไหลลงมาอย่างรวดเร็ว จึงต้องเดินลวดเชื่อมอย่างเร็วด้วยเช่นกัน สัญลักษณ์ทางงานเชื่อมสำหรับงานแผ่นจะใช้คำว่า PF ในตำแหน่งท่าตั้งขึ้น(Vertical Up) ส่วนการเชื่อมจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง จะใช้คำว่า PG (Vertical Down)

(PF)

รูปที่ 5.46 แสดงตำแหน่งท่าตั้ง (Vertical Position)

5.7.4 ตำแหน่งท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)

ตำแหน่งท่าเหนือศีรษะ เป็นท่าเชื่อมที่แนวเชื่อมอยู่ด้านล่างของรอยต่อ หัวเชื่อมจะอยู่ด้านล่างชิ้นงาน ถือว่าเป็นท่าเชื่อมที่ยากมากที่สุด เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก จะทำให้น้ำโลหะที่หลอมละลายไหลย้อยลงมา ช่างเชื่อมต้องมีความชำนาญจึงจะสามารถเชื่อมได้ดี นอกจากนี้แล้วสะเก็ดไฟ และน้ำโลหะเนื่องจากการเชื่อมอาจทำให้เกิดอันตรายต่อช่างเชื่อมได้ ดังนั้นช่างเชื่อมต้องป้องกันอันตรายให้ดี สัญลักษณ์ทางงานเชื่อมสำหรับงานแผ่นจะใช้คำว่า PE



รูปที่ 5.47 แสดงตำแหน่งท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)

5.8 ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Flux Covered Electrode)

ลวดเชื่อมไฟฟ้า ทำหน้าที่เป็นตัวอาร์กกับชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานเกิดความร้อนสูงจนกระทั่ง หลอมละลาย และในขณะเดียวกันลวดเชื่อมเองก็จะหลอมละลายลงบนเนื้อชิ้นงานเชื่อม เมื่อเย็นตัวลงก็จะแข็งตัวกลายเป็นแนวเชื่อม ทำให้เนื้อชิ้นงานรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน ดังนั้นลวดเชื่อม และชิ้นงานที่จะนำมาเชื่อมต่อกันจะต้องเป็นชนิดที่มีสมบัติทางเคมีใกล้เคียงกัน

สำหรับลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่จะกล่าวถึงในหน่วยนี้คือ ลวดเชื่อมที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยใช้สารพอกหุ้มแกนลวดเชื่อม (Core Wire) ไว้ โดยวัสดุดังกล่าวเรียกว่า ฟลักซ์ (Flux) ส่วนแกนลวดเชื่อมมีหน้าที่สองประการที่สำคัญ คือ เป็นขั้วไฟฟ้า และในขณะเดียวกันก็เป็นตัวเติมเนื้อโลหะลงในแนวเชื่อม (อำนาจ ทองแสน, จรูญ พรหมสุทธิ์: 2543: 134-136)

5.8.1 ฟลักซ์และสมบัติของฟลักซ์

ฟลักซ์ที่ใช้หุ้มแกนลวดประกอบด้วยแร่ธาตุหลายชนิดด้วยกัน เช่น ใยแร่เฟลด์สปาร์ (Feldspar) ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide) ไมกา (Mica) แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) และแมกนีเซียมคาร์บอเนต (Magnesium Carbonate) เป็นต้น ส่วนวัสดุที่ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไฮเดรต (Carbon Hydrates) เช่น กระดาษ ฝ้าย ขี้เลื่อย เซลลูโลส (Cellulose) หรือถ้าเป็นลวดชนิดพิเศษก็จะมีส่วนผสมของเกลือโลหะผสมอยู่เพื่อช่วยให้แนวเชื่อมเป็นโลหะเจือที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1) หน้าที่ของสารพอกหุ้มฟลักซ์

ในขณะทำการเชื่อมฟลักซ์ที่ใช้พอกหุ้มลวดเชื่อมจะหลอมละลายพร้อมกับลวดเชื่อม และทำหน้าที่ดังนี้

(1) ช่วยให้เกิดระบบการอาร์กที่ดี เช่น การอาร์กเรียบสม่ำเสมอ จุดประกายอาร์กได้ง่ายขึ้น และช่วยให้สมบัติการเชื่อมดีขึ้น

(2) ช่วยในการสร้างสแลก เช่น ช่วยให้หยดน้ำโลหะมีขนาดโตขึ้นป้องกันไม่ให้แก๊สออกซิเจนในบรรยากาศเข้าไปรวมตัวกับแนวเชื่อมขณะที่แนวเชื่อมกำลังเย็นตัวลงปกคลุมแนวเชื่อมเพื่อไม่ให้แนวเชื่อมเย็นตัวเร็วเกินไป ทำให้เกิดเกล็ดแนวเชื่อมที่เรียบ มีผิวมัน และช่วยดึงสิ่งสกปรกในบ่อหลอมละลายขึ้นมารวมตัวกันเป็นสแลก เป็นต้น

(3) ช่วยในการสร้างแก๊สป้องกันบ่อหลอมละลาย

(4) ช่วยเติม และรักษาสมบัติของธาตุที่ผสมอยู่ และช่วยเพิ่มสมบัติของแนวเชื่อมตามที่ต้องการ

2) สมบัติของฟลักซ์

ฟลักซ์ที่ดีควรมีสมบัติต่อไปนี้

ก. มีความถ่วงจำเพาะต่ำ เพื่อให้สามารถลอยตัวขึ้นมาจากน้ำโลหะเหลวได้

ข. จะต้องมีอุณหภูมิการหลอมละลายเมื่อเกิดการอาร์ก

ค. เมื่อหลอมละลายจะเกิดกลุ่มควัน ซึ่งเป็นแก๊สชนิดหนึ่งเพื่อป้องกัน และขับไล่แก๊สจากภายนอกไม่ให้เข้าไปทำให้เกิดผลเสียต่อแนวเชื่อม

ง. ต้องหุ้มแกนลวดได้แน่น ไม่แตกหรือหลุดจากแกนลวดได้ง่าย

รูปที่ 5.48 แสดงการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

5.8.2 มาตรฐานของลวดเชื่อม (Standard of Electrode)

ลวดเชื่อมมีหลายมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ ISO, JIS, AWS และ มอก. เป็นต้น สำหรับในหน่วยเรียนนี้ จะกล่าวเฉพาะมาตรฐานลวดเชื่อม ตามมาตรฐานของสมาคมการเชื่อมของอเมริกา (AWS) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่นิยมในวงการอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของไทย (มอก. 49 - 2516) เท่านั้น

1) ลวดเชื่อมตามมาตรฐานของ AWS

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ตามมาตรฐานของ AWS ได้กำหนดสัญลักษณ์ของลวดเชื่อม โดยใช้ตัวอักษรและตัวเลขทั้งหมด 4 หลักประกอบด้วย

(1) ตัวอักษรหลักที่ 1 กำหนดสัญลักษณ์โดยใช้อักษรภาษาอังกฤษตัว E ซึ่งหมายถึง ลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode)

(2) ตัวเลขหลักที่ 2 (2 ถึง 5 ตัว) หมายถึง ค่าความเค้นแรงดึง (คูณด้วย 1000 มีหน่วยเป็นปอนด์/ตารางนิ้ว)

(3) ตัวเลขหลักที่ 3 หมายถึง ท่าเชื่อม หรือตำแหน่งการเชื่อมที่เหมาะสมประกอบด้วย

i.หมายเลข 0 หรือ 1 หมายถึง เชื่อมได้ทุกตำแหน่ง เช่นท่าราบ ท่าตั้ง ท่าขนานและท่าเหนือศีรษะ

ii.หมายเลข 2 หมายถึง เชื่อมได้ในท่าราบและท่าขนาน

iii.หมายเลข 3 หมายถึง เชื่อมได้ในท่าราบ

iv.หมายเลข 4 หมายถึง เชื่อมได้ในท่าราบ ท่าขนาน และท่าเหนือศีรษะ

(4) ตัวเลขหลักที่ 4 จะระบุรายละเอียดที่เกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมกับลวดเชื่อมและบอกสมบัติของ สารพอกหุ้ม ประกอบด้วย

ก. หมายเลข 0 หมายถึง High Cellulose Sodium

ข. หมายเลข 1 หมายถึง High Iron Oxide

ค. หมายเลข 2 หมายถึง High Titanium Sodium

ง. หมายเลข 3 หมายถึง High Titanium Potassium

จ. หมายเลข 4 หมายถึง Iron Powder Titanium

ฉ. หมายเลข 5 หมายถึง Low Hydrogen Sodium

ช. หมายเลข 6 หมายถึง Low Hydrogen Potassium

ซ. หมายเลข 7 หมายถึง Iron Oxide

ฌ. หมายเลข 8 หมายถึง Iron Powder Low Hydrogen

ตัวอย่างที่ 1.1 การกำหนดสัญลักษณ์ของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ตามมาตรฐานของ AWS

E 6 0 1 3

E หมายถึง ลวดเชื่อม (Electrode) หุ้มฟลักซ์

60 หมายถึง ค่าความต้านทานแรงดึง (60 × 1,000 = 60,000 ปอนด์ / ตารางนิ้ว)

1 หมายถึง ตำแหน่งการเชื่อม หรือ ท่าเชื่อม

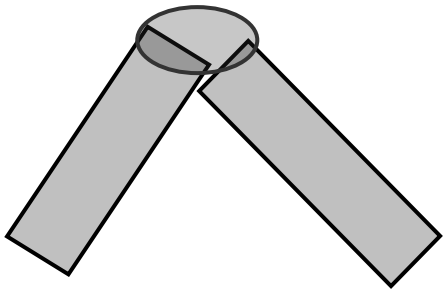
3 หมายถึง ชนิดของสารพอกหุ้ม (High Titanium Potassium)

5.9 การเชื่อมต่อมุม

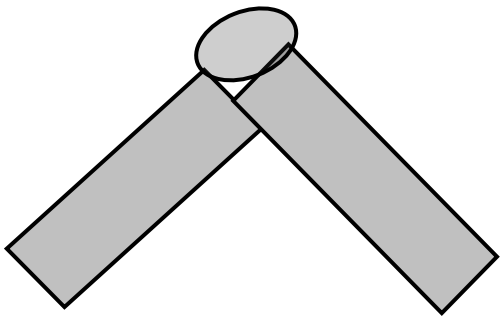
5.9.1 รอยต่อมุม (Corner joint)

การต่อมุม คือ รอยต่อที่เกิดจากการนำขอบชิ้นงานทั้งสองมาต่อขนานกัน และทำมุมซึ่งกันและกัน 90 องศา ขอบงานทั้งสองอาจวางมุมชนมุมแล้วเชื่อมเรียกว่า เชื่อมเต็มมุม (Full open corner weld) หรือ

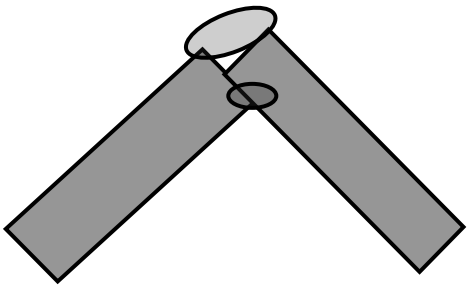
อาจวางซ้อนเกยกันครึ่งต่อครึ่ง เรียกว่า เชื่อมครึ่งมุม (Half open corner weld) การจะเลือกเตรียมงานต่อมุมแบบใดนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะชิ้นงาน และการนำไปใช้ โดยเฉพาะการต่อมุมแบบเชื่อมครึ่งมุม ถ้าต้องการความแข็งแรงมากขึ้นก็อาจเชื่อมทั้งสองด้าน คือเชื่อมมุมด้านนอก และด้านในก็สามารถกระทำได้ (ประภาส เกตุไทย : 2543)



รูปที่ 5.49 แสดงการเชื่อมเต็มมุม (Ful open corner weld)

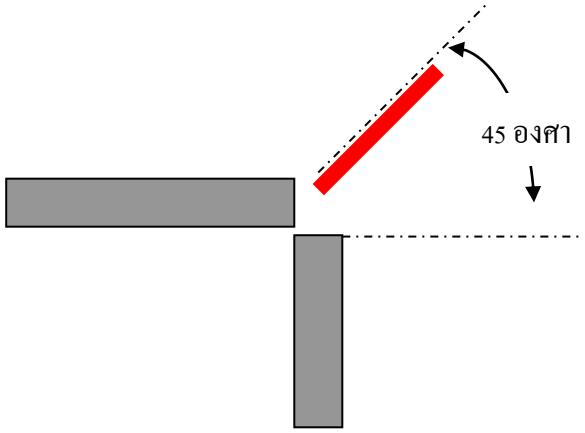


รูปที่ 5.50 แสดงการเชื่อมครึ่งมุม (Half open corner weld)



รูปที่ 5.51 แสดงการเชื่อมครึ่งมุมด้านนอกและด้านใน

การเชื่อมต่อมุมสามารถวางชิ้นงานเชื่อมได้ทุกตำแหน่งท่าเชื่อม จะวางเชื่อมในตำแหน่งท่าราบซึ่งเป็นท่าเชื่อมที่เชื่อมได้ง่าย หรือหากไม่สามารถวางชิ้นงานในตำแหน่งท่าราบได้ จำเป็นต้องเชื่อมในตำแหน่งท่าขนานนอน หรือท่าระดับก็เชื่อมได้โดยทำมุมลวดเชื่อม 45 องศา



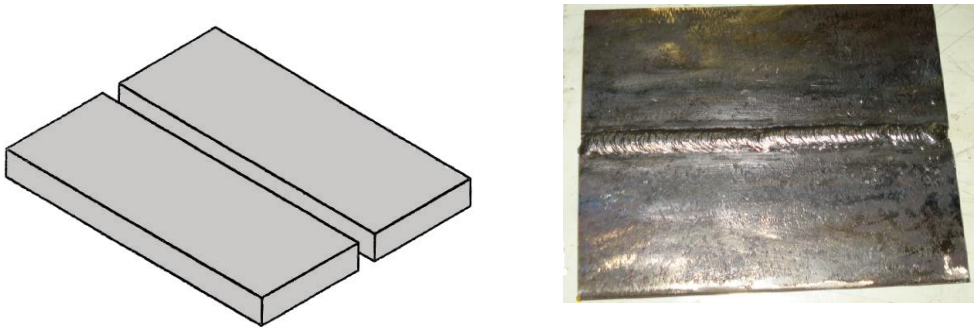
รูปที่ 5.52 แสดงลักษณะมุมลวดเชื่อมในการต่อมุมท่าระดับ

รูปที่ 5.53 แสดงรูปการเชื่อมท่าต่อมุม

5.10 ชนิดของรอยต่อในงานเชื่อมไฟฟ้า (Welding of Jiont)

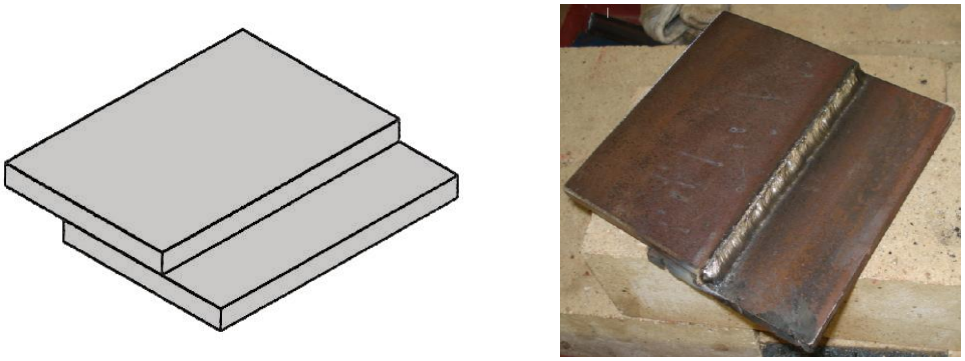
5.10.1 โลหะที่นำมาเชื่อมต่อกัน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการต่อกันก่อนเชื่อม เพื่อความคงทนแข็งแรง และง่ายต่อการเชื่อม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดของแนวเชื่อม ลักษณะของการต่อที่นิยมใช้กันมี 5 แบบ คือ

1) รอยต่อชน (Butt Joint) เป็นการนำขอบของชิ้นงานสองชิ้นมาชนกัน โดยผิวของชิ้นงานทั้งสองอยู่ในระนาบเดียวกัน ลักษณะการต่อมีหลายแบบ ขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน เช่น ต่อชนไม่เว้นช่องว่างต่อชนไม่บากหน้างาน ต่อชนรูปตัววี เป็นต้น



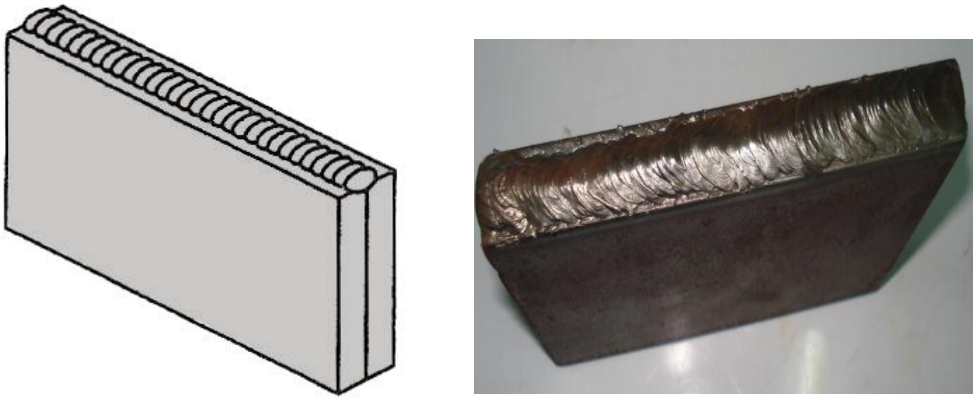
รูปที่ 5.54 แสดงลักษณะรอยต่อชน

2) รอยต่อเกย (Lap Joint) เป็นการนำชิ้นงานสองชิ้นวางซ้อนกันหรือเกยกัน รอยต่อแบบนี้ใช้กับการเชื่อมด้วยความต้านทานเชื่อมจุด หรือใช้แนวเชื่อมฟิลเล็ท (Fillet) หรือใช้รอยเชื่อมอุดรูหรืออุดร่อง



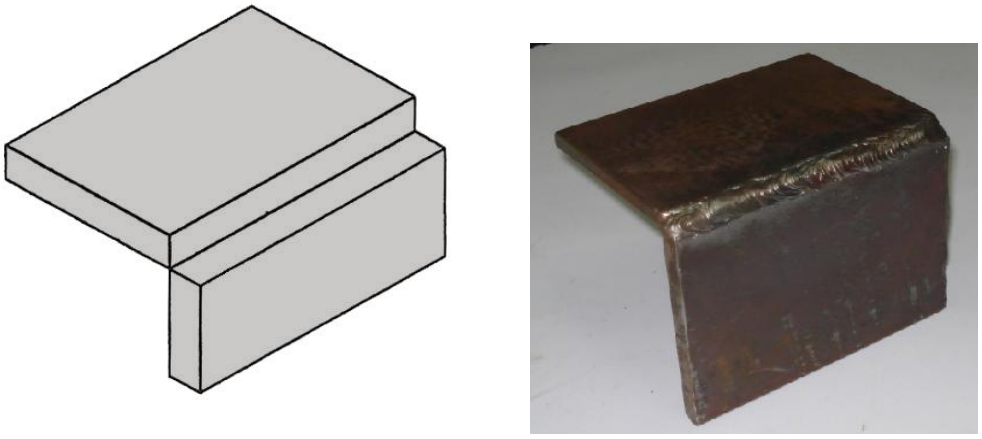
รูปที่ 5.55 แสดงลักษณะของรอยต่อเกย

3) รอยต่อขอบ (Edge Joint) เป็นการนำขอบของชิ้นงานสองชิ้นมาชนกัน ในลักษณะผิวของชิ้นงานทั้งสองมาทาบกันแนบชิดกัน ทำให้ขอบของชิ้นงานทั้งสองชิดกัน และขนานกันตลอดแนว เมื่อเชื่อมจะเชื่อมที่ผิวหน้าของขอบให้ติดกัน



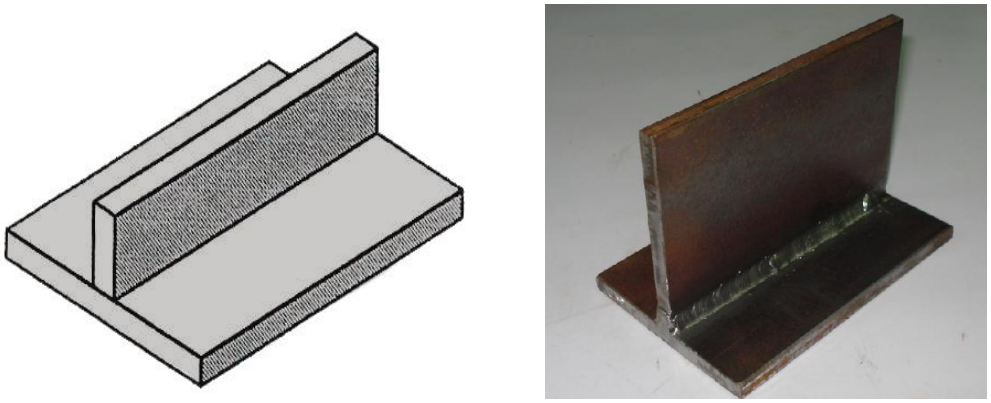
รูปที่ 5.56 แสดงลักษณะของรอยต่อขอบ

4) รอยต่อมุม (Corner Joint) เป็นการนำขอบของชิ้นงานสองชิ้นมาชนกัน โดยผิวของชิ้นงานทั้งสองทำมุมกันประมาณ 90 องศา ลักษณะการนำขอบของชิ้นงานมาชนกันมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน และการออกแบบ เช่น นำมุมต่อมุมวางชิดกัน ใช้ขอบวางเกยกันครึ่งต่อครึ่งหรือทับกันเต็มความหนา หรือจะบากหน้างาน



รูปที่ 5.57 แสดงลักษณะของรอยต่อมุม

5) รอยต่อตัวที (T-Joint) เป็นการนำขอบของชิ้นงานชิ้นหนึ่งตั้งบนผิวงานอีกชิ้นในลักษณะรูปตัวที ซึ่งจะบากขอบงานหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับความหนา แนวเชื่อมที่เกิดขึ้นบนรอยต่อแบบตัวทีเป็นแนวเชื่อมฟิลเล็ท (Fillet)

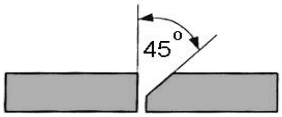
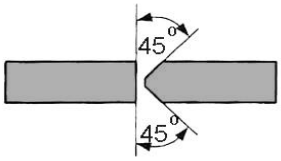
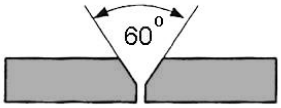
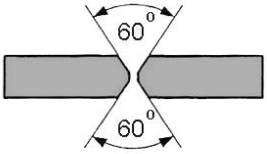
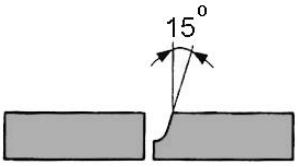
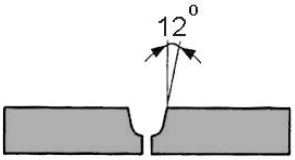
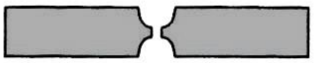


รูปที่ 5.58 แสดงลักษณะรอยต่อตัวที

5.10.2 การบากมุมรอยต่อ

การบากมุมรอยต่อ นิยมบากมุมกับโลหะชิ้นงานที่มีความหนาตั้งแต่ 3 ม.ม.ขึ้นไป เพื่อให้ความแข็งแรงกับรอยต่อที่ออกแบบไว้ โดยจะต้องมีความสัมพันธ์กันระหว่างความหนาและวิธีการบากมุมเพื่อเชื่อมให้เกิดความสมบูรณ์ และมีสมบัติเชิงกลตามที่ต้องการ

(นริศ ศรีเมฆ :พิชัยโอภาสอนันต์. 2551 : 15)

 ต่อชนบากด้านเดียว	 ต่อชนบากสองด้าน
 ต่อชนบากรูปตัววีด้านเดียว	 ต่อชนบากรูปตัววีสองด้าน
 ต่อชนบากรูปตัวเจด้านเดียว	ต่อชนบากรูปตัวเจสองด้าน
 ต่อชนบากรูปตัวยูด้านเดียว	 ต่อชนบากรูปตัวยูสองด้าน
ต่อชนไม่บาก	

รูปที่ 5.59 แสดงการบากมุมรอยต่อชนในงานเชื่อมอาร์ก

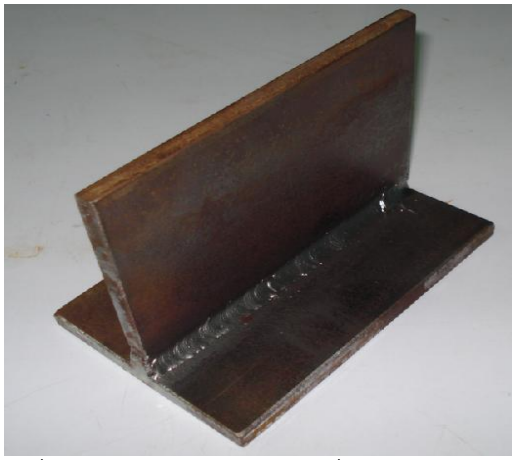
5.11 งานเชื่อมต่อตัวทีT-joint)

การต่อตัวที คือการนำชิ้นงานทั้งสองมาต่อกันโดยนำขอบของชิ้นงานชิ้นหนึ่งมาวางตั้งบนผิวหน้าของชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งเป็นรูปตัวที ชิ้นงานทั้งสองทำมุม 90 องศา ซึ่งกันและกันลักษณะแนวเชื่อมเป็นแบบฟิลเลท (ประภาส เกตุไทย : 2543 : 106)

5.11.1 ตำแหน่งการเชื่อมตัวทีท่าราบ (Flat Position) 1F

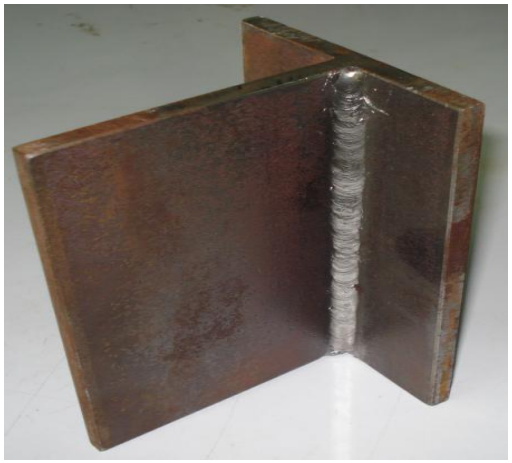
รูปที่ 5.60 แสดงตำแหน่งการเชื่อมตัวทีท่าราบ

5.11.2 ตำแหน่งการเชื่อมตัวทีท่าระดับ (Horizontal Position) 2F



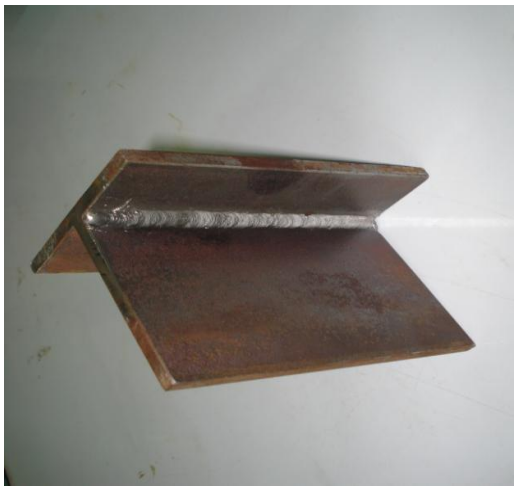
รูปที่ 5.61 แสดงตำแหน่งการเชื่อมตัวทีท่าระดับ

5.11.3 ตำแหน่งการเชื่อมตัวทีท่าตั้ง (Vertical Position) 3F



รูปที่ 5.62 แสดง ตำแหน่งการเชื่อมตัวทีท่าตั้ง

5.11.4 ตำแหน่งการเชื่อมตัวทีท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position) 4F

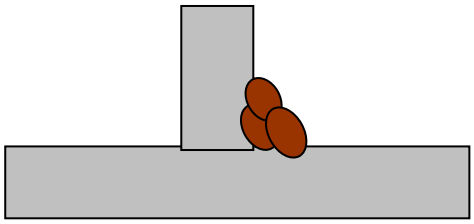


รูปที่ 5.63 แสดงตำแหน่งการเชื่อมตัวทีท่าเหนือศีรษะ

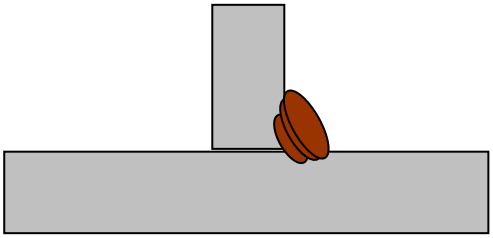
การเชื่อมต่อตัวที เป็นรอยต่ออีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก ซึ่งคล้ายกับการเชื่อมต่อเกยการเชื่อมต่อตัวที ถ้าชิ้นงานไม่หนาหรือไม่ต้องการความแข็งแรงมากนักก็เชื่อมเพียงแนวเดียว (Single pass) แต่ถ้าต้องการความแข็งแรงเพิ่มขึ้นให้เชื่อมหลายๆ แนวซ้อนกัน (Multiple- pass) หรือเชื่อมทั้งสองด้าน

ชิ้นงานที่มีความหนามากขึ้น และต้องการความแข็งแรงเพิ่มขึ้น สำหรับการเชื่อมต่อตัวทีจำเป็นต้องเชื่อมซ้อนกันหลายแนว จะได้แนวเชื่อมที่โต และแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งมีเทคนิคในการเชื่อม 2 วิธีคือ วิธีแรก เป็นการเชื่อมซ้อนเกยกันทีละแนวจนเต็มรอยต่อ หรือให้ได้ขนาดตามต้องการ ส่วนวิธีที่สองเป็นการเชื่อมส่ายลวดเชื่อมซ้อนทับ

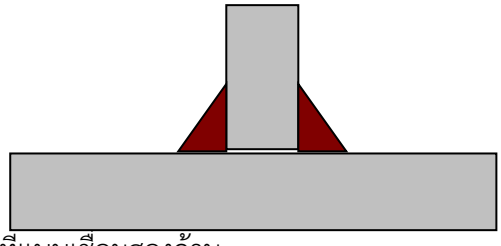
แนว คือแนวที่ 2 เชื่อมทับแนวที่ 1 แนวที่ 3 เชื่อมส่ายลวดทับแนวที่ 2 โดยทำการเชื่อมส่ายลวดซ้อนทับอย่างนี้ไป จนได้ขนาดความโตของแนวเชื่อมตามต้องการ



รูปที่ 5.64 แสดงการเชื่อมต่อตัวทีแบบซ้อนเกยกันหลายแนว



รูปที่ 5.65 แสดงการเชื่อมต่อตัวทีแบบส่ายลวดเชื่อมซ้อนทับแนว



รูปที่ 5.66 แสดงการเชื่อมต่อตัวทีแบบเชื่อมสองด้าน

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (×) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เหตุของการเกิดไฟฟ้าดูดขณะปฏิบัติงานเชื่อมเกิดจากข้อใดมากที่สุด
    ก. การปฏิบัติงานในบริเวณชื้นแฉะ
    ข. การปฏิบัติงานด้วยความประมาท
    ค. การปฏิบัติงานโดยใช้เครื่องมือผิดประเภท
    ง. การปฏิบัติงานโดยไม่สวมชุดป้องกันอันตราย
2. รังสีที่เกิดจากการเชื่อมไฟฟ้าชนิดใดที่มีอันตรายมากที่สุด
    ก. รังสีอุลตร้าไวโอเลต
    ข. รังสีอินฟราเรด
    ค. รังสีเอ็กซ์เรย์
    ง. รังสีเลเซอร์
3. ข้อใดคืออันตรายที่เกิดจากธรรมชาติของการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า (Inherent Hazards)
    ก. รังสีต่าง ๆ
    ข. ควันและฝุ่น
    ค. แก๊สพิษ
    ง. ไอพิษ
4. ข้อใดคือความหมายของการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
    ก. อาศัยความร้อนจากการอาร์กของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกัน โดยมีแก๊สปกคลุม
    ข. ลวดหุ้มฟลักซ์อาร์กกับชิ้นงานเกิดเป็นแนวเชื่อมโดยมีสแลกและแก๊สปกคลุมแนวเชื่อม
    ค. ลวดหุ้มฟลักซ์อาร์กกับชิ้นงานแล้วหลอมละลายรวมตัวกับแนวเชื่อม โดยมีสแลกคลุมแนวเชื่อม
    ง. ความร้อนจากการอาร์กของลวดหุ้มฟลักซ์กับชิ้นงานสร้างสแลกและแก๊สปกคลุมแนวเชื่อม
5. การปฏิบัติงานเชื่อม นอกจากมีจุดประสงค์ให้งานมีคุณภาพแล้วสิ่งที่ควรคำนึงถึงเป็นสำคัญคือ
    ก. ความร่วมมือกับผู้ร่วมงาน
    ข. ความปลอดภัยในการทำงาน
    ค. ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือ
    ง. ความสะดวกรวดเร็วในการปฏิบัติงาน
6. ในการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดควรทำอย่างไร

ก. สวมชุดหนัง

ข. สวมปลอกแขนหนัง

ค. สวมรองเท้าหนัง

ง. สวมถุงมือหนัง

7. รังสีชนิดใดที่ทำอันตรายต่อผิวหนัง และดวงตาของผู้ปฏิบัติงาน

ก. รังสีอุลตร้าไวโอเลต

ข. รังสีอินฟราเรด

ค. รังสีเอ็กซ์เรย์

ง. รังสีเลเซอร์

8. แก๊สที่เกิดขึ้นในขบวนการเชื่อมไฟฟ้าโดยทั่วไปคือ

ก. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ข. แก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์

ค. แก๊สไนโตรเจนออกไซด์

ง. แก๊สซัลเฟอร์ไดร์ออกไซด์

9. เสื้อผ้าที่ใช้กับช่างเชื่อม**ไม่ควร**ทำจากวัสดุใด

ก. ไนลอน

ข. ผ้าฝ้าย

ค. หนังสัตว์

ง. ขนสัตว์

10. ในการปฏิบัติงานโลหะแผ่นควรใช้ถุงมือชนิดใด

ก. ถุงมือหนังกันความร้อน

ข. ถุงมือหนังอ่อน

ค. ถุงมือยาง

ง. ถุงมือผ้า

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (×) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เหตุของการเกิดไฟฟ้าดูดขณะปฏิบัติงานเชื่อมเกิดจากข้อใดมากที่สุด
   - ก. การปฏิบัติงานในบริเวณชื้นแฉะ
   - ข. การปฏิบัติงานด้วยความประมาท
   - ค. การปฏิบัติงานโดยใช้เครื่องมือผิดประเภท
   - ง. การปฏิบัติงานโดยไม่สวมชุดป้องกันอันตราย
2. รังสีที่เกิดจากการเชื่อมไฟฟ้าชนิดใดที่มีอันตรายมากที่สุด
   - ก. รังสีอุลตร้าไวโอเลต
   - ข. รังสีอินฟราเรด
   - ค. รังสีเอ็กซ์เรย์
   - ง. รังสีเลเซอร์
3. ข้อใดคืออันตรายที่เกิดจากธรรมชาติของการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า (Inherent Hazards)
   - ก. รังสีต่าง ๆ
   - ข. ควันและฝุ่น
   - ค. แก๊สพิษ
   - ง. ไอพิษ
4. ข้อใดคือความหมายของการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
   - ก. อาศัยความร้อนจากการอาร์กของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกัน โดยมีแก๊สปกคลุม
   - ข. ลวดหุ้มฟลักซ์อาร์กกับชิ้นงานเกิดเป็นแนวเชื่อมโดยมีสแลกและแก๊สปกคลุมแนวเชื่อม
   - ค. ลวดหุ้มฟลักซ์อาร์กกับชิ้นงานแล้วหลอมละลายรวมตัวกับแนวเชื่อม โดยมีสแลกคลุมแนวเชื่อม
   - ง. ความร้อนจากการอาร์กของลวดหุ้มฟลักซ์กับชิ้นงานสร้างสแลกและแก๊สปกคลุมแนวเชื่อม
5. การปฏิบัติงานเชื่อม นอกจากมีจุดประสงค์ให้งานมีคุณภาพแล้วสิ่งที่ควรคำนึงถึงเป็นสำคัญคือ
   - ก. ความร่วมมือกับผู้ร่วมงาน

ข. ความปลอดภัยในการทำงาน

ค. ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือ

ง. ความสะดวกรวดเร็วในการปฏิบัติงาน

6. ในการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดควรทำอย่างไร

ก. สวมชุดหนัง

ข. สวมปลอกแขนหนัง

ค. สวมรองเท้าหนัง

ง. สวมถุงมือหนัง

7. รังสีชนิดใดที่ทำอันตรายต่อผิวหนัง และดวงตาของผู้ปฏิบัติงาน

ก. รังสีอุลตร้าไวโอเลต

ข. รังสีอินฟราเรด

ค. รังสีเอ็กซ์เรย์

ง. รังสีเลเซอร์

8. แก๊สที่เกิดขึ้นในขบวนการเชื่อมไฟฟ้าโดยทั่วไปคือ

ก. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ข. แก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์

ค. แก๊สไนโตรเจนออกไซด์

ง. แก๊สซัลเฟอร์ไดร์ออกไซด์

9. เสื้อผ้าที่ใช้กับช่างเชื่อม**ไม่ควร**ทำจากวัสดุใด

ก. ไนลอน

ข. ผ้าฝ้าย

ค. หนังสัตว์

ง. ขนสัตว์

10. ในการปฏิบัติงานโลหะแผ่นควรใช้ถุงมือชนิดใด

ก. ถุงมือหนังกันความร้อน

ข. ถุงมือหนังอ่อน

ค. ถุงมือยาง

ง. ถุงมือผ้า

	ใบงาน ที่ 5	**หน่วยที่** 5
	รหัสวิชา 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 7-10
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 **ชม.** **ปฏิบัติ** 12 **ชม.**
ชื่อเรื่อง กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเชื่อมไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.อธิบายหลักการเชื่อมไฟฟ้าได้

2.บอกองค์ประกอบในงานเชื่อมไฟฟ้าได้

3.จำแนกชนิดของรอยต่อในงานเชื่อมไฟฟ้าได้

4.วิเคราะห์หน้าที่และคุณสมบัติของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้

5.ประกอบติดตั้งชุดเชื่อมไฟฟ้าได้

6.ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าได้

7.ตระหนักถึงความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าตลอดเวลา

8.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน

2. ใบความรู้ที่ 5

3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนพร้อมแนะนำชี้แจงแผนการเรียน สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น เช่น ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ หลักการและแนวทางในการเรียน การประเมินผลการเรียน เพื่อความเข้าใจก่อนการเรียน และนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 5 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของพื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกถึงลักษณะที่พึงประสงค์ที่นักเรียนควรยึดถือและปฏิบัติ เช่น เรื่องการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานอย่างคุ้มค่า การเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ การช่วยเหลือแบ่งปันซึ่งกันและกัน การปฏิบัติงานด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต มุ่งมั่น ใช้เวลาอย่างคุ้มค่า หลักประชาธิปไตย การยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน และห่างไกลยาเสพติด เป็นต้น

3.ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 5

4.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 5

5.ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 5

6.ครูนำภาพตัวอย่างความปลอดภัยในการทำงานและความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สให้นักเรียนดูเพื่อให้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

7.ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน

8.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9.ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10.ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

8. สรุปและวิจารณ์ผล

กระบวนการเชื่อมอาร์กลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์นี้ ในบ้านเรานิยมเรียกว่า การเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งพัฒนามาจากการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมเปลือย โดยเริ่มแรกนั้นใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ทำการเชื่อมซึ่งผลของการเชื่อมจะให้คุณภาพต่ำ ต่อมาได้มีการพัฒนาฟลักซ์ขึ้นมาหุ้มลวดเชื่อมทำให้คุณภาพของงานเชื่อมดีขึ้นมา และสามารถนำไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) มาใช้ในการกระบวนการเชื่อมได้ สำหรับการใช้กระแสไฟทั้งสองชนิด จะให้คุณภาพการเชื่อมที่แตกต่างกัน ซึ่งควรที่จะได้ศึกษาถึงรายละเอียดของวงจรการเชื่อมตลอดจนเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ในการเชื่อม

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้

2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 5

รายวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **รหัสวิชา** 20100-1004

เรื่อง กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า

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		

สรุปผลการประเมิน ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ ....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล

หน่วยที่ 5 เรื่อง กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า

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.....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
		ยืดมั่นในสถาบันฯ	ยึดถือในอาชีพ	ความซื่อสัตย์	ความเสียสละ	จิตอาสา	ขยันและอดทน	ประหยัด	ซื่อสัตย์	MLW	เอกลักษณ์		
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** ... 6
	รหัสวิชา 20100-1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 11-12**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น	**ทฤษฎี 2 ชม.** **ปฏิบัติ 6 ชม.**
ชื่อเรื่อง/งาน ความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2 สมรรถนะย่อย.....

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....

2) วิธีประเมิน.....

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.1.1 บูรณาการกลุ่มอาชีพ การเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อม อุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการตัดโลหะแผ่น

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลหะแผ่นได้

2. บอกสาเหตุของความไม่ปลอดภัยในการทำงานได้

3. ใช้เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นได้

4. ตัดตรงโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดตรงได้

5.ตัดโค้งโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดโค้งได้

6.ตระหนักถึงความปลอดภัยในงานโลหะแผ่นตลอดเวลา

7.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. สาระการเรียนรู้

6. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ โลหะแผ่น
7. ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น
8. เครื่องมือที่ใช้ในงาน โลหะแผ่น
9. เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่น

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 6 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 6

3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 6

4. ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 6 ให้กับนักเรียน

5. ครูและนักเรียนเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

6. ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนและเตรียมคำถามด้านเนื้อหาที่เข้าใจไม่ชัดเจน

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ

8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9. ครูร่วมกับนักเรียนเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น หน่วยที่ 2

2. เครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส

3. โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พ้อยท์ (Power Point)

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอนของผู้สอน

2.ใบเช็ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนจัดการเรียนรู้

2.การตรวจประเมินผลงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

วิธีวัดผล

1.ประเมินแบบฝึกทักษะ

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้

3.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

4.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

5.การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1.แบบฝึกทักษะ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

3.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

4.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

5.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

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 6	**หน่วยที่ ... 6**
	รหัสวิชา 20100-1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 11-12**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น	**ทฤษฎี 2 ชม.** **ปฏิบัติ 6 ชม.**
ชื่อเรื่อง ความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการตัดโลหะแผ่น

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลหะแผ่นได้
2. บอกสาเหตุของความไม่ปลอดภัยในการทำงานได้
3. ใช้เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นได้
4. ตัดตรงโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดตรงได้

5.ตัดโค้งโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดโค้งได้

6.ตระหนักถึงความปลอดภัยในงานโลหะแผ่นตลอดเวลา

7.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เนื้อหาสาระ

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลหะแผ่น

ผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นเป็นงานที่ขึ้นรูปจากโลหะแผ่นบาง ซึ่งการต่อยึดนั้นจะมีวิธีการต่อยึดแตกต่างไปจากโลหะแผ่นหนา สำหรับผู้ที่เริ่มศึกษา และปฏิบัติเกี่ยวกับงานโลหะแผ่นนั้น จำเป็นต้องศึกษาพื้นฐานในงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นเสียก่อน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับโลหะแผ่น ขอบงาน การต่อโลหะแผ่นด้วยตะเข็บ และการบัดกรีโลหะแผ่น (นริศ ศรีเมฆ, พิชัย โอภาสอนันต์ : 2547 : 208)

6.1.1 ความรู้เกี่ยวกับโลหะแผ่น

โลหะแผ่น (Sheet Metal) หมายถึง โลหะที่ผ่านกระบวนการ(Process)จนกระทั่งเป็นแผ่นบาง โดยทั่วไปที่มีความหนาไม่เกิน $\frac{3}{16}$ นิ้ว (4.5 มิลลิเมตร) ถ้าหนามากกว่านี้เรียกว่า เหล็กแผ่น ส่วนความกว้าง และความยาวนั้น มีอยู่หลายขนาด ขนาดที่นิยมใช้กันมากในเมืองไทย คือ 36 × 96 นิ้ว (914×2,438 มิลลิเมตร) และ 48 × 96 นิ้ว (1,219×2,438 มิลลิเมตร) หรือ 3 × 8 ฟุต และ 4 × 8 ฟุต

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งตามประเภทของโลหะได้ 2 ชนิด ได้แก่ โลหะแผ่นที่เป็นเหล็ก (Ferrous Sheet Metals) และโลหะแผ่นที่ไม่ใช่เหล็ก (Non-ferrous Sheet Metals)

6.1.2 โลหะแผ่นที่เป็นเหล็ก

ในงานโลหะแผ่นโดยทั่วไปจะนิยมใช้โลหะแผ่นที่เป็นเหล็ก เพราะหาซื้อได้ง่าย ราคาถูก นำมาใช้งานต่าง ๆ ได้สะดวก โลหะแผ่นที่เป็นเหล็กยังแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ โลหะแผ่นเหล็กเปลือย (Uncoated Sheets Metal) กับโลหะแผ่นเหล็กที่เคลือบผิว (Coated Sheet Metal)

โลหะแผ่นเหล็กเปลือย เป็นโลหะแผ่นเหล็กที่ไม่ได้ทำการเคลือบผิว สามารถทำการตัดขึ้นรูป ขัดด้วยกระดาษทราย เชื่อมต่อ หรือตะไบได้ โลหะแผ่นเหล็กเปลือยที่ใช้กันทั่วไป คือ เหล็กแผ่นดำ (Black Iron)

โลหะแผ่นเหล็กเคลือบผิว เป็นโลหะแผ่นเหล็กที่เคลือบผิวภายนอกไว้โดยตลอด เพื่อให้ดูสวยงาม ทนต่อการกัดกร่อน และสะดวกในการใช้งานที่นิยมใช้กันมาก คือ แผ่นเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Sheet Metal) และแผ่นเหล็กอาบดีบุก (Tin Plate)

แผ่นเหล็กอาบสังกะสี เป็นเหล็กแผ่นอ่อน (Soft Steel Sheet) เคลือบผิวด้วยสังกะสี การที่แผ่นเหล็กอาบสังกะสีคงทนต่อการกัดกร่อนมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพการเกาะเคลือบผิวของสังกะสีกับแผ่นเหล็ก ส่วนแผ่นเหล็กอาบดีบุกจะเคลือบผิวด้วยดีบุกใช้ในการทำภาชนะบรรจุอาหาร

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นเหล็กอาบสังกะสีแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ ชนิดแผ่นเรียบ ชนิดลูกฟูกลอนใหญ่ และชนิดลูกฟูกลอนเล็ก

แผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่มีคุณภาพดี เมื่อนำไปหักงอหรือพับหลาย ๆ ครั้ง สังกะสีที่เคลือบผิวเหล็กจะไม่หลุดกะเทาะออก และสามารถบัดกรีได้ง่าย

แผ่นเหล็กอาบสังกะสีนิยมใช้กันมากเพราะ มีราคาถูก สะดวกในการใช้งาน เช่นใช้ทำระบบท่อระบายอากาศ หลังคาบ้าน ถังเก็บน้ำ และงานพวกผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ต่าง ๆ เป็นต้น ขนาดมาตรฐานของแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ที่นิยมใช้กันได้แก่ ขนาด 36 × 96 นิ้ว (914×2,438- มิลลิเมตร) และ 48 × 96 นิ้ว (1,219×2,438 มิลลิเมตร) หรือ 3 × 8 ฟุต และ 4 × 8 ฟุต

รูปที่ 6.1 แสดงแผ่นเหล็กอาบสังกะสี

ที่มา: www.kadnad.com/550557

6.1.3 โลหะแผ่นที่ไม่ใช่เหล็ก

โละแผ่นที่ไม่ใช่เหล็กเป็นโลหะแผ่นที่ไม่มีเหล็กผสมอยู่ โลหะแผ่นประเภทนี้ไม่ต้องเคลือบผิวป้องกันสนิมแต่อย่างใด ที่นิยมใช้กันมากในงานโลหะแผ่น ได้แก่ แผ่นทองแดง แผ่นอะลูมิเนียม และแผ่นสังกะสี เป็นต้น

แผ่นทองแดง (Copper) เป็นโลหะแผ่นเปลือย มีสีน้ำตาลปนแดง ทนต่อการกัดกร่อนได้สูง ในงานโลหะแผ่น นิยมใช้แผ่นทองแดงทำเครื่องมือเครื่องใช้โดยทั่วไปซึ่งมีความทนทาน ใช้งานได้หลายสิบปี แต่มีราคาค่อนข้างแพง

แผ่นอะลูมิเนียม (Aluminum) มีสมบัติพิเศษ คือ มีน้ำหนักเบา ทนต่อการกัดกร่อนและมีผิวสีขาวเป็นมัน น้ำหนักเบากว่าแผ่นเหล็กถึง 3 เท่า ดังนั้นจึงนิยมนำเอาแผ่นอะลูมิเนียมมาใช้แทนแผ่นเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Sheet) กันมาก ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นอะลูมิเนียมแบ่งตามความหนาได้ 2 ชนิด คือ อะลูมิเนียมแผ่นหนา (Plate) กับอะลูมิเนียมแผ่นบาง (Sheet)

แผ่นอะลูมิเนียมที่ใช้กันทั่วไปจะเป็นอะลูมิเนียมผสม คือมีโลหะธาตุอื่นผสมลงไป เพื่อทำให้เกิดความแข็งและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โลหะธาตุที่นำมาผสม เช่น ทองแดง แมงกานีส โครเมียม และซิลิกอน เป็นต้น แผ่นอะลูมิเนียมผสมโดยทั่วไปจะต้องมีอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ผสมอยู่อย่างน้อย 90%

6.2 ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น

ความปลอดภัยหมายถึง การดูแลป้องกัน ควบคุม ให้รอดพ้นปราศจากอุบัติภัยซึ่งอาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บ การสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินในการปฏิบัติงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นผู้ปฏิบัติงานต้องให้ความสำคัญกับ ความ

ปลอดภัยในการทำงานเป็นอันดับแรก เพราะงานด้านนี้ต้องปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับเครื่องมือ เครื่องจักร ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้อาจเกิดอันตราย หรืออุบัติเหตุต่าง ๆ ได้ สาเหตุสำคัญของความไม่ปลอดภัยในการทำงานมักเกิดจาก สาเหตุหลัก ๆ ดังนี้

1) สาเหตุจากผู้ปฏิบัติงาน ขาดการวางแผนการทำงาน ไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนวิธีการทำงาน ขาดความรอบคอบ ประมาท เลินเล่อ แต่งกายไม่รัดกุม ไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตราย เลือกใช้เครื่องมือ เครื่องจักรไม่เหมาะสมกับลักษณะงาน

2) สาเหตุจากเครื่องมือเครื่องจักร ก่อนการปฏิบัติงานต้องตรวจสอบ เครื่องมือ เครื่องจักร ให้มีความสมบูรณ์ไม่ชำรุด มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายหากเกิดข้อผิดพลาดจากการทำงานเกิดขึ้น

3) สาเหตุจากสภาพแวดล้อม ในโรงงาน หรือบริเวณปฏิบัติงานสภาพบรรยากาศในการทำงานต้องเหมาะสมเช่น แสงสว่างต้องเพียงพอ เสียงดังไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด มีฝุ่นละอองมาก มีกลิ่นเหม็น เหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุที่อาจเกิดความไม่ปลอดภัยในการทำงาน

6.2.1 ความปลอดภัยในการจัดเก็บและเคลื่อนย้ายโลหะแผ่น

การทำงานโลหะแผ่นที่มีกระบวนการขึ้นรูปจากโลหะแผ่น วัสดุที่จะนำมาขึ้นรูปส่วนใหญ่จะถูกตัดมาเป็นแผ่น หรือเป็นม้วน อันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขณะจัดเก็บ หรือเคลื่อนย้ายวัสดุ เพื่อนำไปผ่านขบวนการขึ้นรูปคือการได้รับบาดเจ็บจาก คมครีบแหลมของมุม และขอบโลหะแผ่นดังนั้นเมื่อต้องจัดเก็บ หรือเคลื่อนย้ายวัสดุโลหะแผ่นจึงควรปฏิบัติดังนี้

1) สวมถุงมือ และสวมใส่ชุดปฏิบัติงานให้รัดกุม

2) การเคลื่อนย้ายโลหะแผ่นที่เป็นม้วนให้จับม้วนโลหะแผ่นตั้งขึ้นใช้มือเอียงม้วนโลหะแผ่นแล้วใช้มืออีกข้างจับประคองหมุนม้วนโลหะให้เคลื่อนที่ไปตามที่ต้องการ

รูปที่ 6.2 แสดงชุดปฏิบัติงานโลหะแผ่น

3) ขณะคลี่ม้วนโลหะแผ่นออกให้ระวังอย่าจับตรงมุมของแผ่นโลหะเพราะมีความแหลมคมมาก อาจทิ่ม หรือบาดมือได้

รูปที่ 6.3 แสดงการสวมถุงมือเมื่อทำงานเกี่ยวกับโลหะแผ่น

4) บริเวณที่จะคลี่โลหะแผ่นออกต้องไม่มีใครยืนอยู่ใกล้ ๆ เพราะขณะคลี่แผ่นโลหะจะมีแรงดีดมาก ต้องใช้มือ และเข่ากดม้วนโลหะแผ่นให้ยุบลงเล็กน้อยเพื่อป้องกันแรงดีดจากม้วนโลหะแผ่น

รูปที่ 6.4 แสดงการคลี่แผ่นโลหะออกจากม้วน

5) แผ่นโลหะที่เหลือหรือไม่ต้องการใช้งานต่อไปให้ม้วนเก็บมัดด้วยลวดให้แข็งแรง ป้องกันการดีดตัวของโลหะแผ่น โดยให้ปมมัดลวดอยู่ด้านตรงข้ามกับปลายของแผ่นโลหะ

รูปที่ 6.5 แสดงการมัดม้วนเก็บโลหะแผ่น

6.2.2 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานโลหะแผ่น

การปฏิบัติงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นนั้นต้องอาศัย เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ช่วยเพื่อขึ้นรูปงานผลิตภัณฑ์ให้มีรูปร่างตามแบบที่กำหนดไว้ ซึ่งกระบวนการขึ้นรูปงานพื้นฐานของงานผลิตภัณฑ์ คือ การตัด การพับ การม้วน การตี การรีด การเจาะ ล้วนต้องใช้เครื่องมือ และเครื่องจักรทั้งสิ้น ถ้าผู้ปฏิบัติงานขาดความรู้ ขาดทักษะ หรือใช้เครื่องมือเครื่องจักร ไม่เหมาะสมกับลักษณะของงานอาจเกิดอันตรายในขณะทำงานได้ อันตรายที่พบ และมักเกิดขึ้น เช่น อันตรายจากการใช้เครื่องจักรที่เกิดขึ้นบริเวณมือ และบริเวณเท้า ได้แก่ เครื่องตัดนิ้ว เครื่องบีบมือ ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกระแทกศีรษะ เครื่องจักรทับเท้า เพื่อให้เกิดความปลอดภัย และเป็นการป้องกันอันตรายจากการทำงาน ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติดังนี้

1) ใช้เครื่องมือ เครื่องจักรให้ตรงตามหน้าที่และลักษณะการทำงาน

2) ชิ้นงานที่ตัดด้วยกรรไกรบริเวณขอบงานจะมีครีบแหลมคม ควรใช้ตะไบแต่งลบคมให้เรียบก่อนทุกครั้ง

3) ไม่ควรนำ เหล็กขีด ไขควง บรรทัดเหล็ก ใส่ในกระเป๋าเสื้อหรือประเป๋ากางเกง เพราะส่วนปลายของเครื่องมือมีความแหลมคม อาจไปถูกผู้ปฏิบัติ และเพื่อนร่วมงานได้

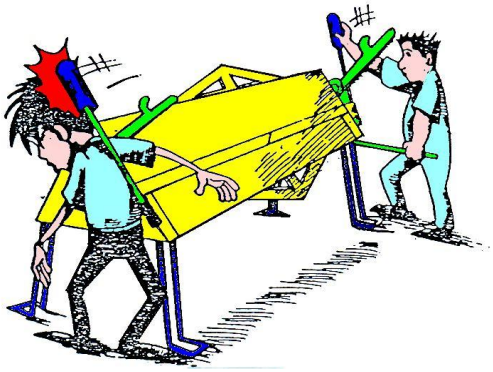
4) ผู้ปฏิบัติงานโลหะแผ่นควรสวมรองเท้าหุ้มส้น หรือรองเท้านิรภัยเพื่อป้องกันเศษโลหะ

รูปที่ 6.6 แสดงลักษณะรองเท้านิรภัย (Safety Shoes)

5) ไม่ควรใช้กรรไกรตัดแผ่นงานที่มีความหนามากเกินไป เพราะอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บจากแรงบีบกดที่มากเกินไป

รูปที่ 6.7 แสดงการตัดชิ้นงานที่มีความหนามากเกินไป

6) เมื่อต้องใช้เครื่องตัด เครื่องพับ เครื่องม้วน ต้องระวังอวัยวะของร่างกาย ให้พ้นจากการหมุน หรือให้พ้นจากรัศมีการทำงานของเครื่องจักรนั้น ๆ



รูปที่ 6.8 แสดงการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานกับเครื่องพับ

7) ไม่ใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักรที่ชำรุดเพราะอาจได้รับอันตรายได้

รูปที่ 6.9 แสดงอุบัติเหตุจากการใช้ค้อนชำรุด

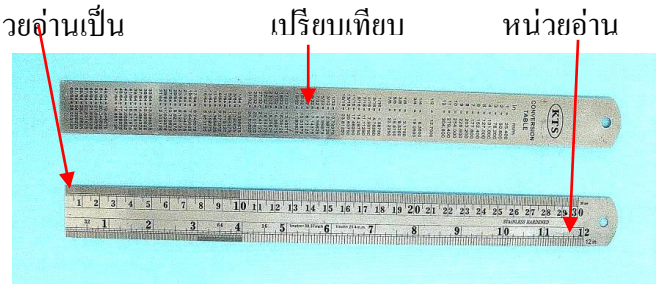
6.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น

ในงานปฏิบัติงานโลหะแผ่น นอกจากการศึกษาคุณสมบัติเพื่อเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมแล้ว เครื่องมือเครื่องจักรตลอดจนอุปกรณ์ในการทำงานต้องมีความทันสมัย สามารถใช้งานได้ตามความต้องการ เพื่อให้งานที่ผลิตได้ประสบผลสำเร็จ มีคุณภาพ เครื่องมือเครื่องจักรพื้นฐานในงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นแบ่งตามลักษณะการใช้งานเช่น เครื่องมือวัด และร่างแบบ เครื่องมือขึ้นรูปประกอบงาน เครื่องมืองานเจาะ เครื่องมืองานตัด เป็นต้น

เครื่องมืองานช่างผลิตภัณฑ์ หมายถึง สิ่งที่ใช้ในการซ่อม สร้าง และดัดแปลงเกี่ยวกับงานช่างได้แก่ การตัด การตอก การวัด การพับ การเจาะ การไส การประสาน การประกอบ การติดตั้ง เครื่องมือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับช่างทุกคน ดังนั้นก่อนที่ช่างจะทำงานต้องศึกษาเกี่ยวกับชื่อ ประเภท วิธีการใช้ การจัดเก็บ และบำรุงรักษาเครื่องมือให้ถูกต้องเหมาะสมกับงานแต่ละประเภท เพื่อสามารถเลือกใช้ และบำรุงรักษาเครื่องมือให้คงทน และปลอดภัยต่อตนเอง ทรัพย์สิน และเพื่อนร่วมงาน การทำงานช่าง สิ่งสำคัญคือ เครื่องมือ เพราะเครื่องมือจะช่วยให้การทำงานสะดวก รวดเร็ว บรรลุเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเครื่องมือในงานผลิตภัณฑ์แบ่งตามหน้าที่และลักษณะการทำงานได้ 2ประเภท คือเครื่องมือวัด และร่างแบบ กับเครื่องมือขึ้นรูปงานผลิตภัณฑ์

6.3.1 เครื่องมือวัดและร่างแบบ

1) บรรทัดเหล็ก (Steel Rule) เป็นเครื่องมือวัดอีกประเภทหนึ่งที่ใช้วัดความยาว และสำหรับขีดเส้นตรง มีความละเอียดเหมาะสมกับงานด้านโลหะแผ่นปัจจุบันนิยมทำด้วย สเตนเลส บรรทัดเหล็กแต่ละอันจะแบ่งความยาวออกเป็นช่วง ๆ แล้วแต่ระบบ เช่น ระบบอังกฤษ (นิ้ว) ระบบเมตริก (เซนติเมตร) หรืออาจมีทั้งสองระบบในบรรทัดเดียวกันก็ได้ ส่วนด้านหลังของบรรทัดเหล็กบางครั้งอาจมีตารางเปรียบเทียบความยาวของระบบเมตริกกับอังกฤษไว้ ความยาวของบรรทัดเหล็ก จะมีความยาวตั้งแต่ 6 นิ้ว (15 เซนติเมตร) 12 นิ้ว (30เซนติเมตร) 36 นิ้ว (90 เซนติเมตร) และ 48 นิ้ว (120 เซนติเมตร) เป็นต้น (สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ, สุชาติ กิจพิทักษ์: 2552 :142)



รูปที่ 6.10 แสดงลักษณะบรรทัดเหล็ก

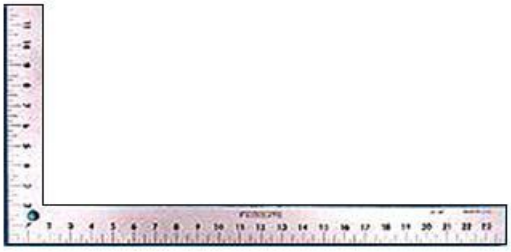
ตารางที่ 6.1 แสดงเปรียบเทียบหน่วยวัดความยาวระบบอังกฤษกับระบบเมตริก

ระบบอังกฤษ (นิ้ว)	ระบบเมตริก (มิลลิเมตร)	ระบบอังกฤษ (นิ้ว)	ระบบเมตริก (มิลลิเมตร)	ระบบอังกฤษ (นิ้ว)	ระบบเมตริก (มิลลิเมตร)
1	25.40	3/8	9.52	5/32	3.96
2	50.80	1/4	6.35	7/32	5.55
3	76.20	3/4	19.05	9/32	7.14
4	101.60	5/8	15.87	11/32	8 73
5	127.00	7/8	22.22	13/32	10.31
6	152.40	1/16	1.58	1 /32	11.90
7	177.80	3/16	4.76	17/32	13.49
8	203.20	7/16	11.11	19/32	15.08
9	228.60	9/16	14.28	23/32	18.25
10	254.00	11/16	17.46	25/32	19.84
11	279.40	13/16	20.63	27/32	21.43
12	304.80	15/16	23.81	29/32	23.01
1/2	12.70	1/32	0.79	31/32	24.60
1/8	3.17	3/32	2.38		

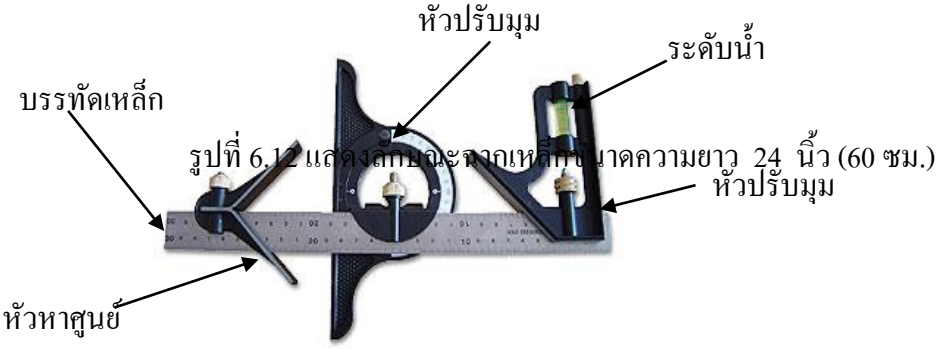
2) ตลับเมตร (Tape Rule) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวัดชิ้นงาน วัสดุ หรือระยะทางอย่างหยาบ ๆ สะดวกในการวัดงานยาว ๆ โดยปลายจะมีตะขอเกี่ยวชิ้นงาน และสามารถม้วนเก็บได้สะดวก เพราะทำจากเหล็กสปริง และมีปุ่มบังคับไม่ให้เคลื่อนที่เข้าออกได้ตามต้องการ ขนาดที่นิยมใช้มีตั้งแต่ 2 เมตร ถึง 5 เมตร สเกลสำหรับวัดมีทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบอังกฤษ (นิ้ว) และระบบเมตริก (เซนติเมตร)

รูปที่ 6.11 แสดงลักษณะตลับเมตร

3) ฉากเหล็ก (Framing Square) เป็นเครื่องมือที่ทำจากเหล็กเครื่องมือชุบแข็งใช้สำหรับร่างแบบ หรือวัดมุมฉากเหล็กที่ใช้ในงานโลหะแผ่นจะมีความยาวให้เลือกใช้หลายขนาดได้แก่ 8 × 12 นิ้ว (20 × 30 เซนติเมตร) 16 × 24 นิ้ว (40 × 60 เซนติเมตร) 18 × 24 นิ้ว (45 × 60 เซนติเมตร) การใช้งานฉากเหล็กใช้เพื่อตรวจสอบมุมฉากของโลหะแผ่นก่อนการร่าง หรือเขียนแบบลงบนชิ้นงาน



4) ฉากผสม (Combination Square) เป็นเครื่องมือที่รวมเครื่องมือหลาย ๆ อย่างเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อประโยชน์ใช้งานอย่างกว้าง ๆ ประกอบด้วยส่วนสำคัญสำหรับการใช้งาน 4 ส่วน



รูปที่ 6.12 แสดงลักษณะฉากเหล็กขนาดความยาว 24 นิ้ว (60 ซม.)

รูปที่ 6.13 แสดงลักษณะฉากผสม

(1) บรรทัดเหล็ก (Steel Rule) เป็นบรรทัดที่ทำจากเหล็กเครื่องมือชุบผิว ขัดมันมีมาตราวัดทั้งที่เป็นระบบอังกฤษวัดหน่วยเป็นนิ้ว และมาตราวัดระบบเมตริกหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร ขนาดความยาวของบรรทัดเหล็ก 10 นิ้ว หรือ 254 มิลลิเมตร ตรงกลางบรรทัดมีร่องเหลี่ยมตลอดลำตัวไว้สำหรับยึดบรรทัดเหล็กประกอบเข้ากับหัววัดมุมต่าง ๆ

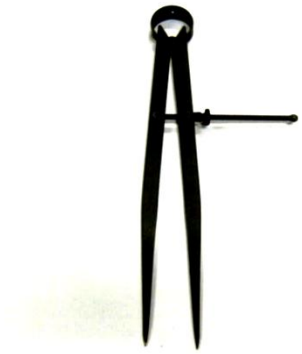
(2) หัววัดมุมฉาก (Square Head) เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากในการ ร่างแบบ ใช้สำหรับวัดมุม 45 และ 90 องศา มีระดับน้ำสำหรับวัดระดับชิ้นงานในแนวระนาบ สามารถเคลื่อนที่ไปมาในบรรทัดได้ การปรับระยะ หรือเลื่อนตำแหน่งของหัวมุมฉากทำได้โดยการขัน หรือคลาย และจะมีเหล็กขีดอยู่ในตัวด้วย

(3) หัวปรับแบ่งมุม (Protractor Head) เป็นเครื่องมือที่วัด หรือร่างแบบงานให้เป็นมุมต่าง ๆ โดยเริ่มตั้งแต่ มุม 0 ถึง 180 องศา นอกจากนี้ ยังใช้วัดระยะได้ตามต้องการ การใช้ให้ใช้รวมกับบรรทัดเหล็ก หัวหาศูนย์กลาง ทำจากเหล็กหล่อรูปตัว V มีมุมรวม 90 องศา และมีร่องที่สามารถใส่บรรทัดเหล็ก ให้เคลื่อนที่ไปมาเพื่อร่างแบบ และวัดระยะของชิ้นงานตามต้องการ

(4) หัวหาศูนย์ (Center Head) ใช้ประกอบเข้ากับลำตัวของบรรทัดเหล็ก เพื่อทำหน้าที่ หาเส้นผ่านศูนย์กลาง และหาจุดศูนย์ถ่วงของวัสดุทรงกลม หรือทรงกระบอก

(5) วงเวียน (Dividers) ใช้เขียนวงกลม หรือส่วนโค้งสำหรับงานโลหะแผ่นโดยเฉพาะ งานร่างแบบจึงจำเป็นต้องทำให้ขาวงเวียนแหลมทั้งสองข้าง เพื่อยึดกับจุดศูนย์กลางข้างหนึ่ง และปลายแหลมอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับเขียนส่วนโค้ง วงเวียนที่มีใช้โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

ก. วงเวียนขาสปริง การปรับระยะห่างของปลายขาทั้งสองข้างของวงเวียนชนิดนี้ สามารถปรับได้โดยขัน หรือคลายขาของวงเวียนจะเคลื่อนออก หรือเข้าหากันได้โดยสปริง จึงไม่ต้องดึงขาวงเวียนทั้งสองข้าง



รูปที่ 6.14 แสดงลักษณะวงเวียนขาสปริง

ข. วงเวียนขาตาย การปรับระยะห่างของปลายขาทั้งสองข้างของวงเวียน ชนิดนี้ สามารถปรับได้โดยขัน หรือคลาย และดึงขาวงเวียนออกทั้งสอง ข้างให้ได้ ตามต้องการ แล้วจึง ขันให้แน่น

รูปที่ 6.15 แสดงลักษณะวงเวียนขาตาย

ที่มา : www.raizo.com

ง. เหล็กขีด ทำหน้าที่คล้ายดินสอเพื่อขีดเขียนลงไปบนแผ่นโลหะในการร่างแบบต่าง ๆ เหล็กขีดจะต้องมีความแข็งกว่าโลหะแผ่น ส่วนมากจะนิยมใช้เหล็กกล้าคาร์บอน บริเวณปลายแหลมจะผ่านการชุบแข็ง เพื่อให้ทนต่อการสึกหรอ เหล็กขีดมีหลายลักษณะ

(ก)

(ข)

รูปที่ 6.16 แสดงลักษณะเหล็กขีด

6.3.2 เครื่องมือขึ้นรูปและพับโลหะแผ่น

1) ค้อน (Hammer) เป็นเครื่องมือที่จำเป็นมากสำหรับช่างโลหะ ค้อนสำหรับงานโลหะจะทำด้วยเหล็กกล้าชั้นดี ผ่านการชุบแข็งที่ผิวหน้า ไม่สึกหรอง่าย ด้ามค้อนทำด้วยไม้เนื้อแข็ง ค้อนมีขนาด รูปร่าง และน้ำหนักแตกต่างกันแล้วแต่ชนิด ซึ่งต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาด และชนิดของงาน การใช้ค้อนที่ด้ามหลวมหัวค้อนอาจหลุดกระเด็นเกิดอันตรายต่อ เพื่อนร่วมงานได้ ค้อนจึงเป็นเครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่ใช้กันมากในงานโลหะแผ่น และสามารถแยกออกเป็นประเภทต่าง ๆ แต่ละประเภทตามการใช้งานได้ดังนี้

(1) ค้อนหัวกลม (Ball Peen Hammer) หรือค้อนย้ำหัวหมุด (Riveting Hammer) เป็นค้อนที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป หัวด้านหนึ่งจะมีลักษณะเรียบใช้สำหรับเคาะหรือตอกเหล็กถ่ายแบบ หรือนำศูนย์ ด้านหัวจะมนกลมใช้สำหรับเคาะย้ำหัวหมุดย้ำ ขนาดที่นิยมใช้กัน โดยส่วนมากที่ใช้ คือขนาด 113 กรัม และ 170 กรัม

รูปที่ 6.17 แสดงลักษณะค้อนหัวกลม

(2) ค้อนย้ำหัวหมุด (Riveting Hammer) ลักษณะของหัวค้อนจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผิวหน้านูนเล็กน้อย ขอบทั้งสี่ด้านลบมุมคม ส่วนด้านหัวค้อนเรียวเข้าหากันใช้สำหรับเคาะขอบงานย้ำหมุดอะลูมิเนียมในงานโลหะ

รูปที่ 6.18 แสดงลักษณะค้อนย้ำหัวหมุด

(3) ค้อนย้ำตะเข็บ (Setting Hammer) ลักษณะหัวค้อนเป็นรูปสี่เหลี่ยมไม่ลบคม หัวด้านหน้าจะแบนเรียบ ส่วนด้านหลังจะเรียวเพียงด้านเดียวไว้สำหรับเคาะตะเข็บให้แน่นสวยงาม

รูปที่ 6.19 แสดงลักษณะค้อนย้ำตะเข็บ

(4) ค้อนเคาะขึ้นรูป (Raising Hammer) ลักษณะของค้อนชนิดนี้จะมีหัวค้อนที่มีรูปร่างแตกต่างกัน ใช้เคาะขึ้นรูปโลหะแผ่นกลมโค้ง

รูปที่ 6.20 แสดงลักษณะค้อนเคาะขึ้นรูป
ที่มา: www. evergreen-rentals.com

(5) ค้อนหัวอ่อน (Soft Face Hammer) หรือบางครั้งเรียกว่า Mallets หัวของค้อนจะทำจากวัสดุหลายชนิดทีมีความแข็งต่างกัน และมีรูปร่างแตกต่างกันออกไปส่วนมากจะทำด้วยวัสดุประเภทไม้ พลาสติก ยาง หรือโลหะอ่อน เช่น อะลูมิเนียม หรือทองแดง เป็นต้น

รูปที่ 6.21 แสดงลักษณะค้อนพลาสติก

ข้อควรระวังในการใช้ค้อน

1. เลือกชนิดและลักษณะของค้อนให้เหมาะสมกับงานที่ใช้
2. ไม่ควรใช้ค้อนที่ด้ามหลวม

3. อย่าทาน้ำมันหรือทำน้ำมันเปรอะเปื้อนด้ามค้อน
4. อย่าใช้ค้อนตีบนทั่งโดยไม่มีชิ้นงาน
5. การตีค้อนบนชิ้นงานต้องให้หน้าค้อนสัมผัสงานลงเต็มหน้า
6. การจับด้ามค้อนต้องจับให้มั่นคงบริเวณเกือบปลายด้ามอย่ากำจนแน่น

2) คีมพับตะเข็บ ลักษณะคล้ายกับคีมทั่วไป แต่ลักษณะของปากจะแบน กว้าง 3 ½ นิ้ว (114.30 มิลลิเมตร) และลึก 1 นิ้ว (25.40 มิลลิเมตร) เหมาะที่จะใช้ในการพับแผ่นโลหะนั้นด้วยมือ เมื่อแผ่นโลหะนั้นไม่สามารถพับได้ด้วยเครื่องจักร หรือใช้เวลาในการพับมาก คีมชนิดนี้เหมาะสำหรับพับตะเข็บข้อต่อของท่อส่งลม

รูปที่ 6.22 แสดงลักษณะคีมพับตะเข็บ

ที่มา : www.kfen.com

6.3.3 เครื่องมือสำหรับตัดและเจาะรูโลหะแผ่น

การตัดแยกวัสดุให้ขาดออกจากกันในงานโลหะแผ่นแบ่งการตัดขาดของเนื้อวัสดุออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การตัดเฉือน ได้แก่การตัดด้วยกรรไกรชนิดต่าง ๆ และการตัดโดยการกัดเนื้อโลหะออกเป็นเศษ ได้แก่การตัดด้วยเลื่อย และสกัด

1) กรรไกรตัดโลหะแผ่น (Snips) กรรไกรเป็นเครื่องมือช่างที่ใช้สำหรับตัดแยกโลหะแผ่นให้ขาดออกจากกัน ผลิตจากวัสดุประเภทเหล็กกล้าทำเครื่องมือ หรือเหล็กกล้าผสมสูง ที่มีความแข็งสูง สามารถตัดวัสดุเหล็กแผ่นอาบสังกะสี แผ่น เหล็กกล้า แผ่นเหล็กสเตนเลส และวัสดุอื่น ๆ ได้ กรรไกรที่ใช้ในงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นมีหลายชนิด สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

(1) กรรไกรตัดตรง (Straight Snips) เป็นกรรไกรที่มีใบตัดด้านในทั้งสองใบแบนเรียบ จึงทำให้ขณะตัดชิ้นงานจะช่วยประคองขอบงานให้เป็นเส้นตรง ตัดชิ้นงานเป็นแถบเส้นตรง ยาว ๆ ได้ดี ตัดแผ่นโลหะที่มีความหนาได้ถึงเบอร์ 18 (1 มิลลิเมตร) ขนาดของความยาวใบตัดของกรรไกรตัดตรงมีขนาดตั้งแต่ 2 นิ้ว - 4 นิ้ว หรือ 5- 10 เซนติเมตร ส่วนความยาวตลอดลำตัวของกรรไกรตัดตรงมีขนาดตั้งแต่ 7 นิ้ว - $15\frac{3}{4}$ นิ้ว หรือ 17 - 37 เซนติเมตร (177-381 มิลลิเมตร)

รูปที่ 6.23 แสดงลักษณะกรรไกรตัดตรง

ที่มา : www.toolstation.com

รูปที่ 6.24 แสดงการใช้กรรไกรตัดงานโลหะแผ่น

(2) กรรไกรตัดแบบผสม (Combination Snips) เป็นกรรไกรที่มีใบตัดด้านในเอียงโค้ง ใช้สำหรับตัดตรงเส้นโค้ง และรูปทรงที่ไม่สม่ำเสมอ ตัดแผ่นโลหะที่มีความหนาได้ถึงเบอร์ 24 มีหลายขนาด

รูปที่ 6.25 แสดงลักษณะกรรไกรตัดแบบผสม

ที่มา : www.olivergoodstuff.com

(3) กรรไกรแบบโทรเจน (Trojan Snips) มีลักษณะใบตัดเล็กยาว สามารถใช้ตัดในที่แคบ ๆ ได้ ตัดได้ทั้งแนวตรง และแนวโค้ง ใช้ตัดแผ่นโลหะที่มีความหนาได้ถึงเบอร์ 20

รูปที่ 6.26 แสดงลักษณะกรรไกรแบบโทรเจน

ที่มา : www.toolstation.com

(4) กรรไกรตัดโค้ง (Circle Snips) ใบตัดมีลักษณะโค้ง ใช้สำหรับตัดโค้ง ที่แผ่นเหล็กที่มีความหนาได้ถึงเบอร์ 22

รูปที่ 6.27 แสดงลักษณะกรรไกรตัดโค้ง

(5) กรรไกรเอวิเอชั่น (Aviation Snips or Airplane Snips) จะมีขนาดเดียว คือจะยาวทั้งหมดประมาณ 25 เซนติเมตร สามารถตัดโลหะแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 16 เป็นกรรไกรที่นิยมใช้มาก เพราะสามารถเลือกได้ 3 แบบ คือ ชนิดตัดตรง (Straight Cutting) สังเกตได้จากด้านบริษัทผู้ผลิตจะกำหนดไว้เป็นสีเหลือง ชนิดตัดโค้งซ้าย (Left Curve Cutting) ด้ามจะมีสีแดง ส่วนชนิดตัดโค้งขวา (Right Curve Cutting) ด้ามจะมีสีเขียว จึงควรทำความเข้าใจกันเสียก่อน เพื่อป้องกันในการสับสน ทิศทางการตัด กรรไกรตัดโค้งขวา ตัดไปทางขวา ตามเข็มนาฬิกา ส่วนกรรไกรตัดโค้งซ้าย ตัดไปทางซ้าย ทวนเข็มนาฬิกา

รูปที่ 6.28 แสดงลักษณะกรรไกรเอวิเอชั่น

(6) กรรไกรโยก (Bench Lever Shear) ลักษณะใบคมตัดออกแบบให้เป็นเส้นตรง มุมและแรงที่ใช้ในการตัดคงที่ ใบคมตัดสามารถถอดเปลี่ยนได้ การใช้งาน มีใบตัดซึ่งเป็นเหล็กแข็ง 2 ใบ คือใบล่าง และใบบน ใบตัดล่างจะยึดติดกับตัวโครงส่วนล่าง ส่วนใบตัดบนจะยึดติดกับโครงส่วนบน ซึ่งติดกับแขนคันโยก เคลื่อนที่ขึ้นลง ใช้สำหรับตัดเหล็กเส้นแบน เหล็กกลม เหล็กเหลี่ยม และเหล็กฉาก ความหนาตั้งแต่ 2 มิลลิเมตร ขึ้นไป

รูปที่ 6.29 แสดงลักษณะกรรไกรโยก

ที่มา : www. 2.blackwoods.com.au/in...D2026139

(7) กรรไกรไฟฟ้า (Electric Shear) เป็นเครื่องมือตัดโลหะแผ่นแบบเคลื่อนที่มีความสะดวกในการทำงาน การทำงานของกรรไกรไฟฟ้า ใบมีดล่างยึดติดกับแท่นรองรับ ใบมีดบนติดกับแกนเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ ทิศทางการตัดสมารถตัดได้ในแนวตรงแนวโค้ง รัศมีโค้งต่ำสุดได้ นิ้ว หรือ 19 มิลลิเมตร ตัดโลหะแผ่นเหล็กหนาได้ เบอร์ 14 หนา 2 มิลลิเมตรหากมีความจำเป็นต้องตัดโลหะแผ่นที่มีความหนาเกินที่กล่าว ต้องปรับระยะห่างของใบมีดให้เหมาะสมโดยศึกษาจากคู่มือการใช้งานของกรรไกรไฟฟ้า

รูปที่ 6.30 แสดงลักษณะกรรไกรไฟฟ้า

ที่มา : www. tools-plus.com/kett-k...200.html

(8) เครื่องเจาะรูด้วยมือ (Hand Punch) การเจาะรูบนโลหะแผ่นด้วยเครื่องเจาะรูด้วยมือเป็นการทำงานระหว่างแท่งพั๊นช์ (Punch) กับดาย (Die) ซึ่งเป็นตัวรองรับเมื่อออกแรงกดแท่งพั๊นช์จะทะลุผ่านดายทำให้ชิ้นงานเป็นรูตามขนาดความโตของแท่งพั๊นช์ สามารถเจาะโลหะแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 16 และสามารถเจาะรูได้หลายขนาดโดยการเปลี่ยนขนาดของ Punch และ Die

รูปที่ 6.31 แสดงลักษณะเครื่องเจาะรูด้วยมือ

ที่มา : www.hweiss.com

6.4 เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่น

6.4.1 เครื่องตัดตรง (Squaring Shears)

เป็นเครื่องจักรที่นิยมใช้กันมาก เป็นเครื่องจักรใช้สำหรับตัดตรงแผ่นโลหะให้ขาดออกจากกัน สามารถตั้งระยะการตัดโดยการใช้เท้าเหยียบ ตัดแผ่นโลหะได้ขนาดความหนาถึงเบอร์ 18 และที่นิยมใช้ คือ ขนาดความกว้าง 3 ฟุต (914 มิลลิเมตร) และ 4 ฟุต (1,219 มิลลิเมตร)หลักการทำงานของเครื่องประเภทนี้จะคล้ายกันโดยใบมีดด้านล่างจะยึดติดอยู่กับที่ในแนวระดับ ส่วนใบมีดบนจะเอียงในลักษณะที่มีจุด จุดเดียวที่สัมผัสกับใบมีดล่าง เมื่อกดใบมีดบนลงมาตรง ๆ ใบมีดจะเลื่อนผ่านเฉียดใบมีดล่างจากปลายด้านหนึ่งไป สุดปลายอีกด้านหนึ่ง เนื้อโลหะจะถูกเฉือนให้ขาดออกจากกันจากปลายด้านหนึ่งไปจนสุดปลายอีกด้านหนึ่ง (สุชาติ กิจพิทักษ์ : 2540 :76)

รูปที่ 6.32 แสดงลักษณะเครื่องตัดตรงชนิดเท้าเหยียบ

6.4.2 เครื่องตัดตรงขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (Power Squaring Shear)

เป็นเครื่องจักรตัดชนิดตัดตรงเช่นเดียวกับแบบใช้เท้าเหยียบ เพียงแต่เครื่องตัดชนิดนี้ จะใช้พลังงานไฟฟ้าทำให้มอเตอร์หมุนส่งกำลังไปขับกลไก ทำให้ใบมีดกดตัดลงตามต้องการ ในการตัดโลหะแผ่นด้วยเครื่องตัด ผู้ปฏิบัติงานต้องระวังเป็นอย่างมาก ต้องยืน และวางมือในตำแหน่งที่ถูกต้อง มิฉะนั้นอาจจะเกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงานได้ โดยเฉพาะนิ้วต้องระวังเป็นพิเศษ โดยลักษณะการตัดที่นิยมใช้กันมี 2 ลักษณะคือตัดตามกว้างได้ขนาด 120 เซนติเมตร (ดังรูป ก)และตัดตามกว้างได้ขนาด 240 เซนติเมตร (ดังรูป ข)

(ก)

(ข)

รูปที่ 6.33 แสดงลักษณะเครื่องตัดตรงขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

ที่มา : www.rollfab.com

6.4.3 เครื่องพับ (Folder and Barker)

เป็นเครื่องจักรที่ช่วยการทำงานโลหะแผ่นเกี่ยวกับการพับขึ้นรูปได้อย่างรวดเร็ว เพื่อเป็นมุมต่าง ๆ ตามต้องการ และมีขนาดหลายรูปแบบเครื่องพับที่นิยมใช้กันมีอยู่ 2 ประเภท ดังนี้

Folder เป็นเครื่องพับที่เหมาะสมสำหรับการพับขอบ หรือตะเข็บ เพราะสามารถตั้งระยะ และตั้งมุมได้ตามต้องการ

รูปที่ 6.34 แสดงลักษณะการใช้เครื่องพับแบบ Folder

Barker เป็นเครื่องที่สามารถพับงานได้ทั่ว ๆ ไปสามารถพับขอบโลหะแผ่นได้โดยไม่จำกัดความกว้างของขอบงาน และยังพับโลหะแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 18 และมีหลายรูปแบบให้เลือกใช้ตามต้องการ เครื่องพับบางรุ่นสามารถถอดฟันออก เพื่อสะดวกในการพับขอบกล่องได้อีกด้วย

รูปที่ 6.35 แสดงลักษณะเครื่องพับแบบ Barker

6.4.3 เครื่องม้วน

เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการม้วนโลหะแผ่น หรือม้วนให้เป็นรูปทรงกระบอก หรือม้วนขึ้นเป็นท่อเรียวก็ได้ โดยการหมุนลูกกลิ้ง 3 ลูก ซึ่งเป็นโลหะแท่งกลมตัน ลูกกลิ้งหน้า 2 ลูก ทำหน้าที่บีบ และป้อนแผ่นโลหะจะดึงแผ่นโลหะเข้ามาส่วนลูกกลิ้งตัวที่ 3 ที่อยู่ด้านล่างจะกดชิ้นงานให้โค้งงอตามต้องการโดยการขันสกรูนัตด้วยมือ และด้านข้างของลูกกลิ้งจะมีร่องไว้สำหรับม้วนชิ้นงานที่เป็นเส้นได้อีกด้วย สามารถม้วนโลหะแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 16 และเส้นลวด หรือเหล็กเส้นขนาด 15 มิลลิเมตร (สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ,สุชาติ กิจพิทักษ์ : 2552 :181)

รูปที่ 6.36 แสดงลักษณะเครื่องม้วน

6.4.4 เครื่องตัดเจาะรูหลายหัว (Turret Punch)

เป็นเครื่องรูกลมบนโลหะแผ่นโดยแท่งพั๊นซ์ (Punch) กับดาย (Die) ที่มีขนาดต่าง ๆ กันอยู่ในเครื่องเดียวกัน

รูปที่ 6.37 แสดงลักษณะเครื่องตัดเจาะหลายหัว (Turret Punch)

6.4.5 เครื่องตัดมุม (Notcher)

เป็นเป็นเครื่องตัดโลหะแผ่นที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ตัดบากงานให้เป็นมุมฉาก หรือมุมขนาดต่าง ๆ

รูปที่ 6.38 แสดงลักษณะเครื่องตัดมุม (Notcher)

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (□) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. โลหะแผ่นที่ทนต่อการกัดกร่อนของกรดได้ดีคือข้อใด
   - ก. เหล็กอาบสังกะสี
   - ข. แผ่นอลูมิเนียม
   - ค. แผ่นเหล็ก
   - ง. แผ่นดีบุก
2. โลหะแผ่นที่มีความหนาน้อยที่สุดในที่นี้คือข้อใด
   - ก. เหล็กอาบสังกะสี เบอร์ 28
   - ข. เหล็กอาบสังกะสี เบอร์ 24

ค. เหล็กแผ่น เบอร์ 16

ง. ทองแดงหนา 1/16 นิ้ว (1.58 มิลลิเมตร)

3. ต้องการย้ำหัวหมุดย้ำ เราควรเลือกใช้ค้อนชนิดใด

ก. ค้อนหัวกลม

ข. ค้อนหัวอ่อน

ค. ค้อนหนัง

ง. ค้อนพลาสติก

4. ต้องการตัดชิ้นงานเหล็กเส้นแบนหนา 1/8 นิ้ว (3.17 มิลลิเมตร) กว้าง 2 นิ้ว (50.80 มิลลิเมตร) ควรใช้เครื่องตัดในข้อใด

ก. เครื่องตัดมุม

ข. กรรไกรโยก

ค. กรรไกรตัดตรง

ข. เครื่องตัดตรงใช้เท้าเหยียบ

5. การตัดแผ่นโลหะที่เป็นเส้นโค้งไปมาควรใช้เครื่องมือชนิดใด

ก. สว่านเจาะตามขอบเส้น

ข. กรรไกรตัดตรง

ค. กรรไกรไฟฟ้า

ง. สกัด

6. กรรไกรตัดตรง ถ้าบริเวณลำตัวของกรรไกรไม่ได้บอกไว้ ผู้ปฏิบัติงานสามารถสังเกตได้จากอะไร

ก. สังเกตจากด้ามของกรรไกรซึ่งมีลักษณะตรง

ข. สังเกตจากปากของกรรไกรซึ่งมีลักษณะตรง

ค. สังเกตจากบริเวณคมตัดที่สัมผัสกันลงมายังด้านล่าง จะมีลักษณะเรียบตรง

ง. สังเกตจากบริเวณคมตัดที่สัมผัสกันลงมายังด้านล่าง จะมีลักษณะโค้งนูน

7. กรรไกรอะเวียชันตัดโค้งซ้ายพลาสติกที่สวมอยู่บริเวณด้ามจะมีสีแดง ส่วนตัดโค้งขวาพลาสติกที่สวมอยู่จะมีสีเขียว ถ้าหากผู้ใช้จำสีไม่ได้ สามารถพิจารณาแยกโค้งซ้าย หรือโค้งขวาจากอะไร

ก. สังเกตจากส่วนปลายของปากกรรไกรว่าโค้งไปทางใด

ข. สังเกตจากปากกรรไกร ถ้าปากที่ต่ำอยู่ทางซ้าย ก็คือกรรไกรตัดโค้งซ้าย

ค. สังเกตจากทดลองตัดว่าเป็นคมตัดโค้งชนิดใด

ง. พิจาณาตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ลำตัวกรรไกร

8. ชิ้นงานโลหะแผ่นหนา 5 มิลลิเมตร ควรเลือกใช้การเจาะรูด้วยวิธีใด
    ก. ใช้ดอกสว่านเจาะด้วยเครื่องเจาะ
    ข. ใช้กรรไกรงานหนักตัดโค้ง
    ค. ใช้สกัดตัดและแต่งด้วยตะไบ
    ง. ทำการเจาะด้วย Punch
9. การวัดความหนาของโลหะแผ่นโดยทั่วไปเราใช้เครื่องมือชนิดใด
    ก. เวอร์เนียร์ คาลิบเปอร์
    ข. U.S. Standard Gage
    ค. ไมรโครมิเตอร์
    ง. Steel Rule
10. เหตุใดจึงต้องสวมถุงมือในการเคลื่อนย้ายโลหะแผ่นบาง
    ก. เพื่อป้องกันอันตราย
    ข. เพื่อความสะดวกในการทำงาน
    ค. เพื่อช่วยในการเคลื่อนย้ายโลหะแผ่นได้ง่าย
    ง. เพื่อช่วยในการจับยึดโลหะแผ่นได้ง่าย

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (□) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. โลหะแผ่นที่ทนต่อการกัดกร่อนของกรดได้ดีคือข้อใด
    ก. เหล็กอาบสังกะสี
    ข. แผ่นอลูมิเนียม
    ค. แผ่นเหล็ก
    ง. แผ่นดีบุก

2. โลหะแผ่นที่มีความหนาน้อยที่สุดในที่นี้คือข้อใด

ก. เหล็กอาบสังกะสี เบอร์ 28

ข. เหล็กอาบสังกะสี เบอร์ 24

ค. เหล็กแผ่น เบอร์ 16

ง. ทองแดงหนา 1/16 นิ้ว (1.58 มิลลิเมตร)

3. ต้องการย้ำหัวหมุดย้ำ เราควรเลือกใช้ค้อนชนิดใด

ก. ค้อนหัวกลม

ข. ค้อนหัวอ่อน

ค. ค้อนหนัง

ง. ค้อนพลาสติก

4. ต้องการตัดชิ้นงานเหล็กเส้นแบนหนา 1/8 นิ้ว (3.17 มิลลิเมตร) กว้าง 2 นิ้ว (50.80 มิลลิเมตร) ควรใช้เครื่องตัดในข้อใด

ก. เครื่องตัดมุม

ข. กรรไกรโยก

ค. กรรไกรตัดตรง

ข. เครื่องตัดตรงใช้เท้าเหยียบ

5. การตัดแผ่นโลหะที่เป็นเส้นโค้งไปมาควรใช้เครื่องมือชนิดใด

ก. สว่านเจาะตามขอบเส้น

ข. กรรไกรตัดตรง

ค. กรรไกรไฟฟ้า

ง. สกัด

6. กรรไกรตัดตรง ถ้าบริเวณลำตัวของกรรไกรไม่ได้บอกไว้ ผู้ปฏิบัติงานสามารถสังเกตได้จากอะไร

ก. สังเกตจากด้ามของกรรไกรซึ่งมีลักษณะตรง

ข. สังเกตจากปากของกรรไกรซึ่งมีลักษณะตรง

ค. สังเกตจากบริเวณคมตัดที่สัมผัสกันลงมายังด้านล่าง จะมีลักษณะเรียบตรง

ง. สังเกตจากบริเวณคมตัดที่สัมผัสกันลงมายังด้านล่าง จะมีลักษณะโค้งนูน

7. กรรไกรอะเวียชันตัดโค้งซ้ายพลาสติกที่สวมอยู่บริเวณด้ามจะมีสีแดง ส่วนตัดโค้งขวาพลาสติกที่สวมอยู่จะมีสีเขียว ถ้าหากผู้ใช้จำสีไม่ได้ สามารถพิจารณาแยกโค้งซ้าย หรือโค้งขวาจากอะไร

ก. สังเกตจากส่วนปลายของปากกรรไกรว่าโค้งไปทางใด

ข. สังเกตจากปากกรรไกร ถ้าปากที่ต่ำอยู่ทางซ้าย ก็คือกรรไกรตัดโค้งซ้าย

ค. สังเกตจากทดลองตัดว่าเป็นคมตัดโค้งชนิดใด

ง. พิจาณาตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ลำตัวกรรไกร

8. ชิ้นงานโลหะแผ่นหนา 5 มิลลิเมตร ควรเลือกใช้การเจาะรูด้วยวิธีใด

ก. ใช้ดอกสว่านเจาะด้วยเครื่องเจาะ

ข. ใช้กรรไกรงานหนักตัดโค้ง

ค. ใช้สกัดตัดและแต่งด้วยตะไบ

ง. ทำการเจาะด้วย Punch

9. การวัดความหนาของโลหะแผ่นโดยทั่วไปเราใช้เครื่องมือชนิดใด

ก. เวอร์เนียร์ คาลิบเปอร์

ข. U.S. Standard Gage

ค. ไมรโครมิเตอร์

ง. Steel Rule

10. เหตุใดจึงต้องสวมถุงมือในการเคลื่อนย้ายโลหะแผ่นบาง

ก. เพื่อป้องกันอันตราย

ข. เพื่อความสะดวกในการทำงาน

ค. เพื่อช่วยในการเคลื่อนย้ายโลหะแผ่นได้ง่าย

ง. เพื่อช่วยในการจับยึดโลหะแผ่นได้ง่าย

	ใบงาน ที่ 6	**หน่วยที่** 6
	รหัสวิชา 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 11-12
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น	**ทฤษฎี** 2 **ชม.** **ปฏิบัติ** 6 **ชม.**
ชื่อเรื่อง ความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการตัดโลหะแผ่น

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลหะแผ่นได้

2. บอกสาเหตุของความไม่ปลอดภัยในการทำงานได้

3. ใช้เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นได้

4. ตัดตรงโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดตรงได้

5.ตัดโค้งโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดโค้งได้

6.ตระหนักถึงความปลอดภัยในงานโลหะแผ่นตลอดเวลา

7.มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน

2. ใบความรู้ที่ 6

3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนพร้อมแนะนำชี้แจงแผนการเรียน สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น เช่น ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ หลักการและแนวทางในการเรียน การประเมินผลการเรียน เพื่อความเข้าใจก่อนการเรียน และนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 6 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของพื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกถึงลักษณะที่พึงประสงค์ที่นักเรียนควรยึดถือและปฏิบัติ เช่น เรื่องการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานอย่างคุ้มค่า การเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ การช่วยเหลือแบ่งปันซึ่งกันและกัน การปฏิบัติงานด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต มุ่งมั่น ใช้เวลาอย่างคุ้มค่า หลักประชาธิปไตย การยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน และห่างไกลยาเสพติด เป็นต้น

3.ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 6

4.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 6

5.ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 6

6.ครูนำภาพตัวอย่างความปลอดภัยในการทำงานและความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สให้นักเรียนดู เพื่อให้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

7.ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน

8.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9.ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10.ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

8. สรุปและวิจารณ์ผล

การทำงานโลหะแผ่น หมายถึง การทำงานเกี่ยวกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยโลหะแผ่นที่มีความหนาตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย มอก. 528-2540 หนาไม่เกิน 4.8 มิลลิเมตร หรือ 3/16 นิ้ว ซึ่งในการขึ้นรูปงานต้องใช้เครื่องมือ และเครื่องจักรช่วยให้งานผลิตภัณฑ์สำเร็จเป็นผลงานตามความต้องการ อีกทั้งยังต้องอาศัยความรู้ในการพับขอบงานให้มีความแข็งแรงสวยงาม เรียบร้อย การต่อประกอบชิ้นงานเข้าตะเข็บงาน ซึ่งในการปฏิบัติงานนั้นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญด้วย

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 6

รายวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **รหัสวิชา** 20100-1004

เรื่อง ความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น

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 6 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นในงานโลหะแผ่น

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ - นามสกุล	การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน					รวมคะแนน
		การสนใจเรียน	การแสดงความคิดเห็น	การตอบคำถาม	การยอมรับฟังคนอื่น	ทำงานตามที่ครู	

																		มอบหมาย				
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

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 .....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ใฝ่เรียนรู้	มีวินัย	ความซื่อสัตย์	จิตอาสา	ขยันและรับผิดชอบ	ประหยัด	สุภาพ	ตรงต่อเวลา			
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย	**ทฤษฎี 2 ชม.** **ปฏิบัติ 6 ชม.**
ชื่อเรื่อง/งาน การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2 สมรรถนะย่อย.....

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....

2) วิธีประเมิน.....

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.1.1 บูรณาการกลุ่มอาชีพ การเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อม อุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการตัดโลหะแผ่น

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลหะแผ่นได้
2. บอกสาเหตุของความไม่ปลอดภัยในการทำงานได้
3. ใช้เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นได้
4. ตัดตรงโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดตรงได้
5. ตัดโค้งโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดโค้งได้
6. ตระหนักถึงความปลอดภัยในงานโลหะแผ่นตลอดเวลา
7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. สาระการเรียนรู้

1. หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่
2. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน
3. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 7 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย

2. ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 7

3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 7

4. ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 7 ให้กับนักเรียน

5. ครูและนักเรียนเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

6. ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนและเตรียมคำถามด้านเนื้อหาที่เข้าใจไม่ชัดเจน

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ

8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9. ครูร่วมกับนักเรียนเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น หน่วยที่ 7

2. เครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส

3. โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พ้อยท์ (Power Point)

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอนของผู้สอน

2.ใบเช็ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนจัดการเรียนรู้

2.การตรวจประเมินผลงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

วิธีวัดผล

1.ประเมินแบบฝึกทักษะ

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้

3.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

4.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

5.การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1.แบบฝึกทักษะ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

3.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

4.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

5.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

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

.....

.....

	รหัสวิชา 20100-1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 13-14**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย	**ทฤษฎี 2 ชม.** **ปฏิบัติ 6 ชม.**
ชื่อเรื่อง การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการตัดโลหะแผ่น

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลหะแผ่นได้
2. บอกสาเหตุของความไม่ปลอดภัยในการทำงานได้
3. ใช้เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นได้
4. ตัดตรงโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดตรงได้
5. ตัดโค้งโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดโค้งได้
6. ตระหนักถึงความปลอดภัยในงานโลหะแผ่นตลอดเวลา
7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เนื้อหาสาระ

หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่

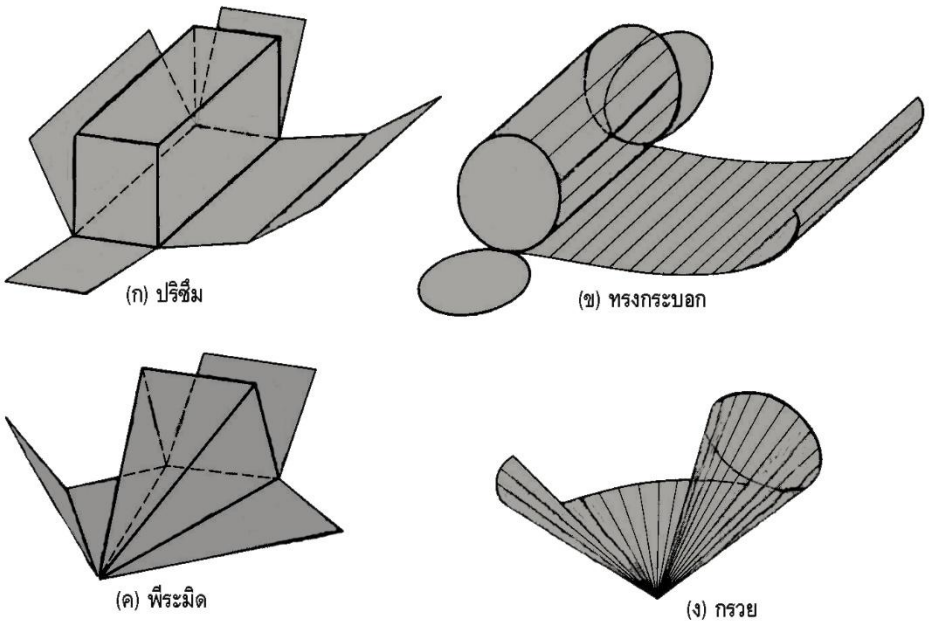
หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่ คือ การเขียนแบบบนโลหะแผ่นแบนราบก่อนที่จะนำแผ่นโลหะนั้นมาขึ้นรูปเป็นชิ้นงานที่มีรูปทรงสามมิติตามรูปร่าง ลักษณะ และขนาดที่กำหนด การเขียนแบบแผ่นคลี่ จะเป็นการวางแผนล่วงหน้าก่อนที่จะมีการปฏิบัติงานทำผลิตภัณฑ์จากโลหะแผ่นการเขียนแบบแผ่นคลี่ ในงานโลหะแผ่นนั้น ในเบื้องต้นผู้ปฏิบัติงานจะต้องพิจารณารูปร่างลักษณะผลิตภัณฑ์ก่อนว่าเป็นรูปร่างอะไร มีการประกอบยึดให้เหมาะสมกับลักษณะ และวัสดุงาน เช่น ถ้าชิ้นงานมีความหนาอาจใช้วิธีการเชื่อมยึด หรือถ้าชิ้นงานบางอาจใช้การบัดกรี หรือการเข้าตะเข็บเป็นต้น งานโลหะแผ่นที่มีการเขียนแบบแผ่นคลี่จะเป็นการลดค่าใช้จ่าย และลดการสูญเสียต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้เมื่อขึ้นรูปโลหะ

การเขียนแบบแผ่นคลี่เพื่อใช้ในงานโลหะแผ่น (Sheet Metal Drawing) มีหลายวิธีการเลือกว่าวิธีใดจะเหมาะสมกับการปฏิบัติงานขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้เพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องมือเครื่องจักรที่มีอยู่บางแบบอาจจะใช้วิธีการเขียนแบบเพียงวิธีการเดียว และงานบางชิ้นอาจจะนำเอาหลาย ๆ วิธีการมาประยุกต์เขียนร่วมกัน ผู้ที่ทำการเขียนแบบแผ่นคลี่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ดีจะต้องมีความเข้าใจ และรู้จักตะเข็บแบบต่าง ๆ ในงานโลหะแผ่นเป็นอย่างดี ทั้งนี้เพื่อความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น ความสวยงาม และความปลอดภัยในการใช้งาน

ในการเขียนแบบแผ่นคลี่ ถ้าเป็นแบบที่ไม่ซับซ้อน เราสามารถที่จะเขียนลงบนแผ่นงานโลหะได้เลย เรียกว่าเป็นการเขียนแบบอย่างง่ายด้วยการแผ่ชิ้นงานออกมาทุกด้านให้เป็นแผ่นแบนราบอยู่ในระนาบเดียวกันหมด แล้วสร้างแบบที่มีรูปทรงง่าย ๆ ได้โดยเผื่อระยะเข้าขอบลวด และการเผื่อตะเข็บต่าง ๆ ทั้งนี้แบบแผ่นคลี่จะต้องแสดงส่วนที่ตัดทิ้ง และรอยที่ต้องการพับขึ้นรูปแต่ถ้าหากว่าเป็นงานที่มีความซับซ้อนหรือยุ่งยาก ควรเขียนในกระดาษเขียนแบบก่อนแล้วนำแบบไปถ่ายลงบนแผ่นโลหะแล้วติดแผ่นโลหะตามแบบเพื่อใช้ในการปฏิบัติต่อไป (นริศ ศรีเมฆ. 2547 : 284)

วิธีการเขียนแบบแผ่นคลี่

การเขียนแบบแผ่นคลี่ คือการเขียนแบบลงบนโลหะแผ่นก่อนนำไปขึ้นรูปชิ้นงานที่รูปทรงสามมิติตามรูปร่าง ลักษณะ และขนาดที่กำหนด การเขียนแบบแผ่นคลี่จะเป็นการวางแผนล่วงหน้าก่อนที่จะมีการปฏิบัติงาน ถ้าไม่ เขียนแบบแผ่นคลี่ การใช้เครื่องมือ เครื่องจักร การพับประกอบขึ้นรูปจะไม่เกิดขึ้น การเขียนแบบแผ่นคลี่ก่อนอื่นต้องทราบผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จก่อนว่ามีรูปร่างลักษณะอย่างไร มีการประกอบยึดด้วยวิธีใด แล้วจึงนำมาวางแผนการคลี่ และออกแบบรอยต่อ เช่น การคลี่ผลิตภัณฑ์รูปปริซึม รูปท่อทรงกระบอก รูปทรงพีระมิด และรูปกรวย



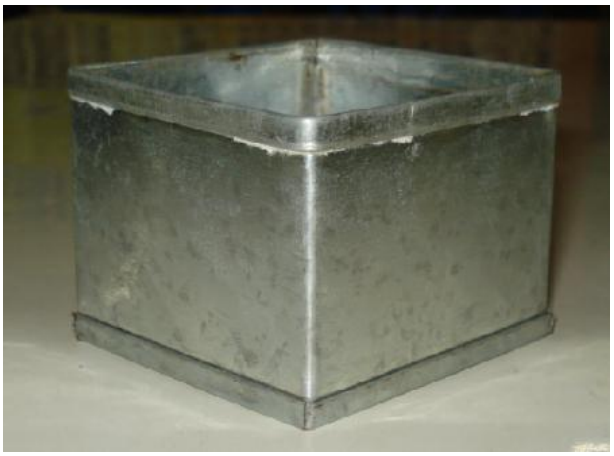
รูปที่ 7.1 แสดงลักษณะการคลี่ของแผ่นคลี่รูปปริซึม ท่อทรงกระบอก ทรงพีระมิด และกรวย

การเขียนแบบแผ่นคลี่เพื่อใช้ในงานโลหะแผ่นสามารถแบ่งวิธีการคลี่ได้ดังนี้

1. การคลี่อย่างง่าย (Simple Development)
2. การคลี่ด้วยเส้นขนาน (Parallel Line Development)
3. การคลี่ด้วยเส้นรัศมี (Radial Line Development)
4. การคลี่ด้วยวิธีการสร้างเส้นเป็นสามเหลี่ยม (Triangulation Line Development)

7.1.1 การเขียนแผ่นคลี่อย่างง่าย (Simple Development)

การเขียนแผ่นคลี่อย่างง่ายเป็นวิธีการคลี่ที่ง่าย ขั้นแรก ควรร่างแบบส่วนฐานของผลิตภัณฑ์นั้นก่อน จากนั้นจึงคลี่ออกทางด้านข้างทั้ง 4 ด้าน โดยทั่วไปจะใช้คลี่ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ซับซ้อน เช่น ผลิตภัณฑ์รูปกล่อง จาน และถาด ซึ่งมีลักษณะรูปสี่เหลี่ยม



รูปที่ 7.2 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้การคลี่ด้วยวิธีการคลี่อย่างง่าย

7.2 การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน (Parallel Line Development)

การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน คือ การเขียนแบบบนโลหะแผ่นแบนราบก่อนที่จะ นำแผ่นโลหะนั้นมาขึ้นรูปเป็นชิ้นงานที่มีรูปทรงสามมิติตามรูปร่าง ลักษณะ และขนาดที่กำหนด การเขียนแบบแผ่นคลี่ จะเป็นการวางแผนล่วงหน้าก่อนที่จะมีการลงมือปฏิบัติงานผลิตภัณฑ์จาก โลหะแผ่น

รูปที่ 7.3 แสดงงานขึ้นรูปกล่องโลหะ กล่องเหล็ก ตู้ Rack Enclosure ตู้สวิชบอร์ด

ที่มา : www.tumcivil.com

7.2.1 หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน

งานผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน เป็นชิ้นงานที่มีผิวขนานกัน มีรูปทรงลักษณะกลม สี่เหลี่ยม ในการเขียนแบบแผ่นคลี่ใช้พื้นฐานในการเขียนแบบ โดยเริ่มจากการเขียนภาพสามมิติของชิ้นงาน ภาพฉายด้านหน้า ภาพฉายด้านบน เส้นฐาน เส้นแบ่งส่วน เส้นความยาวรอบรูป เส้นฉาย ให้ได้ก่อน จากนั้นนำภาพดังกล่าวมาใช้เขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน ในการเขียนแบบแผ่นคลี่ ด้วยวิธีเส้นขนานจะมีคำที่ใช้สำหรับสื่อความหมายสำหรับการเขียนแบบ เพื่อสะดวกแก่การเรียกชื่อในขณะทำการเขียนแบบดังนี้

1) ภาพด้านหน้า (Front view) หมายถึง ภาพที่มองเห็นทางด้านหน้าของวัตถุเป็นภาพที่แสดงให้เห็น ความสูงและความกว้าง (เส้นผ่านศูนย์กลาง) ของวัตถุ

2) ภาพด้านบนหรือภาพแปลน (Top or Plan view) หมายถึง ภาพที่มองเห็นทางด้านบนของวัตถุเป็นภาพที่แสดงให้เห็น ความกว้าง และความยาว (เส้นผ่านศูนย์กลาง)ของวัตถุ

3) เส้นฐาน (Base line) หมายถึง เส้นที่ใช้เป็นฐานของภาพด้านหน้า ซึ่งเป็นเส้นที่จะนำไปคลี่ออกให้เท่ากับความยาวจริงต่อไป

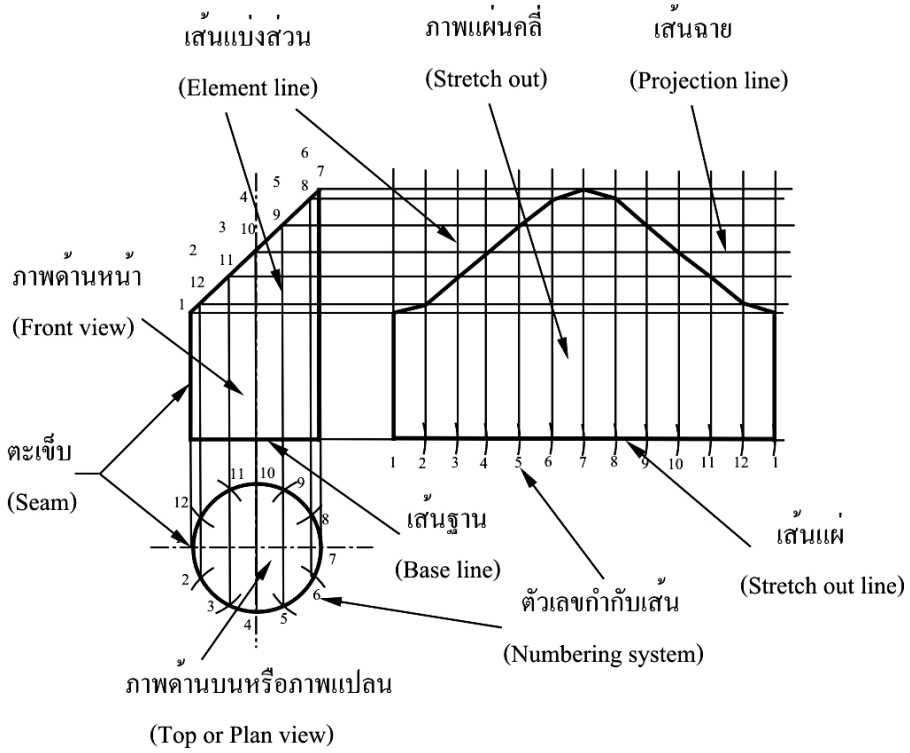
4) เส้นแบ่งส่วน (Element line) เป็นเส้นแบ่งรูปร่างของชิ้นงานออกเป็นส่วน ๆ โดยการสมมติขึ้นเพื่อให้สะดวกในการเขียนแบบแผ่นคลี่ งานทรงปริซึมจะมีขอบ หรือมุมแบ่งส่วนได้ สำหรับงานรูปทรงกระบอกไม่มีมุม หรือขอบในการที่จะใช้แบ่งส่วน ดังนั้นจึงต้องสมมติขึ้นที่ผิวของรูปทรงกระบอกเป็นเส้นตรงตามแนวขนานกับความยาว โดยการแบ่งตามจำนวนองศา และใช้จำนวนตัวเลข หรือตัวอักษรเรียงตามลำดับ ระยะห่างของเส้นแบ่งส่วนทุก ๆ เส้นรวมกันจะยาวเท่ากับเส้นรอบรูปของชิ้นงาน

5) เส้นฉาย (Projection line) เป็นเส้นที่ลากจากเส้นแบ่งส่วนจากภาพด้านหน้าไปยังแบบแผ่นคลี่สำหรับหาระยะต่าง ๆ บนแผ่นคลี่

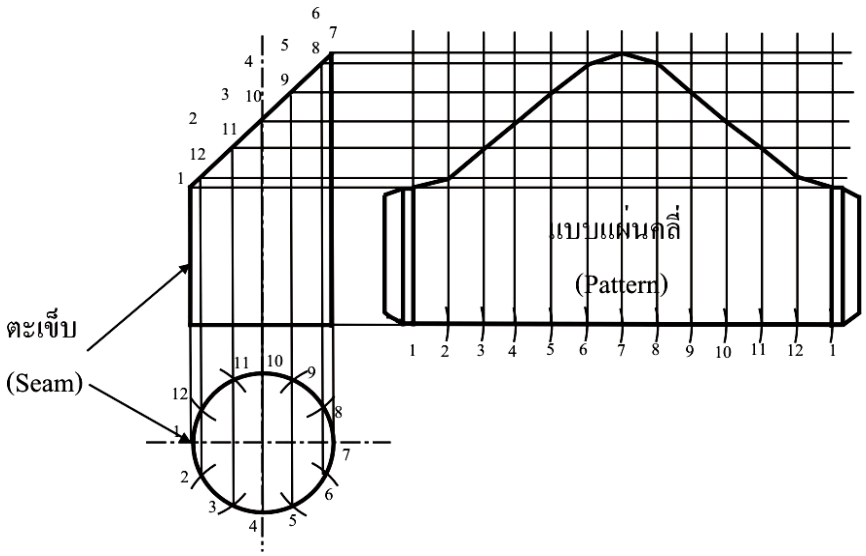
6) ตัวเลขกำกับเส้น (Numbering system) คือตัวเลขที่เขียนกำกับเส้นแบ่งส่วน ต่าง ๆ เพื่อสะดวกในการจำตำแหน่งเส้นต่าง ๆ

7) ภาพแผ่นคลี่ (Stretch out) เป็นภาพแผ่นคลี่ที่สร้างขึ้นจากชิ้นงานรูปทรงต่าง ๆ ที่ยังไม่ได้เผื่อขอบ และตะเข็บ

8) แบบแผ่นคลี่ (Pattern) เป็นภาพแผ่นคลี่ชิ้นงานที่สำเร็จรูปแล้วโดยมีการเผื่อตะเข็บพร้อมที่จะนำไปตัด และขึ้นรูปตามต้องการ



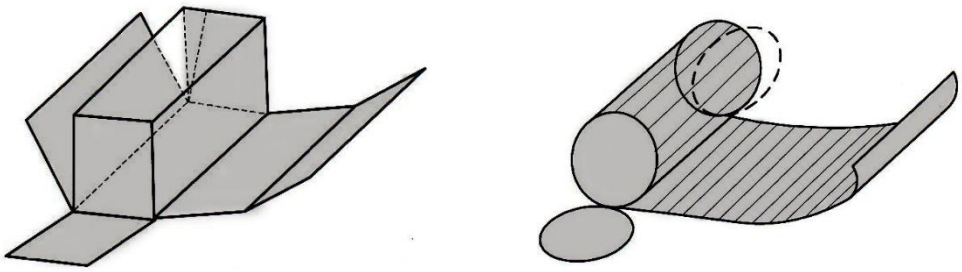
รูปที่ 7.4 แสดงความหมายของเส้นในแบบแผ่นคลี่



รูปที่ 7.5 แสดงแบบแผ่นคลี่ที่เผื่อตะเข็บ

7.2.2 งานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นที่เขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน

ผลิตภัณฑ์จากโลหะแผ่น ที่ใช้การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน (Parallel Line Development) ถูกนำไปใช้กับงานที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงที่มีด้านคู่ขนานกันตลอดความยาวทุกด้าน ซึ่งสามารถทำการคลี่แบบได้ง่าย

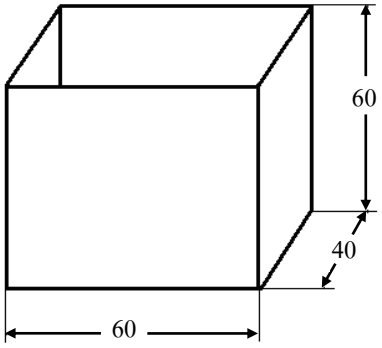
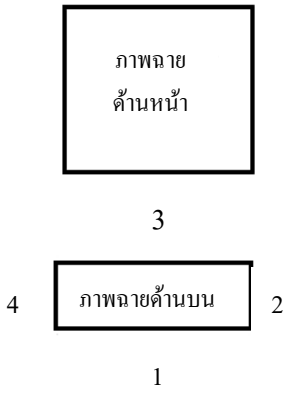
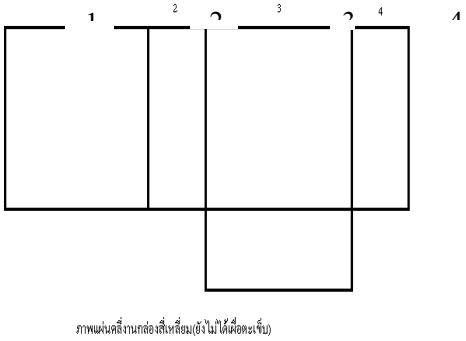


ก. แผ่นคลี่พื้นผิวทรงปริซึม ข. แผ่นคลี่พื้นผิวทรงกระบอก

รูปที่ 7.6 แสดงแผ่นคลี่พื้นผิวทรงปริซึม และทรงกระบอก

7.3.3 การเขียนแบบแผ่นคลี่งานกล่องสี่เหลี่ยม

งานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นที่ขึ้นรูปงานทรงสี่เหลี่ยม พบเจอได้โดยทั่วไปทั้งงานผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับอาหาร งานตกแต่ง งานประกอบโครงเครื่องคอมพิวเตอร์ งานเฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น งานกล่องนอกใช้วัสดุประเภทโลหะแผ่นแล้วในปัจจุบันการบรรจุสินค้าต่าง ๆ ให้กับลูกค้าล้วนใช้กล่องที่ใช้วัสดุประเภทกระดาษเพราะช่วยป้องกันไม่ให้สินค้าแตกหัก ง่ายต่อการขนส่ง เป็นการลดต้นทุน ดังนั้นในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์การออกแบบและการเขียนแบบแผ่นคลี่งานกล่องสี่เหลี่ยมจึงมีความสำคัญมาก การเขียนแบบแผ่นคลี่งานกล่องสี่เหลี่ยมเริ่มจากเขียนภาพสามมิติของกล่องกำหนดขนาด ความกว้าง ความยาว ความสูง จากนั้นเขียนภาพฉายกำหนดเส้นอ้างอิงที่ตั้งฉากกัน ลากขนานคลี่ออกไปด้านข้างตามลำดับขั้นตอนที่แสดงดังต่อไปนี้

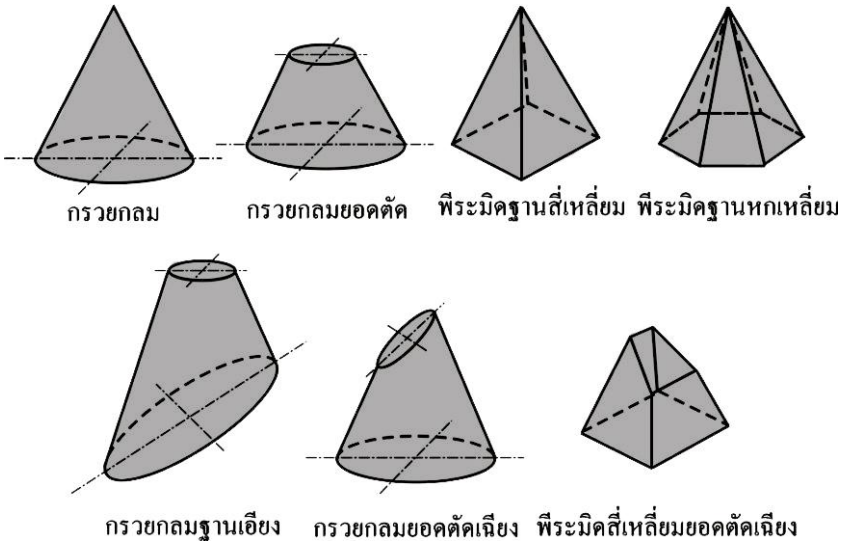
ภาพประกอบ	คำอธิบาย
	1. เขียนภาพสามมิติ งานกล่องสี่เหลี่ยมกำหนดขนาด ความกว้าง ความยาว และความสูง
	2. เขียนภาพฉายด้านหน้า ภาพฉายด้านบน กำหนด ตัวเลข 1-2-3-4 เพื่อนำไปใช้เขียนแผ่นคลี่งาน
 ภาพแผ่นคลี่งานกล่องสี่เหลี่ยม(ยังไม่ได้เผื่อตะเข็บ)	3. นำขนาดตามด้านที่มีตัว 1-2-3-4 มาเขียนแบบ แผ่นคลี่กล่องสี่เหลี่ยม โดยการลากเส้นตรงขนานออกไปทางขวาจะได้แบบแผ่นคลี่งานกล่องสี่เหลี่ยม ที่ยังไม่ได้เขียนแบบเผื่อระยะตะเข็บงานดังภาพที่แสดง

ภาพแผ่นคลี่กล่องสี่เหลี่ยมยังไม่ได้เผื่อ

7.3 การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี

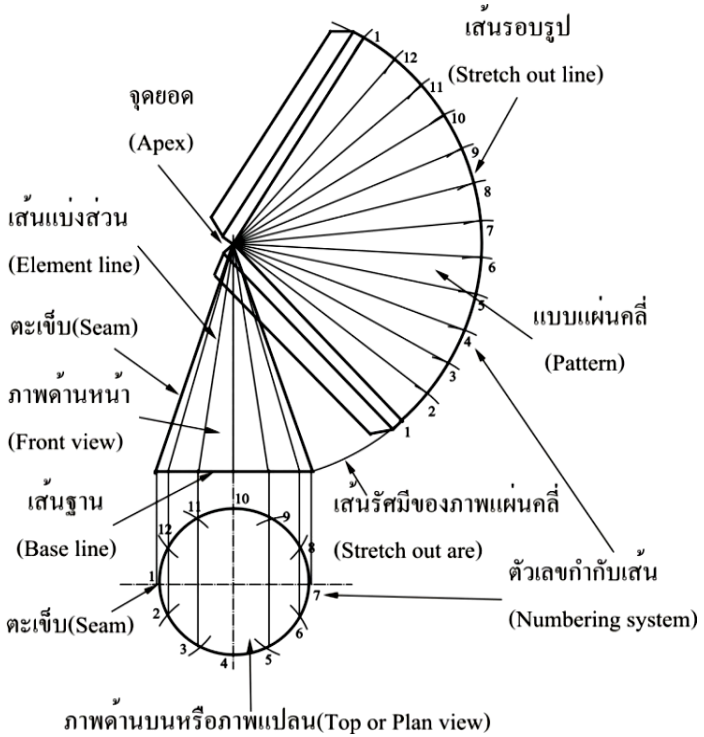
การเขียนภาพแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมีใช้สำหรับการเขียนแบบแผ่นงานที่มีเส้นแบ่งส่วนเป็นเส้นรัศมี รูปร่างของชิ้นงานมีลักษณะเรียวมีจุดศูนย์กลางเดียวกัน เช่น กรวยปลายแหลม พีระมิดปลายแหลม กรวยยอดตัด หรือ

พีระมิดยอดตัด โดยยอดตัดของชิ้นงานขนานกับฐานของชิ้นงาน มีจุดปลายยอดเป็นจุดเดียวกับตามลักษณะรูปทรงของชิ้นงาน

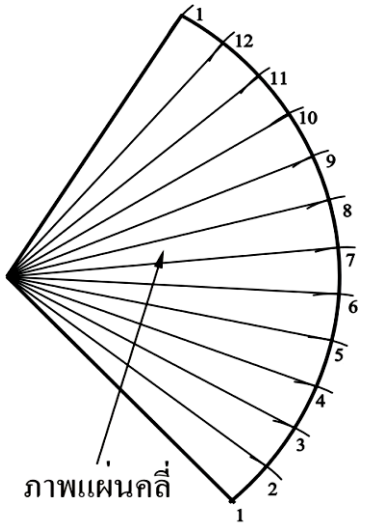


รูปที่ 7.7 แสดงลักษณะรูปทรงงานที่ใช้หลักการเขียนแบบด้วยวิธีเส้นรัศมี

รูปที่ 7.8 แสดงงานผลิตภัณฑ์ที่ใช้หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี



(ก)



(ข)

รูปที่ 7.9 แสดงเส้นต่าง ๆ ของการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี
ที่มา : สุชาติ กิจพิทักษ์, 2540 : 154

7.3.1 หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่งานผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีเส้นรัศมี

งานผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะรูปทรงกรวยยอดแหลม รูปทรงพีระมิดยอดแหลม กรวยยอดตัด พีระมิดยอดตัด งานเหล่านี้ได้มีการออกแบบรูปร่าง เพื่อให้มีความสะดวกต่อการประกอบขึ้นรูป โดยเขียนภาพชิ้นงานเป็นภาพสามมิติ ภาพฉาย และภาพแผ่นคลี่ สำหรับการเขียนแบบแผ่นคลี่งานรูปทรงกรวยยอดแหลม รูปทรงพีระมิดยอดแหลม กรวยยอดตัด พีระมิดยอด มีหลักการเขียนแบบ แผ่นคลี่ ดังนี้

1) ออกแบบและเขียนแบบชิ้นงานเป็นรูปสามมิติ

2) เขียนภาพฉายของชิ้นงาน เป็นภาพด้านหน้า และภาพด้านบน

3) เขียนเส้นแบ่งส่วนบนภาพด้านบนหรือภาพด้านหน้างานกรวยกลมนิยมแบ่งออกเป็น 12 ส่วน สำหรับงานรูปทรงพีระมิดแบ่งตามจำนวนเหลี่ยมของชิ้นงาน โดยเขียนตัวเลขกำกับเส้นแบ่งส่วนไว้เพื่อสะดวกในการนำเส้นต่าง ๆ ไปเขียนภาพแผ่นคลี่

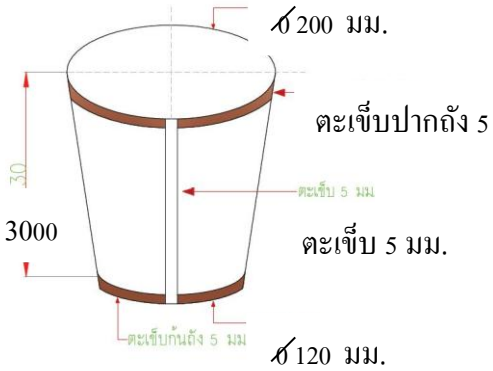
4) เขียนเส้นฉายภาพของเส้นแบ่งส่วน จากภาพด้านบนลากไปยังเส้นฐานของภาพด้านหน้า

5) จุดตัดของเส้นแบ่งส่วนกับเส้นฐาน ภาพด้านหน้าลากเส้นไปยังจุดยอดของกรวยกลม หรือพีระมิด

6) เขียนเส้นรัศมีจากขอบภาพแผ่นคลี่ เท่ากับเส้นความสูงจริงจากขอบภาพ

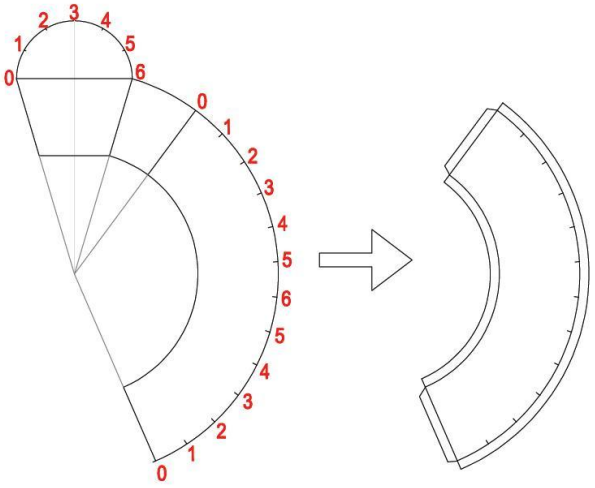
7) ด้านหน้าให้มีความยาวเท่ากับเส้นรอบรูปของภาพด้านบนลากเส้นแบ่งส่วนต่าง ๆ ไปยังจุดศูนย์กลางของวงกลมจึงจะได้ภาพแผ่นคลี่ออกมา งานรูปทรงพีระมิดทำเช่นเดียวกันตามเหลี่ยมของชิ้นงาน

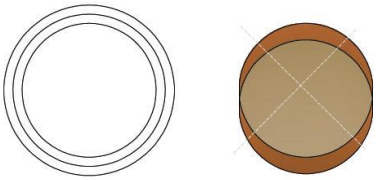
8) ลากเส้นจากจุดตัดของเส้นแบ่งส่วนกับเส้นรัศมีขอบภาพแผ่นคลี่ตามลำดับทุก ๆ จุดจะได้ภาพแผ่นคลี่ซึ่งใช้เฉพาะทรงพีระมิด



รูปที่ 7.10 แสดงภาพสามมิติของงานถังน้ำ

เขียนเส้นแบ่งส่วนบนภาพ
ด้านหน้าแบ่งออกเป็น 12



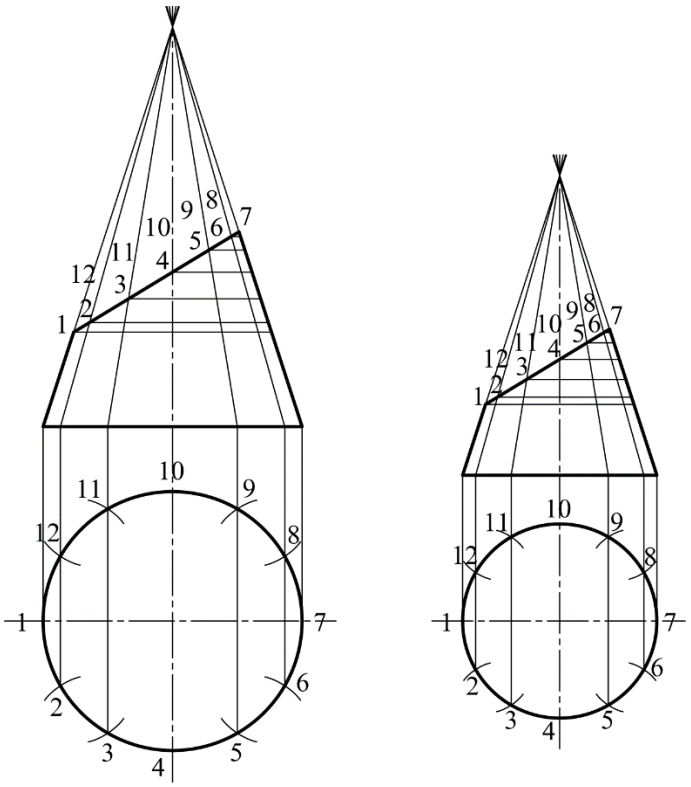


ภาพแผ่นคลี่ชิ้น
ลำตัว

เพื่อให้มีความรู้ **ภาพแผ่นคลี่ชิ้นก้น ฐาน** ารเขียนแบบงานผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีเส้นรัศมี ให้ศึกษาหลัก และวิธีการเขียนแบบแผ่นคลี่ เต่อไปนี้

(1) ภาพฉายด้า ป็น 12 ส่วนเท่า ๆ กันโดยใช้วงเวียนกางเท่ากับรัศมีของวงกลมใช้จุดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ตัดกับวงกลมเป็นจุดศูนย์กลางทั้ง 4 จุด จะได้ส่วนแบ่ง 12 ส่วน และกำหนดจุดอ้างอิง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 และ 12

- ส่วนแบ่งของวงกลมลากเส้นแบ่งส่วนตั้งฉากไปที่เส้นฐานของภาพด้านหน้า
- จากภาพด้านหน้าที่เส้นฐานลากเส้นแบ่งส่วนไปยังจุดยอด จะได้จุดตัดเฉียงของกรวย

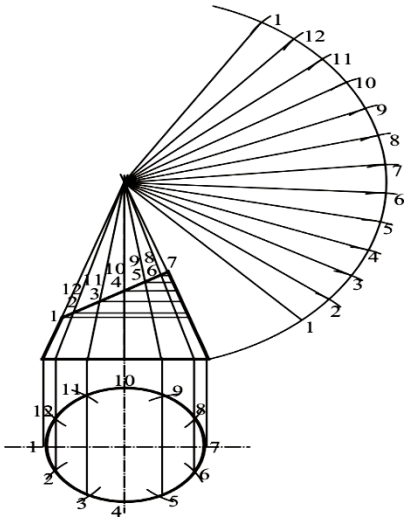


รูปที่ 7.12 แสดงแบ่งวงกลม และการลากเส้นแบ่งส่วน

(2) จากภาพด้านหน้ายอดตัดเฉียงที่จุดตัดของเส้นลากเส้นฉายขนานมาตัดที่ขอบด้านข้างของชิ้นงาน

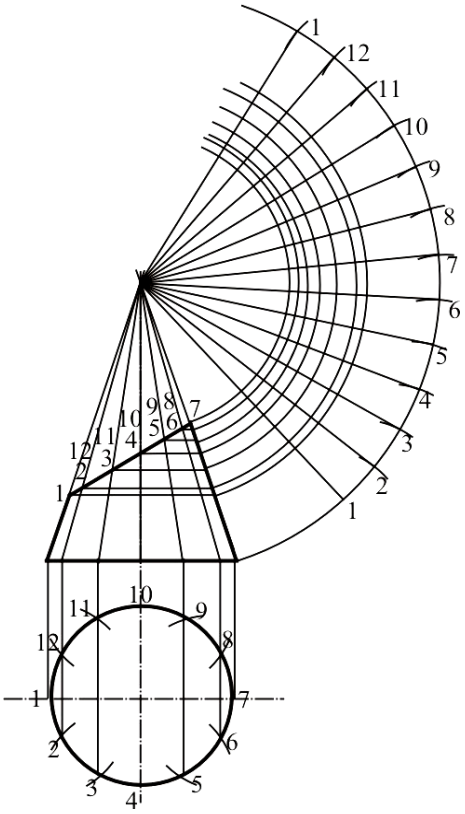
(3) ภาพด้านหน้าที่จุดยอดใช้วงเวียนกางมายังฐานเขียนเส้นรัศมีโค้ง และจากจุดยอดลากเส้นตัดกับส่วนโค้ง 1 เส้นให้เป็นเริ่มต้น

(4) ภาพด้านบนที่ส่วนแบ่งของวงกลมส่วนใดส่วนหนึ่งโดยใช้วงเวียนถ่ายขนาด มาถ่ายลงที่เส้นรัศมีโค้งฐานให้ครบ 12 ส่วน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 และ 1 ลากเส้น แบ่งส่วนจากจุดยอดมายังเส้นรัศมีโค้งทุกจุด



รูปที่ 7.13 แสดงเส้นรัศมี และเส้นแบ่งส่วนของแผ่นคลี่

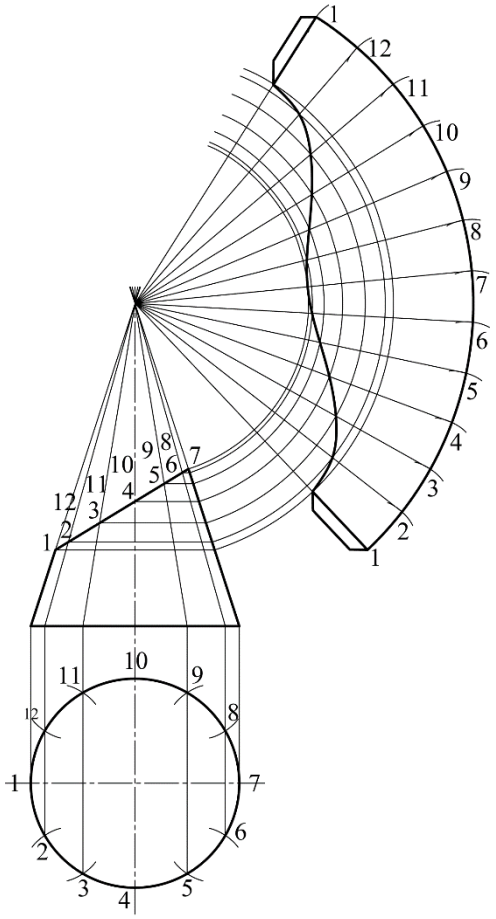
(5) จากเส้นตัดที่ขอบของกรวยกางวงเวียนจากจุดยอดเขียนเส้นฉายส่วนโค้งตัดกับเส้นแบ่งส่วน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 และ 1 จะได้จุดตัด 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 และ 1 เพื่อหาจุดตัดของยอดเฉียง



รูปที่ 7.14 แสดงเส้นฉายมายังแผ่นคลี่

(6) ลากเส้นเต็มสัมผัสจุดตัดจะได้ภาพแผ่นคลี่งานกรวยกลมยอดตัดเฉียง

(7) เขียนเส้นเผื่อระยะการเข้าตะเข็บรอยต่อ 5 มิลลิเมตร



รูปที่ 7.15 แสดงแผ่นคลี่ และการเผื่อตะเข็บ

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (□) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การแบ่งส่วนต่าง ๆ ของเส้นรอบวงของวงกลมให้เท่า ๆ กันจะใช้เครื่องมือชนิดใดแบ่งจึงจะทำได้รวดเร็วและสะดวกที่สุด
    ก. ฟุตเหล็ก
    ข. ไม้ T - Square
    ค. วงเวียน
    ง. ไม้ครึ่งวงกลม
2. การเขียนแบบแผ่นคลี่กระป๋องกลมใช้หลักของ
    ก. เส้นตรง
    ข. เส้นขนาน
    ค. เส้นรัศมี
    ง. เส้นจริง
3. การเขียนแบบแผ่นคลี่ของกรวยเราใช้หลักของ
    ก. Radius line development
    ข. Parallel line development
    ค. Triangulation line development
    ง. Transition line development
4. จากภาพด้านล่างนี้ ต้องเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีใด
    ก. เส้นโค้ง
    ข. เส้นรัศมี
    ค. เส้นขนาน
    ง. เส้นสามเหลี่ยม
5. ข้อต่อสี่เหลี่ยมลดขนาดและเยื้องศูนย์จะเขียนแบบแผ่นคลี่ได้โดยวิธีใด
    ก. อย่างง่าย
    ข. เส้นขนาน
    ค. รัศมี

ง. สามเหลี่ยม

6. การขีดเส้นโค้งผ่านจุดสัมผัสต่าง ๆ ที่แผ่นคลี่ควรใช้เครื่องมือที่เป็นเส้นโค้งสัมผัสจุดอย่างน้อยกี่จุด

ก. 2 จุด

ข. 3 จุด

ค. 4 จุด

ง. 5 จุด

7. เครื่องมือที่ใช้เขียนส่วนโค้ง จากจุดสัมผัสต่าง ๆ บนแผ่นคลี่คือข้อใด

ก. วงเวียน

ข. ไม้ครึ่งวงกลม

ค. ไม้ T - Square

ง. ไม้กระดูกงู

8. จากภาพด้านล่างนี้ต้องเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีใด

ก. เส้นโค้ง

ข. เส้นขนาน

ค. เส้นรัศมี

ง. เส้นสามเหลี่ยม

9. จากภาพด้านล่างนี้ ต้องเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีใด

ก. เส้นโค้ง

ข. เส้นขนาน

ค. เส้นรัศมี

ง. เส้นสามเหลี่ยม

10. การเขียนแบบท่อสี่เหลี่ยม ส่วนใหญ่จะใช้การเขียนแบบโดยวิธีใด

ก. เส้นขนาน

ข. เส้นสามเหลี่ยม

ค. เส้นไขว้

ง. เส้นทแยง

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (□) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การแบ่งส่วนต่าง ๆ ของเส้นรอบวงของวงกลมให้เท่า ๆ กันจะใช้เครื่องมือชนิดใดแบ่งจึงจะทำได้รวดเร็วและสะดวกที่สุด
   - ก. ฟุตเหล็ก
   - ข. ไม้ T - Square
   - ค. วงเวียน
   - ง. ไม้ครึ่งวงกลม
2. การเขียนแบบแผ่นคลี่กระป๋องกลมใช้หลักของ
   - ก. เส้นตรง
   - ข. เส้นขนาน
   - ค. เส้นรัศมี
   - ง. เส้นจริง
3. การเขียนแบบแผ่นคลี่ของกรวยเราใช้หลักของ
   - ก. Radius line development
   - ข. Parallel line development
   - ค. Triangulation line development
   - ง. Transition line development
4. จากภาพด้านล่างนี้ ต้องเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีใด
   - ก. เส้นโค้ง
   - ข. เส้นรัศมี
   - ค. เส้นขนาน
   - ง. เส้นสามเหลี่ยม
5. ข้อต่อสี่เหลี่ยมลดขนาดและเยื้องศูนย์จะเขียนแบบแผ่นคลี่ได้โดยวิธีใด

ก. อย่างง่าย

ข. เส้นขนาน

ค. รัศมี

ง. สามเหลี่ยม

6. การขีดเส้นโค้งผ่านจุดสัมผัสต่าง ๆ ที่แผ่นคลี่ควรใช้เครื่องมือที่เป็นเส้นโค้งสัมผัสจุดอย่างน้อยกี่จุด

ก. 2 จุด

ข. 3 จุด

ค. 4 จุด

ง. 5 จุด

7. เครื่องมือที่ใช้เขียนส่วนโค้ง จากจุดสัมผัสต่าง ๆ บนแผ่นคลี่คือข้อใด

ก. วงเวียน

ข. ไม้ครึ่งวงกลม

ค. ไม้ T - Square

ง. ไม้กระดูกงู

8. จากภาพด้านล่างนี้ต้องเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีใด

ก. เส้นโค้ง

ข. เส้นขนาน

ค. เส้นรัศมี

ง. เส้นสามเหลี่ยม

9. จากภาพด้านล่างนี้ ต้องเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีใด

ก. เส้นโค้ง

ข. เส้นขนาน

ค. เส้นรัศมี

ง. เส้นสามเหลี่ยม

10. การเขียนแบบท่อสี่เหลี่ยม ส่วนใหญ่จะใช้การเขียนแบบโดยวิธีใด

ก. เส้นขนาน

ข. เส้นสามเหลี่ยม

ค. เส้นไขว้

ง. เส้นทแยง

	ใบงาน ที่ 7	**หน่วยที่** 7
	รหัสวิชา 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 13-14
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย	**ทฤษฎี** 2 **ชม.** **ปฏิบัติ** 6 **ชม.**
ชื่อเรื่อง การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการตัดโลหะแผ่น

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลหะแผ่นได้
2. บอกสาเหตุของความไม่ปลอดภัยในการทำงานได้
3. ใช้เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นได้
4. ตัดตรงโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดตรงได้
5. ตัดโค้งโลหะแผ่นด้วยกรรไกรตัดโค้งได้
6. ตระหนักถึงความปลอดภัยในงานโลหะแผ่นตลอดเวลา
7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 7
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนพร้อมแนะนำชี้แจงแผนการเรียน สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น เช่น ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ หลักการและแนวทางในการเรียน การประเมินผลการเรียน เพื่อความเข้าใจก่อนการเรียน และนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 7 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของพื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกถึงลักษณะที่พึงประสงค์ที่นักเรียนควรยึดถือและปฏิบัติ เช่น เรื่องการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานอย่างคุ้มค่า การเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ การช่วยเหลือแบ่งปันซึ่งกันและกัน การปฏิบัติงานด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต มุ่งมั่น ใช้เวลาอย่างคุ้มค่า หลักประชาธิปไตย การยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน และห่างไกลยาเสพติด เป็นต้น

3.ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 7

4.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 7

5.ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 7

6.ครูนำภาพตัวอย่างความปลอดภัยในการทำงานและความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สให้นักเรียนดูเพื่อให้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

7.ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน

8.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9.ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10.ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ในการปฏิบัติงานโลหะแผ่นโดยทั่วไปนั้นจะเป็นการนำแผ่นโลหะที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบนเรียบมาขึ้นรูปเป็นรูปทางสามมิติลักษณะต่างๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้วิธีการเขียนแบบแผ่นคลี่เพื่อนำเอาไปขึ้นรูป สำหรับการเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่ายเป็นพื้นฐานที่ง่ายที่สุดที่ใช้ในการหาแผ่นคลี่ซึ่งใช้หาแผ่นคลี่ชิ้นงานที่มีรูปทรงง่ายๆ ไม่ซับซ้อนเป็นชิ้นงานที่มีขอบด้านข้างเป็นเส้นขนานกัน ปากและก้นไม่มีการตัด การบาก ส่วนแผ่นคลี่ที่เขียนเสร็จแล้วนั้นเมื่อจะนำไปขึ้นรูปจำเป็นจะต้องบากส่วนต่างๆ ที่ไม่ใช้ออก มิฉะนั้นจะขึ้นรูปไม่ได้

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 7

รายวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **รหัสวิชา** 20100-1004

เรื่อง การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย

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 7 เรื่อง การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย

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.....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คุณธรรม	จริยธรรม
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ซื่อสัตย์สุจริต	มีวินัย	ใฝ่เรียนรู้	มุ่งมั่นในการทำงาน	อยู่อย่างพอเพียง	มีจิตสาธารณะ	รักความเป็นไทย	มีจิตอาสา	กตัญญูกตเวที		
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** ... 8
	รหัสวิชา 20100-1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 15-16**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น	**ทฤษฎี 2 ชม.** **ปฏิบัติ 6 ชม.**
ชื่อเรื่อง/งาน การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2 สมรรถนะย่อย.....

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....

2) วิธีประเมิน.....

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.1.1 บูรณาการกลุ่มอาชีพ การเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อม อุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายวิธีการพับขอบงานและตะเข็บงานได้
2. อธิบายวิธีการใช้งานแท่นขึ้นรูปได้
3. พับขอบงานและตะเข็บงานได้
4. ม้วนขึ้นรูปโหละแผ่นได้
5. ประกอบชิ้นงานโลหะแผ่นได้
6. นำหลักการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. สาระการเรียนรู้

1. การพับข้อขอบงาน
2.การพับตะเข็บงาน
3.การเข้าขอบลวด
4. การเคาะขึ้นขอบ
5.แท่นขึ้นรูป
6.การม้วน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 8 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย
2. ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 8
3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 8
4. ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 8 ให้กับนักเรียน
5. ครูและนักเรียนเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส
6. ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนและเตรียมคำถามด้านเนื้อหาที่เข้าใจไม่ชัดเจน
7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ
8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
9. ครูร่วมกับนักเรียนเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
10. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น หน่วยที่ 7
2. เครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส
3. โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พ้อยท์ (Power Point)

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอนของผู้สอน

2.ใบเช็ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนจัดการเรียนรู้

2.การตรวจประเมินผลงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

วิธีวัดผล

1.ประเมินแบบฝึกทักษะ

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้

3.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

4.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

5.การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1.แบบฝึกทักษะ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

3.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

4.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

5.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

9.3 เครื่องมือประเมิน

1.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

2.เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

3.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

4.กิจกรรมใบงาน เกณฑ์ผ่าน คือ 50%

5.แบบประเมินผลการเรียนรู้มีเกณฑ์ผ่าน 50%

6.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

10.2 ปัญหาที่พบ

.....

.....

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ 8	**หน่วยที่** ... 8
	รหัสวิชา 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 15-16
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น	**ทฤษฎี** 2 **ชม.** **ปฏิบัติ** 6 **ชม.**
ชื่อเรื่อง การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายวิธีการพับขอบงานและตะเข็บงานได้

2. อธิบายวิธีการใช้งานแท่นขึ้นรูปได้

3. พับขอบงานและตะเข็บงานได้

4. ม้วนขึ้นรูปโหละแผ่นได้

5. ประกอบชิ้นงานโลหะแผ่นได้

6. นำหลักการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เนื้อหาสาระ

การพับขอบงาน

งานผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปด้วยโลหะแผ่นบางจำเป็นต้องพับขอบงาน เพื่อให้เกิดความสวยงาม ไม่มีขอบมุมที่แหลมคม ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง คงทน คงรูปได้นาน มีอายุการใช้งานนาน นอกจากนี้ยังมีการเข้าขอบลวดสำหรับงานที่ต้องการความแข็งแรงมากขึ้น การพับขึ้นรูปงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น ทำได้ 2 วิธี คือการพับด้วยมือ และการพับด้วยเครื่องจักร การพับขอบงานในงานผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปแล้ว เพื่อพับเพิ่มความแข็งแรง และงานผลิตภัณฑ์มีความสวยงาม การพับขอบงาน มีอยู่ 2 ลักษณะคือ การพับขอบงานชั้นเดียว (Single Hem) และการพับขอบงานสองชั้น (Double Hem)

8.1.1 การพับขอบชั้นเดียว(Single Hem)

เป็นการพับขอบงาน เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์ และเพิ่มความปลอดภัยกับผู้ใช้งาน เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก ซึ่งไม่ต้องการความแข็งแรงมาก การพับขอบชั้นเดียวก็เพียงพอต่อโครงสร้างและการใช้งานของผลิตภัณฑ์นี้แล้ว

สูตรการหาระยะเผื่อของการพับขอบชั้นเดียว สูตรการหาระยะเผื่อ A = W

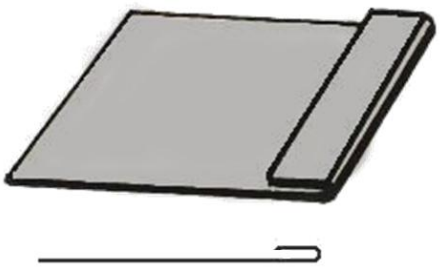
ถ้ากำหนดให้ A (Allowance) = ระยะเผื่อของตะเข็บ

W (Width) = ความกว้างของตะเข็บที่ต้องการ

ตัวอย่าง : การพับขอบงานชั้นเดียว (Single Hem)ต้องการความกว้าง 5 มิลลิเมตร ดังนี้ ระยะเผื่อจึงเท่ากับ 5 มิลลิเมตร

จากสูตร A = W

แทนค่า A = 5 มิลลิเมตร



รูปที่ 8.1 แสดงการพับขอบชั้นเดียว

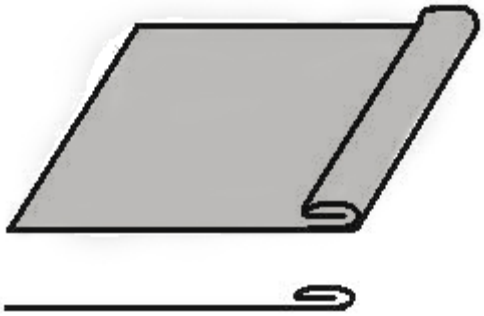
8.1.2 การพับขอบสองชั้น (Double Hem)

วิธีการพับมีลักษณะคล้ายกับการพับขอบชั้นเดียว แต่ต้องพับเข้ามาเป็นสองชั้น เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้มากขึ้น ระยะเผื่อ เท่ากับสองเท่าของตะเข็บ

สูตรการหาระยะเผื่อของตะเข็บสองชั้น $A = 2 \times W$

A (Allowance) = ระยะเผื่อของตะเข็บ

W (Width) = ความกว้างของตะเข็บที่ต้องการ



รูปที่ 8.2 แสดงการพับขอบสองชั้น

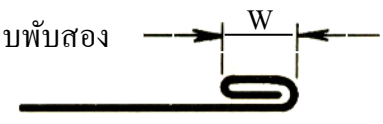
ตัวอย่าง : การพับขอบงานสองชั้น (Double Hem) ต้องการตะเข็บความกว้าง 5 มิลลิเมตร หาระยะเผื่อของการพับตะเข็บสองชั้นได้ดังนี้

จาก สูตรการหาระยะเผื่อของตะเข็บสองชั้น $A = 2 \times W$

แทนค่า $A = 2 \times 5$

$A = 10$ มิลลิเมตร

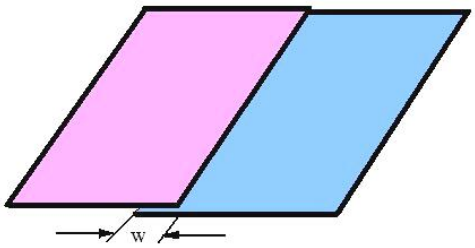
ความกว้างของขอบพับสองชั้น



8.2 การพับตะเข็บงาน

ตะเข็บงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น ทำหน้าที่ยึดชิ้นงานโลหะแผ่นให้ติดกัน หรือใช้ประกอบขึ้นรูปงานผลิตภัณฑ์ ตะเข็บงานโลหะแผ่นมีหลายแบบ แต่ละแบบมีขนาดรูปร่างตลอดจนความสวยงามและความแข็งแรงแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับการออกแบบงานผลิตภัณฑ์ว่าต้องการใช้ตะเข็บแบบใดในการประกอบขึ้นรูปงาน ลักษณะของตะเข็บที่พบ และนิยมใช้ในงานโลหะแผ่น มีดังนี้

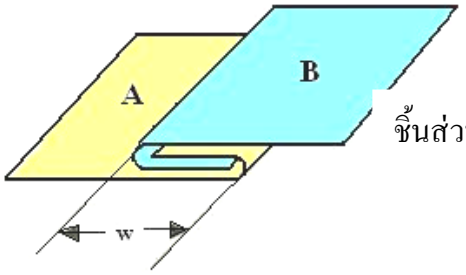
8.2.1 ตะเข็บเกย (Lap Seam) เป็นตะเข็บที่สามารถพับขึ้นรูปได้ง่ายไม่ซับซ้อน ตะเข็บ จะไม่ยึดกัน เพราะลักษณะเป็นการเกยทับกันของชิ้นงานสองชิ้น ดังนั้น เมื่อต้องการให้ตะเข็บเกยยึดติดกันต้องนำไปบัดกรีย้ำหมุด หรือเชื่อมจุด เพื่อให้ตะเข็บเกยยึดติดกัน ตะเข็บเกยยังแบ่งได้หลายลักษณะตามการขึ้นรูป เช่น ตะเข็บเกยก้นกระป๋อง ตะเข็บเกยด้านในของก้นกระป๋อง ตะเข็บเกยด้านในตะเข็บเกยด้านนอก



รูปที่ 8.3 แสดงตะเข็บเกย Lap Seam

8.2.2 ตะเข็บเกี่ยว (Plain Flat Seam) เป็นตะเข็บเกี่ยวมีใช้กันโดยทั่วไปเพื่อยึดงานโลหะแผ่นแบบทรงกระบอกกลม หรืองานเหลี่ยมเข้าด้วยกันการพับตะเข็บชนิดนี้จะต้องพับขอบงานทั้งสองข้างที่จะต้องนำมาต่อเข้าด้วยกัน ขอบแต่ละข้างที่พับแล้วนำทั้งสองข้างมาเกี่ยวกัน ทำตะเข็บล็อกให้แน่นติดกันโดยใช้เครื่องมือล็อกตะเข็บซึ่งเรียกว่า Hand Grooved หรือ Grooving Machine ตะเข็บจมสองชั้นสามารถทำได้ทั้งด้านนอกและด้านในของงาน คือเรียกว่า Inside Grooved Seam ผิวด้านบนของตะเข็บจะเรียบ

ระยะเผื่อของตะเข็บเกี่ยว (Plain Flat Seam) $A = 3\frac{W}{2}$



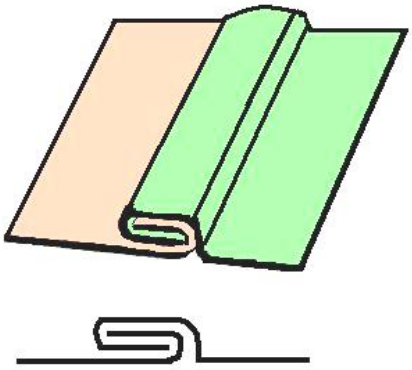
ชิ้นส่วน A = W

B = 2 W

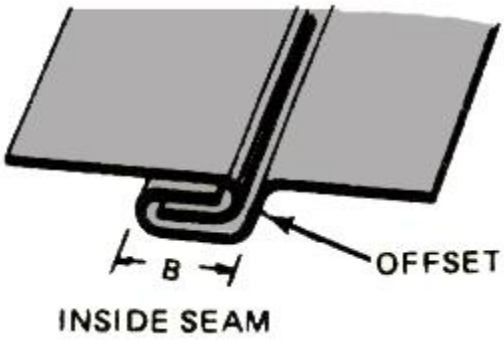
รูปที่ 8.4 แสดงลักษณะตะเข็บเกี่ยว

8.2.3 ตะเข็บล็อก (Groove Seam) วิธีการสร้างตะเข็บล็อกนั้นสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือ ล็อกตะเข็บสำหรับการ ล็อกตะเข็บด้วยมือนั้น จะย้ำด้วยเหล็กย้ำตะเข็บ (Hand Grooved) ให้แน่นติดกันมี 2 ลักษณะคือ การล็อกย้ำตะเข็บด้านนอก (Outside seam) ตะเข็บจะนูนขึ้น

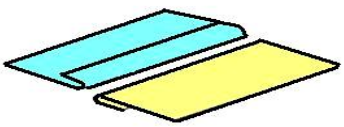
ระยะเผื่อของตะเข็บล็อก (Groove Seam) $A = 3\frac{W}{2}$



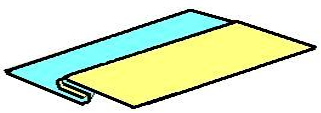
รูปที่ 8.5 แสดงการล็อกย้ำตะเข็บด้านนอก(Outside seam)



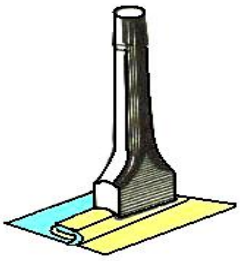
รูปที่ 8.6 แสดงการล็อกย้ำตะเข็บด้านใน(Inside seam)



(1) พับขอบทั้งสองข้าง



(2) นำมาเกี่ยวกัน



(3) ย้ำด้วยเหล็กย้ำตะเข็บ

รูปที่ 8.7 แสดงขั้นตอนการเข้าตะเข็บล็อก

การเขียนระยะเผื่อความกว้างและตะเข็บสำหรับตะเข็บล็อก (Groove Seam) สำหรับโลหะแผ่นเบอร์ 24 หรือบางกว่า เท่ากับ 3 คูณ ความกว้างของตะเข็บโลหะแผ่นที่หนากว่าเบอร์ 24 เท่ากับความกว้างของตะเข็บรวมความหนาของโลหะงานอีก 5 เท่า

ตัวอย่างที่ 1 ให้หาระยะเผื่อรวมสองข้าง และ ระยะเผื่อแต่ละข้างของตะเข็บล็อก (Groove Seam) ความกว้าง 5 มิลลิเมตร โลหะแผ่นเบอร์ 24

จากสูตร ระยะเผื่อของตะเข็บล็อก (Groove Seam) $A = 3\frac{W}{2}$

แทนค่า $A = \frac{3 \times 5}{2}$

$A = 7.5$ มิลลิเมตร

8.2.4 ตะเข็บตั้ง (Standing Seam) ตะเข็บตั้งมีลักษณะพับเป็นมุม 90 องศา ตั้งขึ้นกับพื้นผิวงานและแผ่นงานอีกข้างหนึ่งที่จะต่อเข้าด้วยกัน จะพับสวมตั้งขึ้นไปตามลักษณะของ Flange แล้วทำการยึดให้แน่นด้วยหมุดย้ำ หรือสลักเกลียวที่ตะเข็บ สามารถทำการบัดกรีตะเข็บเมื่องานนั้นต้องการให้กันน้ำ หรือของเหลวอย่างอื่น ตะเข็บตั้งใช้ในงานโลหะแผ่นที่มีขนาดใหญ่ โดยเฉพาะท่อลม ใหญ่ ๆ ท่อลมระบายความร้อน และท่อระบายอากาศ เป็นต้น สามารถต่อได้ทั้งที่แนวมุม และที่ก้นฐานของงาน

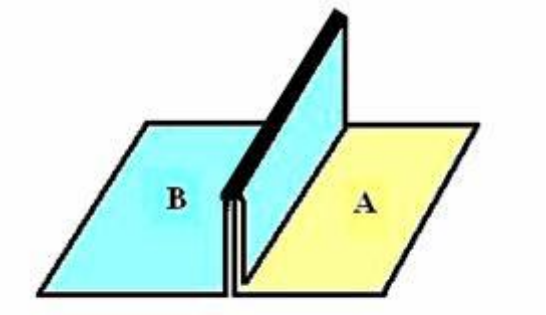
ระยะเผื่อ ทั้งสองข้างของงานเท่ากับ 3 เท่าความกว้างของตะเข็บ เฉพาะส่วนรียกว่า Pocket เผื่อเท่ากับ 2W และส่วนที่พับ Flange เผื่อเท่ากับความกว้าง (W)

เมื่อกำหนด

A = W

B = 2 W + T

T = Thickness หมายถึง ความหนาของชิ้นงาน



รูปที่ 8.8 แสดงลักษณะของตะเข็บตั้ง

]

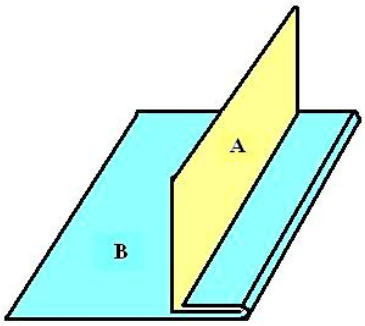
8.2.5 ตะเข็บชั้นเดียว (Single Seam) ตะเข็บชั้นเดียว สามารถทำการพับได้ทั้งใช้เครื่องมือและเครื่องจักรช่วยการพับ จะพับเป็นตะเข็บให้ลักษณะตั้ง โดยจะตั้งฉากกับด้านของงานใช้ในการต่องานสองชิ้นเข้าด้วยกัน และทำฝาปิดงานต่าง ๆ

ระยะเผื่อสำหรับตัวชิ้นงาน เท่ากับความกว้างของตะเข็บ และอีกชิ้นหนึ่งซึ่งจะเป็นส่วนก้นฐาน จะเผื่อไว้เท่ากับ 2 เท่า ของตะเข็บ (2W) และเมื่อเข้าตะเข็บ

$$A = W + \frac{1}{32} \text{ นิ้ว} \quad \text{และช่วง} \quad B = W - \frac{1}{32} \text{ นิ้ว}$$

$$A = W$$

$$B = 2\,W$$



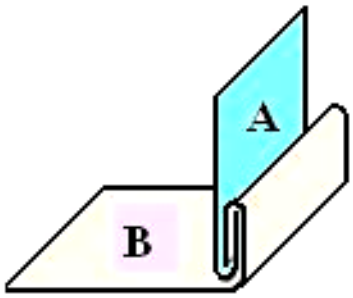
รูปที่ 8.9 แสดงลักษณะของตะเข็บพับชั้นเดียว

8.2.6 ตะเข็บสองชั้น (Double Seam) ตะเข็บสองชั้นคล้ายกับตะเข็บพับชั้นเดียว แต่ตะเข็บพับสองชั้นจะพับเลยจากมุม 90 องศา ไป จนชิดติดกับลำตัวของงาน ซึ่งเป็นการเพิ่มความแข็งแรงแก่ชิ้นงานมากยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องทำการบัดกรี ถ้างานบางอย่างที่ต้องใส่น้ำ หรือของเหลวอย่างอื่นต้องทำการบัดกรีด้วย

การหาระยะเผื่อตะเข็บสองชั้นเหมือนกับการพับตะเข็บชั้นเดียว

$$A = W$$

$$B = 2\,W$$



รูปที่ 8.10 แสดงระยะเผื่อตะเข็บพับสองชั้น

8.2.7 ตะเข็บก้นกระป๋อง (Double Bottom Seam) ตะเข็บก้นกระป๋องเป็นตะเข็บสองชั้นที่ประกอบลำตัวเข้ากับก้นกระป๋องซึ่งมีทั้งงานกลม และงานเหลี่ยม เมื่อต้องการเข้าก้นของงานทรงกระบอกอาจทำได้หลายวิธี วิธีใช้ตะเข็บก้นเป็นวิธีหนึ่งซึ่งนิยมใช้กัน สามารถทำได้ง่าย และรวดเร็ว โดยการยกขอบส่วนก้นตั้งฉากแล้วสวมตัวของงานเข้าด้วยกัน ซึ่งมีทั้งสวมนอก และสวมใน จากนั้นจึงทำการบัดกรียึดติด

ระยะเผื่อของตะเข็บก้นพับขึ้นเท่ากับความกว้างของตะเข็บ

สูตร : ระยะเผื่อตะเข็บก้น A = W

W หมายถึง ความกว้างของตะเข็บ

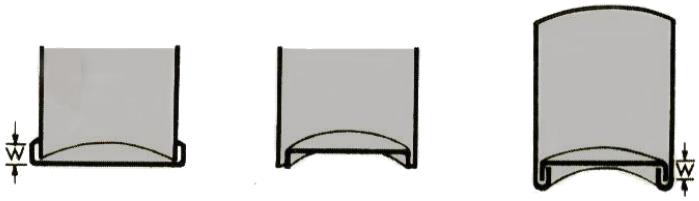
ตัวอย่าง : ถ้าต้องการตะเข็บที่มีความกว้าง 5 มิลลิเมตร ดังนั้นระยะเผื่อตะเข็บเท่ากับ 5 มิลลิเมตร

1) พับขอบลำตัวของ 2) พับขอบก้น 3) นำลำตัวของชิ้นงานสวม

4) เคาะจิกก้นกระป๋อง 5) พับขอบก้นกระป๋องอีกครั้งหนึ่งให้

รูปที่ 8.11 แสดงวิธีเข้าตะเข็บสวมนอกก้น

8.2.8 ตะเข็บก้นสวมในก้นกระป๋อง ตะเข็บสวมก้นใน มีลักษณะคล้ายกับตะเข็บก้นแต่ ที่ตัวของงานจะพับขึ้นมาสองชั้นเพื่อสำหรับนำก้นมาสวมลงไปแล้วทำการบัดกรี ตะเข็บแบบนี้ทำให้มีความแข็งแรงขึ้น และง่ายต่อการประกอบ ระยะเผื่อส่วนที่เป็นตัวงานสำหรับใส่ก้นเท่ากับสองเท่าของความกว้างตะเข็บ และอีกชิ้นหนึ่งซึ่งเป็นก้นของงาน เผื่อเท่าความกว้างของตะเข็บ

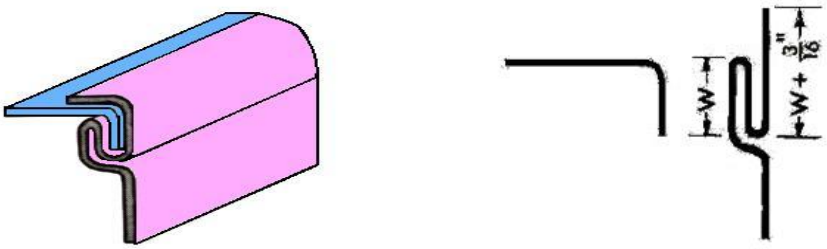


รูปที่ 8.12 แสดงวิธีเข้าตะเข็บก้นสวมในกระป๋อง

8.2.9 ตะเข็บมุมสองชั้น (Double Corner Seam) ตะเข็บมุมสองชั้นเหมือนตะเข็บพับสองชั้น แต่ตะเข็บมุมสองชั้นพับที่มุมใดมุมหนึ่งของชิ้นงานส่วนใหญ่เป็นการต่อขอบทั้งสองข้างของชิ้นงานเดียวกันเช่นการพับตะเข็บมุมสองชั้นของถาดเก็บกระดาษ

รูปที่ 8.13 แสดงการพับตะเข็บมุมสองชั้นงานถาดเก็บ

8.2.10 ตะเข็บพิทส์เบอร์ก (Pittsburgh Luck) หรือ Hobo Lock หรือบางครั้งเรียกว่า Hammer Lock เป็นตะเข็บที่ต่อเป็นมุมฉากใช้ต่อตะเข็บท่องานต่าง ๆ เช่น ท่อระบายอากาศ ท่อลม และท่อแอร์ เป็นต้น ตะเข็บชนิดนี้ประกอบเข้าด้วยกันสองส่วนคือ Single Lock หรือ Flange กับ Pocket Lock ส่วน Flange จะถูกนำมาใส่ใน Pocket Lock แล้วจึงใช้ค้อนตกแต่งตะเข็บพิทส์เบอร์กอาจทำโดยใช้มือ หรือเครื่องจักรก็ได้ เครื่องจักรที่ใช้สำหรับทำตะเข็บชนิดนี้โดยเฉพาะ คือ Pittsburgh Lock Former (ประมุข แย้มบุญชู :2543 :166)



รูปที่ 8.14 แสดงตะเข็บพิทส์เบอร์ก (Pittsburgh Lock)

8.3 การเข้าขอบลวด (Wired edge)

การเข้าขอบลวดที่ขอบงานผลิตภัณฑ์นี้ เพื่อให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงมากกว่าการพับขอบสองชั้น มีความปลอดภัย และสวยงาม ผลิตภัณฑ์ที่นิยมการเข้าขอบลวด เช่น ถังน้ำ กระป๋อง หม้อก๋วยเตี๋ยว กล่องโคมไฟ เป็นต้น ระยะเผื่อในการเข้าขอบลวด ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดที่ใช้ สำหรับโลหะแผ่น เบอร์ 24 หรือมากกว่า นี้ ใช้สูตรหาระยะ ดังนี้

สูตรการหาระยะเผื่อการเข้าขอบลวด $A = 2\frac{1}{2} \times D$

หรือ $A = 2.5 \times D$

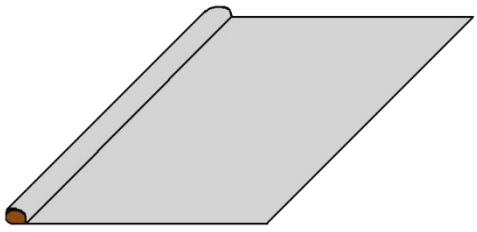
เมื่อ D คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวด

ตัวอย่าง : จงหาระยะเผื่อของชิ้นงานการเข้าขอบลวดซึ่งใช้ลวดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

สูตรการหาระยะเผื่อการเข้าขอบลวด $A = 2.5 \times D$

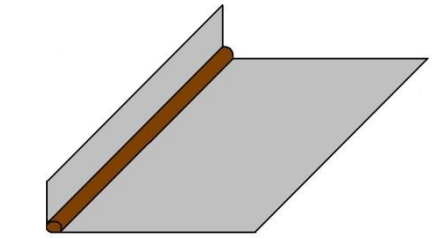
แทนค่า $A = 2.5 \times 4$

$A = 10$ มิลลิเมตร

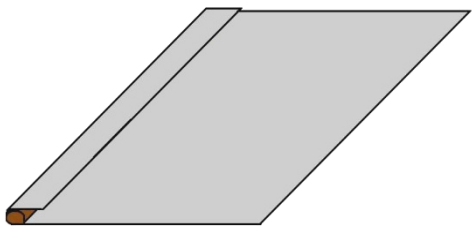


รูปที่ 8.15 แสดงการเข้าขอบลวด

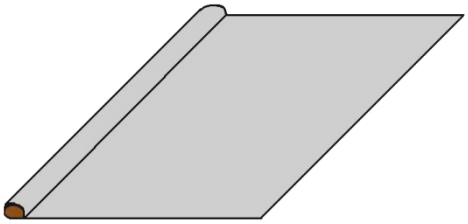
การเข้าขอบลวดมี 2 วิธี คือ การเข้าขอบลวดด้วยมือ และการเข้าขอบลวดด้วยเครื่อง สำหรับการเข้าขอบลวดด้วยมือ ผู้ปฏิบัติงาน ต้องร่างแบบหาระยะเผื่อของการเข้าขอบลวดก่อนจากนั้นใช้ค้อนเคาะพับขอบตั้งฉากกับแท่นขึ้นรูป (Hon Stake) นำลวดวางตรงกลางมุมฉาก ใช้คีมจับล็อกลวดกับขอบงาน แล้วใช้ค้อนเคาะขอบให้แนบกับลวด ต่อไปใช้ค้อนด้นหัวแหลม เคาะจิกม้วนขอบลวดให้ได้ตามผิวโค้งของลวดตลอดแนว เคาะตกแต่งให้สวยงาม



(ก) พับขอบตั้งฉาก



(ข) พับขอบลงให้แนบกับลวด



(ค) เคาะจิกม้วนขอบงานให้กลมแนบสนิทกับลวด

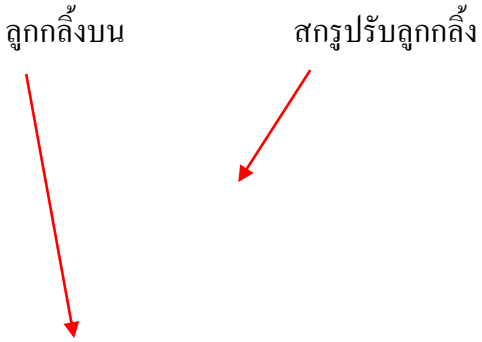
รูปที่ 8.16 แสดงลำดับขั้นการเข้าขอบลวด

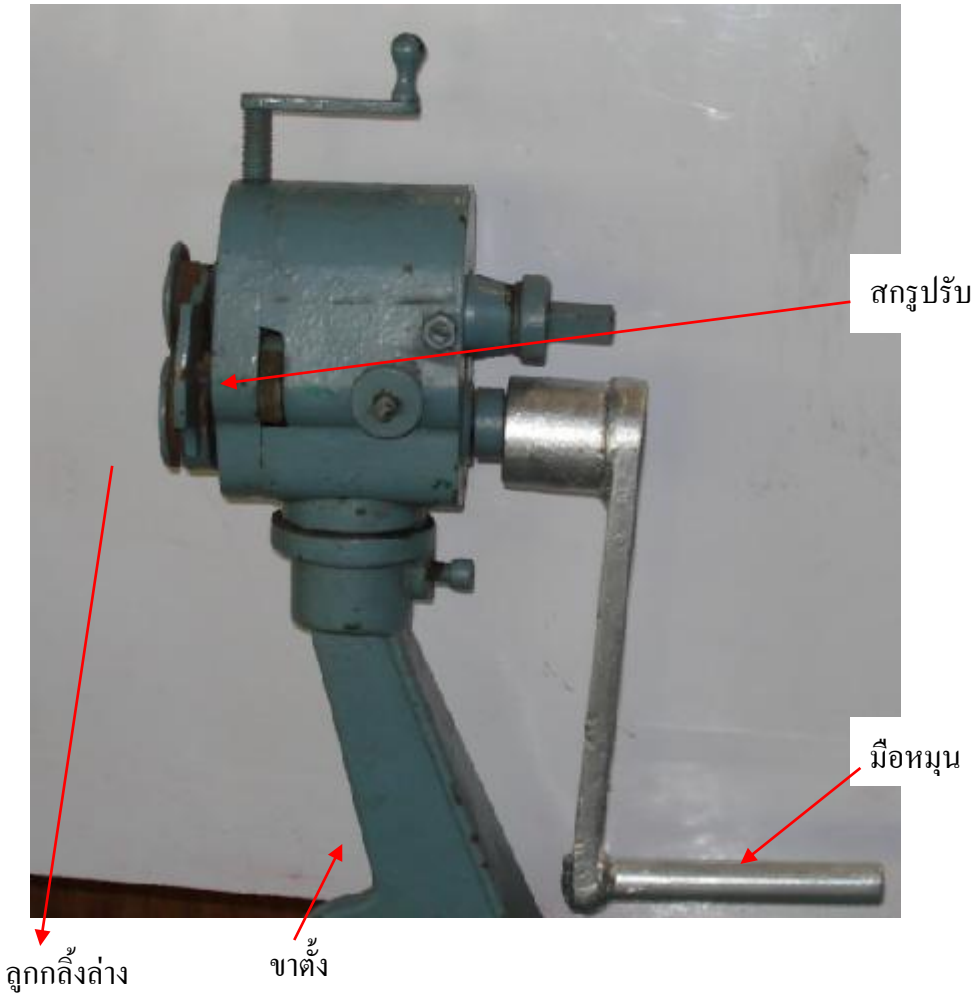
8.4 การเคาะขึ้นขอบ

8.4.1 เครื่องขึ้นขอบ (Burring Machine)

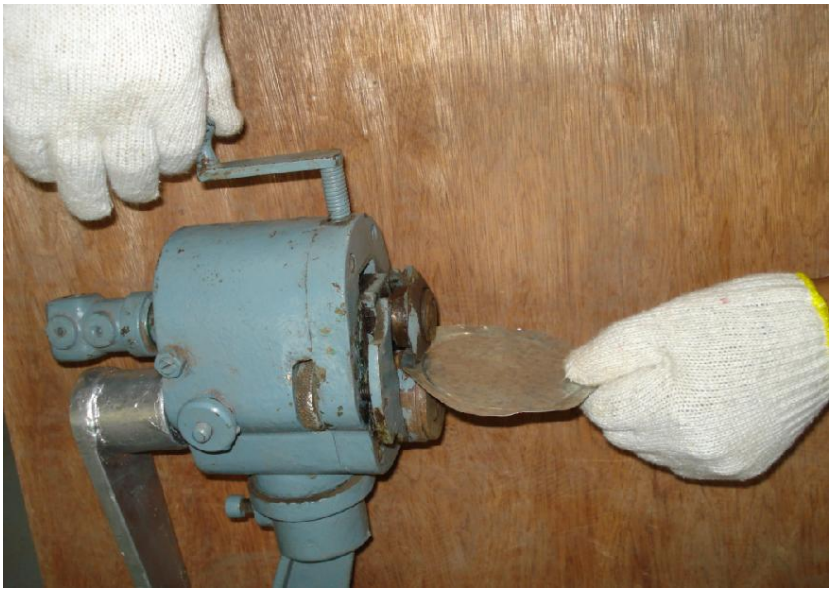
เครื่องหมุนขึ้นรูปชนิดนี้ใช้สำหรับงานขึ้นรูปขอบชิ้นงานตั้งฉากที่มีหน้าแปลนแคบ ๆ ซึ่งความหนาของชิ้นงานนั้นจะบางกว่าใช้กับเครื่องหมุนทำร่อง

(อำนาจ ทองแสน,จรูญ พรหมสุทธิ์ 2546 : 230-231)





รูปที่ 8.17 แสดงลักษณะเครื่องขึ้นขอบ



รูปที่ 8.18 แสดงการขึ้นขอบชิ้นงานแผ่นกลม

8.5 แท่นขึ้นรูป (Stakes)

แท่นขึ้นรูปหรือเครื่องมือช่วยขึ้นรูป (Stakes) ในงานโลหะแผ่นการพับขึ้นรูปชิ้นงานงานลักษณะต่าง ๆ สามารถกระทำได้โดยง่ายเพราะมีเครื่องจักร เช่น เครื่องพับซึ่งช่วยให้พับได้ดีเที่ยงตรง และรวดเร็วในขณะเดียวกันชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก หรือมีการพับที่ซับซ้อน เครื่องพับไม่สามารถทำงานได้ จึงจำเป็นต้องพับด้วยมือ

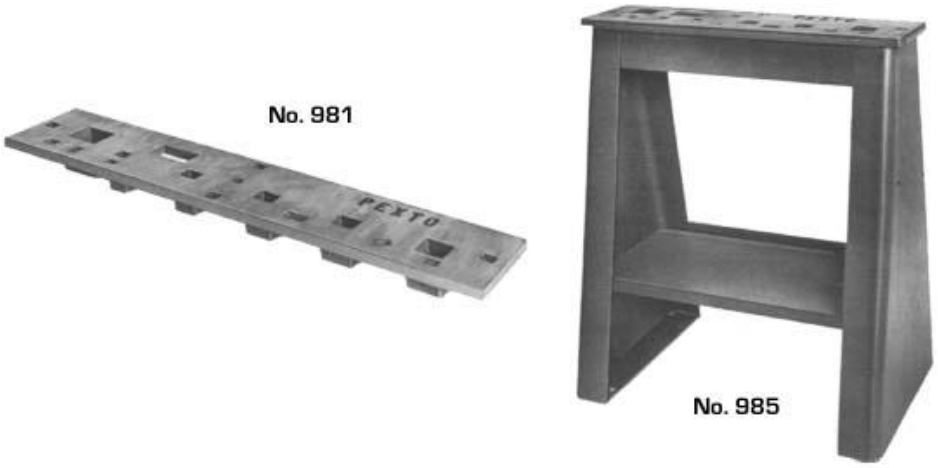
เครื่องมือที่ช่วยในการขึ้นรูป ทำจากเหล็กเครื่องมือมีความแข็งเหนียวทนต่อการเคาะได้เป็นอย่างดี มีจำนวนหลายชิ้นด้วยกัน แต่ละชิ้นมีรูปร่างแตกต่างกันไปตามลักษณะของการใช้งานเครื่องมือช่วยในการขึ้นรูปนี้ต้องใช้ร่วมกับ แผ่นรองรับ (Bench Plate) ซึ่งขณะใช้งาน ขาของ Stakes จะเสียบอยู่ในรูเรียว (Taper) ของแผ่นรองนั้น (นริศ ศรีเมฆ,พิชัย โอภาสอนันต์: 2542 :234)

เครื่องมือช่วยในการขึ้นรูป ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่วนก้าน (Shank)
2. ส่วนหัว (Head)
3. ส่วนแขน (Horn)

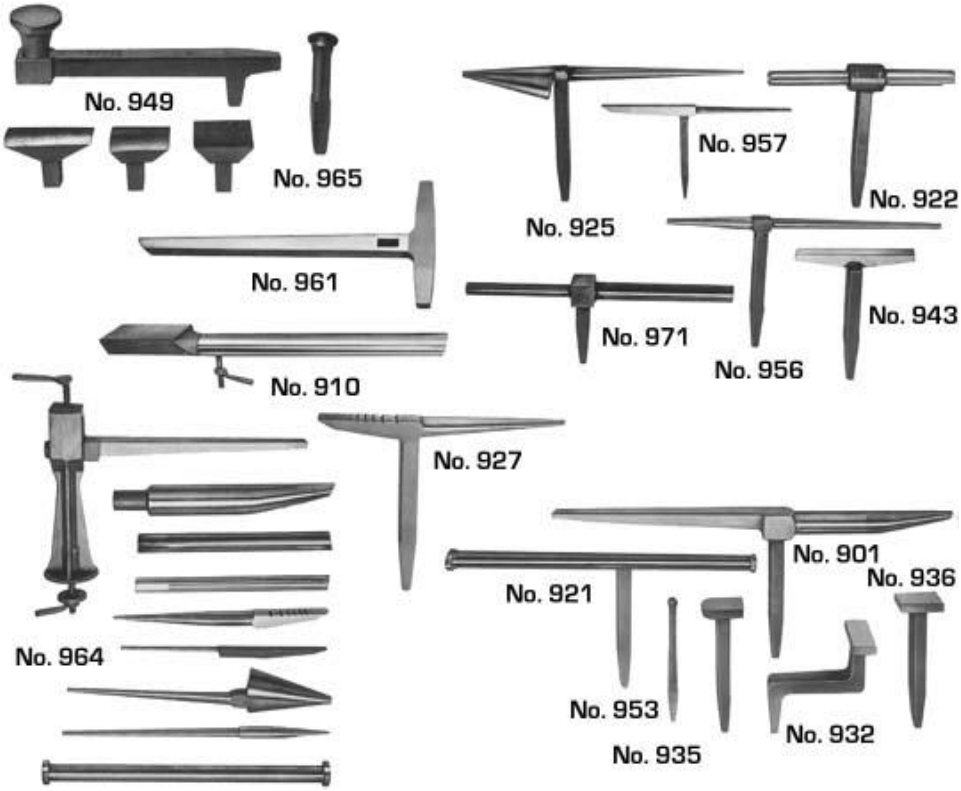
เครื่องมือขึ้นรูป (Stake) มีรูปร่าง และลักษณะการใช้งานดังนี้

1) Bench Plate or Stake Holder เป็นตัวรองรับ หรือยึด Stake เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายในทำเป็นรูปสี่เหลี่ยม และเรียว (Taper) มีขนาดของรูแตกต่างกันให้เลือกใช้ ตามขนาด ของก้าน



รูปที่ 8.19 แสดงลักษณะของ Bench Plate or Stake Holder

ที่มา : www.snowgalgiani.com



รูปที่ 8.20 แสดงเครื่องมือช่วยในการขึ้นรูปแบบต่าง ๆ

ที่มา :www.snowgalgiani.com

2) Beak horn Stake เป็น Stake ที่มีขนาดใหญ่กว่า Stake ชนิดอื่นข้างหนึ่งมีรูปร่างกลมเรียวอีกข้างหนึ่งหน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียวออกไป ใช้สำหรับการขึ้นรูป ย้ำหมุด เข้าตะเข็บ และเคาะงานทั่วไป

3) Bottom Stakeมีรูปร่างเป็นแท่งยาว บริเวณหัวมีรูปร่างเหมือนพัดขนาดเล็กบากมุมด้านเดียวที่ขอบมีความโค้งเล็กน้อยเหมาะสำหรับพับขอบ และครีบของก้นกระป๋องที่เป็นวงกลม

4) Copper Smith Stake มีรูปร่างแบน ขอบข้างหนึ่งมีลักษณะเหลี่ยม อีกข้างหนึ่งมี ลักษณะโค้งเหมาะสำหรับงานเคาะขึ้นรูปงานทั่ว ๆ

5) Common Square Stake ส่วนหัวมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมด้านบน แบนราบ ใช้สำหรับเคาะ ขึ้นรูปงานทั่วไปตามความต้องการ

6) Bevel - Edge Stake เครื่องมือช่วยเคาะขึ้นรูปชนิดนี้จะออกแบบก้านให้เยื้องศูนย์หัวด้านบนเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่ขอบของมุมฉากจะมีการบากความหนาให้เอียงหลบจากบนลงข้างล่างเล็กน้อยเหมาะสำหรับการพับตะเข็บ 2 ชั้น (Double - Seam)

7) Double Seam Stake มีแขนยื่นออกไปสั้นข้างหนึ่งยาวข้างหนึ่งบริเวณส่วนปลายของแขนจะมีหัวซึ่งอยู่ในระดับสูงกว่าแขนเล็กน้อย หน้าตัดของหัวจะมีลักษณะเป็นวงรีใช้สำหรับเคาะขึ้นรูปตะเข็บก้นกระป๋องกลม

8) Round Head Stake ส่วนหัวจะมีรูปร่างกลมผิวด้านบนจะโค้งนูนเล็กน้อย ใช้สำหรับงานเคาะขึ้นรูป

9) Hatch Stake จะมีแขนยื่นออกไปจากก้านข้างละเท่า ๆ กันขอบด้านบนจะมีการบากขอบข้างเดียวขอบด้านบนจึงมีลักษณะเป็นมุมแหลม และตรงตลอดความยาวใช้สำหรับ ดัดงอแผ่นโลหะที่ต้องการรัศมีดัดน้อย และใช้สำหรับพับขึ้นรูปขอบของงานที่มีลักษณะตรง

10) Creasing Stake แขนข้างหนึ่งจะมีลักษณะ กลมเรียวยาวออกไปอีกข้างหนึ่งผิวด้านบนจะมีลักษณะแบนมีร่องขนาดต่าง ๆ พาดผ่านเพื่อให้ลวดวางอยู่ในร่อง เหมาะสมสำหรับการเข้าขอบลวด หรือเคาะตบแต่งชิ้นงานที่ประกอบลวดอยู่

11) Needle Case Stake แขนที่ยื่นออกมาข้างหนึ่งจะมีลักษณะกลมเล็ก และเรียวเหมาะสำหรับเคาะขึ้นรูปงานกลม หรือท่อขนาดเล็ก หรือเคาะขึ้นรูปลวดให้เป็นวงแหวน O Ring แขนอีกข้างหนึ่งจะมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากยื่นยาวออกไป ผิวด้านบนแบนราบ เหมาะสมสำหรับขึ้นรูปงานทั่วไปตามวัตถุประสงค์

12) Candle Mold Stake มีแขนรูปร่างกลมเรียวยื่นออกไป 2 ข้างมีความโตแตกต่างกันแขนด้านที่เรียวเล็กจะมีความยาวเป็น 2 เท่าของแขนอีกข้างหนึ่งเหมาะสำหรับเคาะ ขึ้นรูป ตะเข็บ และย้ำหมุดของงานกลมที่มีความยาวมาก

13) Blow horn Stake ข้างหนึ่งจะมีลักษณะกลมเรียวยาวออกไป อีกข้างหนึ่งจะมีลักษณะเป็นส่วนโค้งใหญ่เรียวสั้น เหมาะสำหรับเคาะขึ้นรูปงานรูปกรวยขนาดใหญ่ ใช้ย้ำหมุดย้ำตะเข็บ และขึ้นรูปงานทั่วไป

14) Conductor Stake มีแขนที่ยื่นออกไปทั้งสองข้างมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกันใช้สำหรับงานเคาะขึ้นรูปงานย้ำหมุดและงานย้ำตะเข็บท่อขนาดเล็ก

15) Hollow Mandrel Stake แขนข้างหนึ่งผิวด้านบนมีลักษณะโค้งขนาดใหญ่ อีกข้างหนึ่งผิวบนมีพื้นที่กว้างแบนราบมีร่องอยู่ด้านใต้ตลอดความยาว มีสลักเกลียวเลื่อนอยู่ภายในร่องนั้นใช้สำหรับยึดกับโต๊ะ เหมาะสำหรับขึ้นรูปขอบของงานกลม งานย้ำหมุด เคาะตะเข็บ 2 ชั้น บริเวณมุม ของกระทะ หรือกล่อง

16) Double Seaming Stake With Four Heads ใช้สำหรับเคาะตะเข็บ 2 ชั้น Double Seam งานที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากมีขาเยื้องศูนย์ยาวกว่าแบบอื่น มีหัวสำหรับเปลี่ยนลักษณะการใช้งาน 4 หัว

8.6 การม้วน

8.6.1 เครื่องม้วนขึ้นรูปโลหะแผ่น (Slip - Roll Forming Machine)

เป็นเครื่องสำหรับม้วน ดัดโลหะแผ่น หรือเหล็กเส้นกลมให้เป็นส่วนโค้งในลักษณะ ต่าง ๆ บริเวณขวามือของลูกกลิ้งจะทำร่องไว้หลายขนาดเพื่อใช้สำหรับ ม้วนลวด หรือเหล็กเส้นกลมเครื่องม้วนนี้จะมีลูกกลิ้งจำนวน 3 ลูก คือ ลูกกลิ้งบน (Upper Roll) ลูกกลิ้งล่าง (Lower Roll) และลูกกลิ้งดัดให้เงย (Rear Roll) ประกอบอยู่บนโครงเหล็กหล่อ (Housing) (สุชาติ กิจพิทักษ์ : 2540 :91)

1) เครื่องม้วนขึ้นรูปโลหะแผ่น (Slip Roll Forming Machine) ในการทำงานใช้มือหมุนลูกกลิ้งด้านสองลูกจะหมุนไปด้วยกันด้วย เฟือง (Gear) ซึ่งอยู่ในโครงที่ปิดอยู่ทางซ้ายมือ ขณะที่ลูกกลิ้ง 2 ลูก ด้านหน้าหมุนในขณะเดียวกันมันก็จะจับพาให้ชิ้นงานเคลื่อนไปด้วย และเมื่อถึงลูกกลิ้งที่ 3 มันจะดันให้โลหะแผ่นเงยขึ้นเกิดการม้วนงอการที่จะให้เกิดการม้วนมากหรือน้อยนั้นต้องปรับที่สกรูสองตัวที่ด้านหลังของลูกกลิ้งตัวที่ 3 ส่วนลูกกลิ้ง 2 ตัวแรกสามารถปรับให้พาชิ้นงานไปได้ด้วยสกรู 2 ตัวอยู่ด้านใต้ของโครงลูกกลิ้งด้านบนสามารถยกขึ้นได้เมื่อต้องการนำชิ้นงานออก

รูปที่ 8.21 แสดงลักษณะของเครื่องม้วน

2) เครื่องม้วนชนิดใช้แรงหมุนจากมอเตอร์ (Motorized Bending Rollers) เป็นเครื่องม้วนที่ใช้กำลังลูกกลิ้งจากมอเตอร์ไฟฟ้า มีสวิตซ์ควบคุมด้วยเท้า ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงาน สามารถม้วนได้ง่ายและรวดเร็วกว่าการม้วนด้วยแรงมือ

รูปที่ 8.22 แสดงลักษณะการทำงานของเครื่องม้วนชนิดใช้แรงหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
ที่มา :www.bii1.com

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (□) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดไม่ใช่จุดประสงค์ของการพับขอบผลิตภัณฑ์ (Hem) หรือเข้าขอบลวด (Wire Edge)
    ก. ความแข็งแรง
    ข. เพื่อความสวยงาม
    ค. เพื่อความปลอดภัย
    ง. เพื่อความสะดวก
2. การขึ้นขอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น ซึ่งมีขนาดใหญ่ ต้องการความแข็งแรงสูง บริเวณขอบนั้นควรเลือกใช้การขึ้นขอบวิธีใด
    ก. การพับขอบชั้นเดียว
    ข. การพับขอบสองชั้น
    ค. การเข้าขอบลวด
    ง. การม้วนขอบ
3. การเข้าขอบลวด นอกจากจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์แล้ว ยังเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้ใช้ คือ
    ก. ความสวยงาม
    ข. ความปลอดภัย
    ค. มีน้ำหนักเบา
    ง. ต้านทานการเกิดสนิมได้ดี
4. ตะเข็บพิตส์เบอร์ก นิยมใช้กับงานประเภทใด
    ก. ก้นกระป๋องกลมทุกชนิด
    ข. ขอบฝาชีปล่องควัน
    ค. รอยต่อปลายท่อสี่เหลี่ยมกับท่อกลม
    ง. ตะเข็บท่อระบายอากาศ
5. การขึ้นขอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น ซึ่งมีขนาดใหญ่ ต้องการความแข็งแรงสูง บริเวณขอบนั้น ควรเลือกใช้การขึ้นขอบวิธีใด
    ก. การพับขอบชั้นเดียว
    ข. การพับขอบสองชั้น
    ค. การเข้าขอบลวด

ง. การม้วนขอบ

6. การทำขอบชนิดใดเป็นการยากที่จะกระทำด้วยมือ ส่วนใหญ่แล้วจะทำจากเครื่องจักรกล หรือทำมาจากโรงงานผู้ผลิต
    ก. การม้วนขอบ
    ข. การพับขอบ
    ค. การเสริมขอบด้วยเหล็กฉาก
    ง. การเข้าขอบลวด
7. การทำขอบชนิดใดเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก
    ก. การพับขอบชั้นเดียว
    ข. การพับขอบสองชั้น
    ค. การม้วนขอบ
    ง. การพับปีกชั้นเดียว
8. การเข้าขอบลวด ถ้าขอบลวดมีขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ต้องเผื่อขอบงานเพิ่มอีกเท่าใด
    ก. 15 มิลลิเมตร
    ข. 12 มิลลิเมตร
    ค. 10 มิลลิเมตร
    ง. 7.5 มิลลิเมตร
9. ในการต่อปากท่อกลม ท่อเหลี่ยม ให้เกิดความแข็งแรงสูงจะใช้ต่อด้วยตะเข็บชนิดใด
    ก. ตะเข็บเกี่ยว
    ข. ตะเข็บสองชั้น
    ค. ตะเข็บตัวเอส
    ง. ตะเข็บตั้ง
10. การออกแบบรอยต่อของท่องอ รอยต่อที่สลับข้างกันมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นอย่างไร
    ก. ประหยัดวัสดุที่นำมาใช้
    ข. ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงขึ้น
    ค. ประกอบผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็ว
    ง. เครื่องจักรสามารถทำงานได้สะดวก

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (□) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดไม่ใช่จุดประสงค์ของการพับขอบผลิตภัณฑ์ (Hem) หรือเข้าขอบลวด (Wire Edge)
   - ก. ความแข็งแรง
   - ข. เพื่อความสวยงาม
   - ค. เพื่อความปลอดภัย
   - ง. เพื่อความสะดวก
2. การขึ้นขอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น ซึ่งมีขนาดใหญ่ ต้องการความแข็งแรงสูง บริเวณขอบนั้นควรเลือกใช้การขึ้นขอบวิธีใด
   - ก. การพับขอบชั้นเดียว
   - ข. การพับขอบสองชั้น
   - ค. การเข้าขอบลวด
   - ง. การม้วนขอบ
3. การเข้าขอบลวด นอกจากจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์แล้ว ยังเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้ใช้ คือ
   - ก. ความสวยงาม
   - ข. ความปลอดภัย
   - ค. มีน้ำหนักเบา
   - ง. ต้านทานการเกิดสนิมได้ดี
4. ตะเข็บพิตส์เบอร์ก นิยมใช้กับงานประเภทใด
   - ก. ก้นกระป๋องกลมทุกชนิด
   - ข. ขอบฝาชีปล่องควัน
   - ค. รอยต่อปลายท่อสี่เหลี่ยมกับท่อกลม
   - ง. ตะเข็บท่อระบายอากาศ
5. การขึ้นขอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น ซึ่งมีขนาดใหญ่ ต้องการความแข็งแรงสูง บริเวณขอบนั้น ควรเลือกใช้การขึ้นขอบวิธีใด

ก. การพับขอบชั้นเดียว

ข. การพับขอบสองชั้น

ค. การเข้าขอบลวด

ง. การม้วนขอบ

6. การทำขอบชนิดใดเป็นการยากที่จะกระทำด้วยมือ ส่วนใหญ่แล้วจะทำจากเครื่องจักรกล หรือทำมาจากโรงงานผู้ผลิต

ก. การม้วนขอบ

ข. การพับขอบ

ค. การเสริมขอบด้วยเหล็กฉาก

ง. การเข้าขอบลวด

7. การทำขอบชนิดใดเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก

ก. การพับขอบชั้นเดียว

ข. การพับขอบสองชั้น

ค. การม้วนขอบ

ง. การพับปีกชั้นเดียว

8. การเข้าขอบลวด ถ้าขอบลวดมีขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ต้องเผื่อขอบงานเพิ่มอีกเท่าใด

ก. 15 มิลลิเมตร

ข. 12 มิลลิเมตร

ค. 10 มิลลิเมตร

ง. 7.5 มิลลิเมตร

9. ในการต่อปากท่อกลม ท่อเหลี่ยม ให้เกิดความแข็งแรงสูงจะใช้ต่อด้วยตะเข็บชนิดใด

ก. ตะเข็บเกี่ยว

ข. ตะเข็บสองชั้น

ค. ตะเข็บตัวเอส

ง. ตะเข็บตั้ง

10. การออกแบบรอยต่อของท่องอ รอยต่อที่สลับข้างกันมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นอย่างไร

ก. ประหยัดวัสดุที่นำมาใช้

ข. ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงขึ้น

ค. ประกอบผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็ว

ง. เครื่องจักรสามารถทำงานได้สะดวก

	ใบงาน ที่ 8	หน่วยที่ 8
	รหัสวิชา 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 15-16
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น	**ทฤษฎี** 2 **ชม.** **ปฏิบัติ** 6 **ชม.**
ชื่อเรื่อง การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายวิธีการพับขอบงานและตะเข็บงานได้
2. อธิบายวิธีการใช้งานแท่นขึ้นรูปได้
3. พับขอบงานและตะเข็บงานได้
4. ม้วนขึ้นรูปโหละแผ่นได้
5. ประกอบชิ้นงานโลหะแผ่นได้
6. นำหลักการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. ใบความรู้ที่ 8
3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนพร้อมแนะนำชี้แจงแผนการเรียน สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น เช่น ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ หลักการและแนวทางในการเรียน การประเมินผลการเรียน เพื่อความเข้าใจก่อนการเรียน และนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 8 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของพื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกถึงลักษณะที่พึงประสงค์ที่นักเรียนควรยึดถือและปฏิบัติ เช่น เรื่องการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานอย่างคุ้มค่า การเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ การช่วยเหลือแบ่งปันซึ่งกันและกัน การปฏิบัติงานด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต มุ่งมั่น ใช้เวลาอย่างคุ้มค่า หลักประชาธิปไตย การยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน และห่างไกลยาเสพติด เป็นต้น

3.ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 8

4.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 8

5.ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 8

6.ครูนำภาพตัวอย่างความปลอดภัยในการทำงานและความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สให้นักเรียนดูเพื่อให้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

7.ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน

8.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9.ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10.ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

8. สรุปและวิจารณ์ผล

งานโลหะแผ่นนั้นส่วนใหญ่แล้วจะเป็นงานขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ซึ่งจะนำชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบกันขึ้นเป็นรูปทรงลักษณะต่างๆ แต่ธรรมชาติของโลหะแผ่นนั้นจะอ่อนตัวได้ง่าย ไม่คงตัวเหมือนโลหะรูปพรรณหน้าตัดชนิดต่างๆ ดังนั้นเพื่อความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์จึงได้มีการนำขอบงานแบบต่างๆ มาใช้ เพื่อความเหมาะสมกับลักษณะงานผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ เช่น การพับกล่อง งานม้วนท่อถังบรรจุของเหลว หรือแม้กระทั่งระบบท่อระบายอากาศขนาดใหญ่ภายในอาคาร จำเป็นจะต้องมีการเขียนแผ่นคลี่ลงบนโลหะแผ่นก่อนจึงจะพับ หรือม้วนขึ้นรูปตามขนาดที่ต้องการได้ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานด้านโลหะแผ่น จะต้องเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจเป็นอย่างดีก่อนลงมือปฏิบัติงาน ก่อนที่จะนำไปตัดแล้วพับขึ้นรูปในลำดับต่อไปเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงานทั้งทางด้านความปลอดภัย ความประณีต ความสวยงาม ลดความสูญเสียและประหยัดเวลาในการทำงาน

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 8

รายวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **รหัสวิชา** 20100-1004

เรื่อง การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

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 8 เรื่อง การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

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.....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										ผลการประเมิน	สรุปผลการประเมิน
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ซื่อสัตย์สุจริต	มีวินัย	ใฝ่เรียนรู้	มุ่งมั่นในการทำงาน	รักความเป็นไทย	มีจิตสาธารณะ					
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** ... 9
	รหัสวิชา 20100-1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่ 17-18**
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การบัดกรี	**ทฤษฎี 2 ชม.** **ปฏิบัติ 6 ชม.**
ชื่อเรื่อง/งาน การบัดกรี		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2 สมรรถนะย่อย.....

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน....

2) วิธีประเมิน.....

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.1.1 บูรณาการกลุ่มอาชีพ การเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อม อุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับบัดกรี

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.อธิบายหลักการบัดกรีได้

2.จำแนกประเภทหัวบัดกรีได้

3.วิเคราะห์โลหะบัดกรีสำหรับการบัดกรีได้

4.ลำดับขั้นตอนการบัดกรีชิ้นงานได้

5.บัดกรีชิ้นงานโลหะแผ่นได้

6.ตระหนักถึงความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการบัดกรีตลอดเวลา

7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. สาระการเรียนรู้

1. การพับข้อขอบงาน

2.การพับตะเข็บงาน

3.การเข้าขอบลวด

4. การเคาะขึ้นขอบ

5.แท่นขึ้นรูป

6.การม้วน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 9 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย

2. ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 9

3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 9

4. ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 9 ให้กับนักเรียน

5. ครูและนักเรียนเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในหลักการของบัดกรี

6. ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนและเตรียมคำถามด้านเนื้อหาที่เข้าใจไม่ชัดเจน

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ

8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9. ครูร่วมกับนักเรียนเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น หน่วยที่ 9

2. เครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส

3. โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พ้อยท์ (Power Point)

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1.บันทึกการสอนของผู้สอน

2.ใบเช็คราย์ชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1.แผนจัดการเรียนรู้

2.การตรวจประเมินผลงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

วิธีวัดผล

1.ประเมินแบบฝึกทักษะ

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้

3.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

4.ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

5.การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 วิธีการประเมิน

1.แบบฝึกทักษะ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

2.แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์การผ่าน 50% ขึ้นไป

3.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

4.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

5.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

9.3 เครื่องมือประเมิน

1.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

2.เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

3.เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50% ขึ้นไป)

4.กิจกรรมใบงาน เกณฑ์ผ่าน คือ 50%

5.แบบประเมินผลการเรียนรู้มีเกณฑ์ผ่าน 50%

6.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

10.2 ปัญหาที่พบ

.....

.....

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ 9	**หน่วยที่** ... 9
	รหัสวิชา 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 17-18
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การบัดกรี	**ทฤษฎี** 2 **ชม.** **ปฏิบัติ** 6 **ชม.**
ชื่อเรื่อง การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับบัดกรี

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.อธิบายหลักการบัดกรีได้

2.จำแนกประเภทหัวบัดกรีได้

3.วิเคราะห์โลหะบัดกรีสำหรับการบัดกรีได้

4.ลำดับขั้นตอนการบัดกรีชิ้นงานได้

5.บัดกรีชิ้นงานโลหะแผ่นได้

6.ตระหนักถึงความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการบัดกรีตลอดเวลา

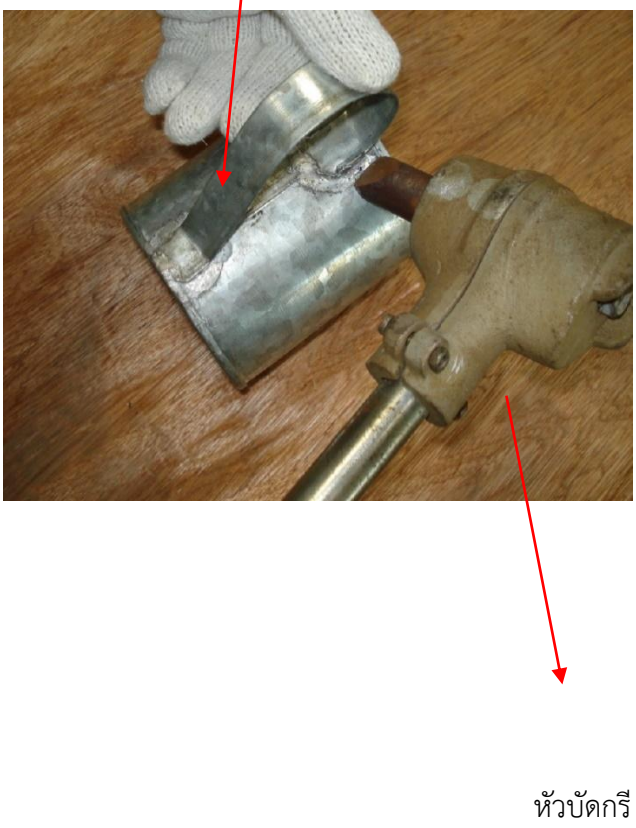
7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เนื้อหาสาระ

การบัดกรี

9.1 หลักการบัดกรี (Soldering)

การบัดกรีเป็นการประสานโลหะ โดยใช้ความร้อนซึ่งไม่ทำให้โลหะชิ้นงานหลอมละลาย แต่จะทำให้โลหะบัดกรีหลอมละลาย และไหลเยิ้มเข้าไปในช่องรอยต่อแคบ ๆ ซึ่งโลหะบัดกรี สำหรับการบัดกรีอ่อนนั้นจะหลอมละลายที่อุณหภูมิต่ำกว่า 450 องศาเซลเซียส (840 องศาฟาเรนไฮต์) วิธีการให้ความร้อนอาจใช้ความร้อนจากหัวเผาระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับอากาศ แก๊สเชื้อเพลิงกับแก๊สออกซิเจน หรือจากหัวบัดกรีโลหะ (หัวแร้ง) ก็ได้ (อำนาจ ทองแสน, จรูญ พรหมสุทธิ์, 2546:42)



รูปที่ 9.1 แสดงการบัดกรีด้วยหัวบัดกรีโลหะ

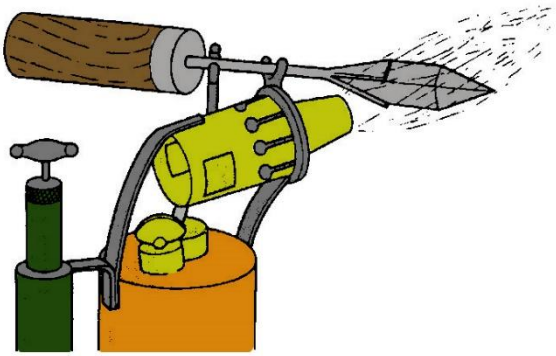
9.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการบัดกรี

เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการบัดกรีอ่อนด้วยหัวบัดกรีโลหะ ประกอบด้วย

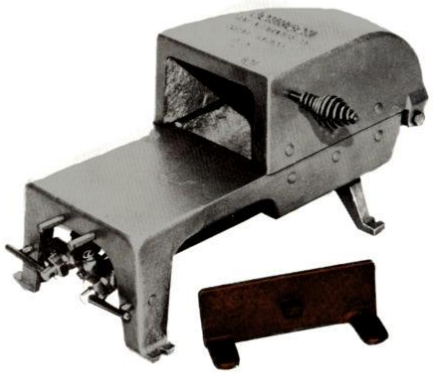
9.2.1 หัวบัดกรี (Soldering Iron)

เป็นอุปกรณ์สำหรับให้ความร้อนแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) หัวบัดกรีที่ไม่เกิดความร้อนด้วยตัวเอง หัวบัดกรีชนิดนี้จะต้องอาศัยความร้อนจากเครื่องมืออื่น เช่น ความร้อนด้วยเปลวแก๊ส และความร้อนจากเตาเผาหัวบัดกรี เป็นต้น



(ก) การเผาหัวบัดกรีด้วยแก๊ส



(ข) เตาเผาหัวบัดกรี

รูปที่ 9.2 แสดงวิธีการให้ความร้อนหัวบัดกรีชนิดไม่เกิดความร้อนด้วยตัวเอง และเตาเผา

2) หัวบัดกรีชนิดที่เกิดความร้อนด้วยตัวเอง หัวบัดกรีชนิดนี้แบ่งออกเป็นหลายชนิด เช่นชนิดใช้แก๊สอะเซทิลีน ชนิดที่ใช้แก๊สโพรเพน และชนิดที่ใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

รูปที่ 9.3 แสดงหัวบัดกรีชนิดที่เกิดความร้อนด้วยตัวเอง (ชนิดที่ใช้แก๊สโพรเพน)

รูปที่ 9.4 แสดงหัวบัดกรีชนิดที่เกิดความร้อนด้วยตัวเอง (หัวบัดกรีไฟฟ้า)

9.2.2 เครื่องมือทำความสะอาดหัวบัดกรี

เครื่องมือทำความสะอาดหัวบัดกรี แบ่งออกได้เป็นหลายชนิด เช่น แปรงลวด ก้อนเกลือแอมโมเนีย กระดาษทราย และตะไบ เป็นต้น

(ก) ทำความสะอาดด้วยแปรงลวด

(ข) ทำความสะอาดด้วยตะไบ

รูปที่ 9.5 แสดงเครื่องมือทำความสะอาดหัวบัดกรีชนิดต่างๆ

9.3 โลหะบัดกรี (Brazing filler metal)

โลหะบัดกรีมีหน้าที่ในการเข้าประสานรอยต่อของวัสดุชิ้นงาน ดังนั้น สมบัติของโลหะบัดกรีจะต้องมีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิต่ำกว่าโลหะชิ้นงาน และไหลตัวได้ดี โลหะบัดกรีทำจากโลหะเจือจำพวกเงิน ทองแดง สังกะสี ดีบุก อะลูมิเนียม และทอง ซึ่งการเลือกใช้โลหะบัดกรีก็ขึ้นอยู่กับ ความเหมาะสมกับโลหะชิ้นงานและอุณหภูมิใช้งาน

โลหะบัดกรีที่ผลิตออกมาใช้งานในปัจจุบันมีหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น เส้นลวด (Coils) แท่ง (Rods) แผ่น (Sheets) และรูปแบบอื่นๆ ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

รูปที่ 9.6 แสดงตัวอย่างของโลหะบัดกรี

โลหะบัดกรีสำหรับการบัดกรี เป็นโลหะผสมระหว่างโลหะที่มีจุดหลอมละลายต่ำเหมือนกัน และสามารถไหลตัวได้ดี ซึ่งแต่ละชนิดก็จะเหมาะสำหรับใช้งานแตกต่างกัน โดยในตารางที่ 9.1 แสดงชนิดของโลหะบัดกรี ตัวอย่างการนำไปใช้งาน ส่วนในตารางที่ 9.2 แสดงช่วงอุณหภูมิหลอมละลายของโลหะบัดกรีบางชนิด

ตารางที่ 9.1 แสดงชนิดของโลหะบัดกรี และการนำไปใช้งาน

ชนิดของโลหะบัดกรี	**ตัวอย่างการใช้งาน**
ดีบุก - ตะกั่ว	ใช้งานทั่วไป
ดีบุก - สังกะสี	การเชื่อมต่ออะลูมิเนียม
แคดเมียม - เงิน	งานที่ทนแรงดึงสูงการเชื่อมต่ออะลูมิเนียม ทองแดง
แคดเมียม - สังกะสี	การเชื่อมต่ออะลูมิเนียมที่มีการต่อช่องกว้าง
สังกะสี - อะลูมิเนียม	ใช้กับงานที่ป้องกันการกัดกร่อน
ดีบุก - เงิน	การเชื่อมวงจรอิเล็กทรอนิกส์
ดีบุก - บิสมัท	การเชื่อมวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ที่มา : อำนาจ ทองแสน, จรูญ พรหมสุทธิ์, 2546:

ตารางที่ 9.2 แสดงช่วงอุณหภูมิหลอมละลายของโลหะบัดกรี ดีบุก – ตะกั่ว

ชนิด	เปอร์เซ็นต์ดีบุก	เปอร์เซ็นต์ตะกั่ว	อุณหภูมิหลอมละลาย	อุณหภูมิเริ่มแข็งตัว	ช่วงอุณหภูมิบัดกรี
	0	100	621	621	Pure lead
5A	5	95	596	572	24°
10A	10	90	573	514	59°
15A	15	85	553	437	116°
	19.5	80.5	535	362	173°
20A	20	80	533	362	171°
25A	25	75	514	362	152°
30A	30	70	496	362	134°
35A	35	65	478	362	116°
40A	40	60	460	362	98°
45A	45	55	440	362	78°
50A	50	50	418	362	56°
	55	45	397	362	35°
60A	60	40	374	362	12°
	61.9	38.1	362	362	Eutectic
70A	65	35	367	362	5°
	70	30	376	362	14°
	75	25	385	362	23°
	80	20	396	362	34°
	85	15	408	362	46°
	90	10	421	362	59°
	95	5	434	362	72°
	98.4	1.6	444	362	82°
	99	1	446	414	32°
	100	0	450	450	Puretin

ที่มา : อำนาจ ทองแสน, จรูญ พรหมสุทธิ์, 2546 : 354

9.3.1 วัสดุช่วยประสาน

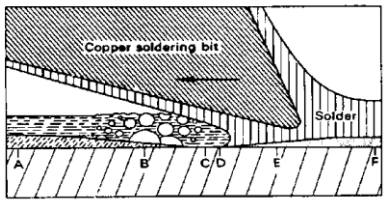
วัสดุช่วยประสาน หรือฟลักซ์ในงานบัดกรีจะใช้เพื่อทำความสะอาดผิวงานบริเวณรอยต่อขจัดสนิม ไขมัน และสิ่งสกปรกอื่น ๆ เพื่อให้โลหะบัดกรีประสานร่องรอยต่อชิ้นงานได้แข็งแรง และง่ายต่อการทำบัดกรี ฟลักซ์สำหรับบัดกรี แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดไม่กัดกร่อน (Non Corrosive) และชนิดกัดกร่อน (Corrosive) สำหรับในหน่วยเรียนนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะที่เป็นชนิดกัดกร่อน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับงานบัดกรีโลหะ

ตารางที่ 9.3 แสดงชนิดของฟลักซ์ในการบัดกรี และการใช้งาน

ชนิดของฟลักซ์	การใช้งาน
สังกะสีครอไรด์	ฟลักซ์ที่ใช้อยู่ทั่วไปเหมาะสำหรับบัดกรี เหล็กกล้า ทองแดง ทองเหลือง ดีบุก
แอมโมเนียมครอไรด์	ใช้สำหรับบัดกรีเหล็กหล่อ ทองแดง ทองเหลือง
กรดไฮโดรคลอริก	ใช้สำหรับบัดกรีสังกะสี แผ่นเหล็กอาบสังกะสี
กรดฟอสฟอริก	ใช้สำหรับบัดกรีเหล็กกล้า ทองแดง ทองเหลือง
สังกะสีครอไรด์ผสมไฮโดรครอริก	ใช้สำหรับบัดกรีเหล็กกล้าไร้สนิม
สังกะสีครอไรด์10% และแอมโมเนียครอไรด์ 90%	ใช้สำหรับบัดกรีงานบัดกรีที่อุณหภูมิต่ำ

ที่มา : อำนาจ ทองแสน, จรูญ พรหมสุทธิ์, 2546: 353

สำหรับปฏิกิริยาของฟลักซ์ขณะทำการบัดกรีแสดงไว้ในรูปที่ 9.7



รูปที่ 9.7 แสดงปฏิกิริยาของฟลักซ์ขณะทำการบัดกรี

ที่มา : อำนาจ ทองแสน, จรูญ พรหมสุทธิ์, 2546 : 356

จากรูปที่ 9.7 ปฏิกิริยาของฟลักซ์ขณะทำการบัดกรีมีรายละเอียด ดังนี้

A ฟลักซ์เคลือบบนผิวฟิล์มออกไซด์

B ฟลักซ์ได้รับความร้อนจนเดือดและทำปฏิกิริยาขจัดออกไซด์

C โลหะชิ้นงานสัมผัสกับฟลักซ์ขณะทำปฏิกิริยา

D โลหะบัดกรีเหลวผลักดันฟลักซ์ออกจากบริเวณรอยต่อ

E โลหะบัดกรีเคลือบแน่นบนแผ่นชิ้นงาน

F โลหะบัดกรีแข็งตัว

9.4 รอยต่อสำหรับงานบัดกรี

รอยต่อสำหรับงานบัดกรี ส่วนมากจะเป็นตะเข็บงานโลหะแผ่น ซึ่งจะใช้ร่วมกับงานเข้าตะเข็บเกี่ยว งานย้ำหมุด งานเข้าขอบลวด และในงานท่อแบบบ่าสวม เป็นต้น

(ก)

(ข)

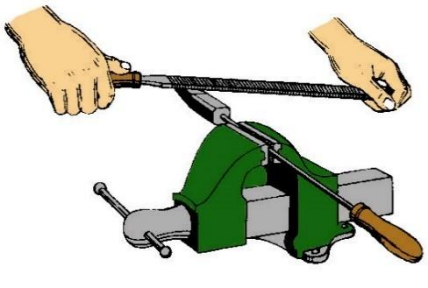
รูปที่ 9.8 แสดงแบบรอยต่องานบัดกรี

9.5 ลำดับขั้นการบัดกรีชิ้นงาน

ลำดับขั้นการบัดกรีชิ้นงานเป็นการบัดกรีกระป๋องกลม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้พร้อม เช่น หัวบัดกรี ตะกั่วบัดกรี วัสดุช่วยประสาน และอุปกรณ์ทำความสะอาดหัวบัดกรี เป็นต้น

2. ใช้ค้อนเคาะแต่งหัวบัดกรี จากนั้นตะไบให้เรียบ



(ก) การใช้ค้อนแต่งปลายหัวบัดกรี (ข) ตกแต่งหัวบัดกรีด้วยตะไบ

(ก) การใช้ค้อนตกแต่งหัวบัดกรี (ข) การใช้ตะไบตกแต่งหัวบัดกรี

รูปที่ 9.9 แสดงการแต่งหัวบัดกรี

3. ทำความสะอาดชิ้นงาน เพื่อขจัดสนิม และคราบไขมันต่าง ๆ
4. ทาน้ำยาประสานบนรอยต่อที่จะบัดกรี และทำความสะอาดหัวบัดกรี

(ก) การทาน้ำยาประสานบนรอยต่องาน (ข) การทำความสะอาดหัวบัดกรี

รูปที่ 9.10 แสดงการทาน้ำยาประสานบนขอบตะเข็บ และการทำความสะอาดหัวบัดกรี

5. นำหัวบัดกรีไปเผาให้ความร้อนในเตา ให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งเพียงพอที่จะละลายโลหะบัดกรี และอย่าปล่อยให้หัวบัดกรีร้อนเกินไป เพราะจะทำให้ตะกั่วที่ฉาบอยู่บนปลายหัวบัดกรีหลอมละลาย ซึ่งจะต้องทำการฉาบตะกั่วใหม่อีกครั้ง

รูปที่ 9.11 แสดงการเผาให้ความร้อนหัวบัดกรีในเตา

6. นำชิ้นงานไปวางบนแท่นรองและทาน้ำยาประสานเพื่อเตรียมบัดกรี

รูปที่ 9.12 แสดงการวางชิ้นงานบนแท่นรอง

7. นำหัวบัดกรีที่เผาได้ความร้อนที่เหมาะสมแล้วไปแตะกับแท่งของบัดกรีโดยให้โลหะบัดกรีติดกับปลาย หัวบัดกรี

รูปที่ 9.13 แสดงการใช้ปลายหัวแร้งแตะกับแท่งโลหะบัดกรี

8. ทำการบัดกรีอ่อนด้านปลายทั้งสองด้านของชิ้นงาน

รูปที่ 9.14 แสดงการบัดกรีปลายของชิ้นงาน

9. เริ่มบัดกรีชิ้นงานจากปลายด้านหนึ่งของตะเข็บ จากนั้นให้ลากหัวบัดกรีไปตามแนวของตะเข็บอย่างช้า ๆ

รูปที่ 9.15 แสดงการบัดกรีขอบตะเข็บ

ตัวอย่าง การบัดกรีชิ้นงานแสดงไว้ในรูปที่ 9.16 และรูปที่ 9.17

รูปที่ 9.16 แสดงตัวอย่างการบัดกรีก้นกระป๋อง

(ก)

รูปที่ 9.17 แสดงการประกอบชิ้นงานรางน้ำด้วยการบัดกรี

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (□) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การบัดกรี (Soldering) แตกต่างกับการเชื่อมประสาน (Welding) อย่างไร
   - ก. การบัดกรีนั้น โลหะประสานไม่ละลายแต่งานละลาย
   - ข. การบัดกรีนั้น โลหะประสานละลายแต่งานไม่ละลาย
   - ค. การบัดกรีนั้น โลหะประสานและงานละลายพร้อมกัน
   - ง. การบัดกรีนั้น ให้ความร้อนสูง ใช้ประสานงานหนาๆ
2. โดยทั่วไปแบ่งการบัดกรีแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้กี่ประเภท
   - ก. 2 ประเภท
   - ข. 3 ประเภท

ค. 4 ประเภท

ง. 5 ประเภท

3. การบัดกรีอ่อนนั้นใช้อุณหภูมิบัดกรีเท่าใด

ก. ต่ำกว่า 800oF

ข. ต่ำกว่า 900oF

ค. ต่ำกว่า 1000oF

ง. ต่ำกว่า 1200oF

4. โลหะประสาน (ตะกั่วบัดกรี) มีส่วนผสมหลักของโลหะ 2 ชนิด คือตะกั่วกับอะไร

ก. เหล็ก

ข. ทองแดง

ค. ดีบุก

ง. เงิน

5. ข้อใดไม่ใช่โลหะที่ต้องเจือลงไปในรอยบัดกรีที่ต้องการคุณภาพงานสูง

ก. แอนติโมนี

ข. แคดเมียม

ค. เงิน

ง. ทองแดง

6. ตะกั่วบัดกรี ชั้นคุณภาพสูง คือ ตะกั่วบัดกรีชนิดใด

ก. 30 : 70

ข. 40 : 60

ค. 50 : 50

ง. 60 : 40

7. น้ำยาประสานในการบัดกรีสังกะสีที่ใช้กันมากที่สุดคือข้อใด

ก. กรดเกลือ

ข. กรดซัลฟูลริก

ค. สังกะสีคลอไรด์

ง. ยางสน

8. ในการบัดกรีอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และชิ้นงานแผ่นทองแดง ใช้อะไรเป็นน้ำยาประสาน

ก. กรดเกลือ

ข. กรดซัลฟูลริก

ค. สังกะสีคลอไรด์

ง. ยางสน

9. การเตรียมสังกะสีคลอไรด์ เพื่อให้ทำปฏิกิริยาต่อกันจะใช้สังกะสีบริสุทธิ์จุ่มลงในอะไร

ก. กรดเกลือ

ข. กรดซัลฟูลริก

ค. กรดน้ำส้ม

ง. กรดดินปะสิว

10. การเตรียมสังกะสีคลอไรด์จะเกิดปฏิกิริยาเดือด จะมีแก๊สชนิดหนึ่งจำนวนมากลอยออกมาแก๊สชนิดนั้นคือแก๊สในข้อใด

ก. คาร์บอนไดออกไซด์

ข. ไนโตรเจน

ค. ไฮโดรเจน

ง. ฮีเลียม

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือเรียน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (□) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การบัดกรี (Soldering) แตกต่างกับการเชื่อมประสาน (Welding) อย่างไร

ก. การบัดกรีนั้น โลหะประสานไม่ละลายแต่งานละลาย

ข. การบัดกรีนั้น โลหะประสานละลายแต่งานไม่ละลาย

ค. การบัดกรีนั้น โลหะประสานและงานละลายพร้อมกัน

ง. การบัดกรีนั้น ให้ความร้อนสูง ใช้ประสานงานหนาๆ

2. โดยทั่วไปแบ่งการบัดกรีแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้กี่ประเภท

ก. 2 ประเภท

ข. 3 ประเภท

ค. 4 ประเภท

ง. 5 ประเภท

3. การบัดกรีอ่อนนั้นใช้อุณหภูมิบัดกรีเท่าใด

ก. ต่ำกว่า 800oF

ข. ต่ำกว่า 900oF

ค. ต่ำกว่า 1000oF

ง. ต่ำกว่า 1200oF

4. โลหะประสาน (ตะกั่วบัดกรี) มีส่วนผสมหลักของโลหะ 2 ชนิด คือตะกั่วกับอะไร

ก. เหล็ก

ข. ทองแดง

ค. ดีบุก

ง. เงิน

5. ข้อใดไม่ใช่โลหะที่ต้องเจือลงไปในรอยบัดกรีที่ต้องการคุณภาพงานสูง

ก. แอนติโมนี

ข. แคดเมียม

ค. เงิน

ง. ทองแดง

6. ตะกั่วบัดกรี ชั้นคุณภาพสูง คือ ตะกั่วบัดกรีชนิดใด

ก. 30 : 70

ข. 40 : 60

ค. 50 : 50

ง. 60 : 40

7. น้ำยาประสานในการบัดกรีสังกะสีที่ใช้กันมากที่สุดคือข้อใด

ก. กรดเกลือ

ข. กรดซัลฟูลริก

ค. สังกะสีคลอไรด์

ง. ยางสน

8. ในการบัดกรีอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และชิ้นงานแผ่นทองแดง ใช้อะไรเป็นน้ำยาประสาน

ก. กรดเกลือ

ข. กรดซัลฟูลริก

ค. สังกะสีคลอไรด์

ง. ยางสน

9. การเตรียมสังกะสีคลอไรด์ เพื่อให้ทำปฏิกิริยาต่อกันจะใช้สังกะสีบริสุทธิ์จุ่มลงในอะไร

ก. กรดเกลือ

ข. กรดซัลฟูลริก

ค. กรดน้ำส้ม

ง. กรดดินประสิว

10. การเตรียมสังกะสีคลอไรด์จะเกิดปฏิกิริยาเดือด จะมีแก๊สชนิดหนึ่งจำนวนมากลอยออกมาแก๊สชนิดนั้นคือแก๊สในข้อใด

ก. คาร์บอนไดออกไซด์

ข. ไนโตรเจน

ค. ไฮโดรเจน

ง. ฮีเลียม

	ใบงาน ที่ 9	**หน่วยที่** 9
	รหัสวิชา 20100-1004 **ชื่อวิชา** งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**สอนครั้งที่** 17-18
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การบัดกรี	**ทฤษฎี** 2 **ชม.** **ปฏิบัติ** 6 **ชม.**
ชื่อเรื่อง การบัดกรี		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

มีความรูและทักษะในงานเชื่อมไฟฟา งานเชื่อมแกส และงานโลหะแผน ดวยความถูกตองรอบคอบ และปลอดภัย

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส 1001, 1002 อาชีพการเชื่อมอุตสาหกรรม สาขาการเชื่อมอุตสาหกรรมวัสดุเหล็กกลา ระดับ 2

2.2 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางอุตสาหการ สาขาชางเชื่อมแกส

2.3 มาตรฐานฝมือแรงงานแหงชาติ กรมพัฒนาฝมือแรงงาน อาชีพชางเทคนิคขึ้นรูปโลหะแผน

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1 แสดงความรู้เกี่ยวกับบัดกรี

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.อธิบายหลักการบัดกรีได้

2.จำแนกประเภทหัวบัดกรีได้

3.วิเคราะห์โลหะบัดกรีสำหรับการบัดกรีได้

4.ลำดับขั้นตอนการบัดกรีชิ้นงานได้

5.บัดกรีชิ้นงานโลหะแผ่นได้

6.ตระหนักถึงความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการบัดกรีตลอดเวลา

7. มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แบบทดสอบก่อนเรียน

2. ใบความรู้ที่ 9

3. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนพร้อมแนะนำชี้แจงแผนการเรียน สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น เช่น ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ หลักการและแนวทางในการเรียน การประเมินผลการเรียน เพื่อความเข้าใจก่อนการเรียน และนำเข้าสู่บทเรียนหน่วยที่ 9 โดยการซักถามนักเรียนเพื่อชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของพื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส

2. ครูบอกถึงลักษณะที่พึงประสงค์ที่นักเรียนควรยึดถือและปฏิบัติ เช่น เรื่องการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานอย่างคุ้มค่า การเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ การช่วยเหลือแบ่งปันซึ่งกันและกัน การปฏิบัติงานด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต มุ่งมั่น ใช้เวลาอย่างคุ้มค่า หลักประชาธิปไตย การยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนร่วมงาน และห่างไกลยาเสพติด เป็นต้น

3.ครูบอกสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหน่วยที่ 9

4.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 9

5.ครูแจกเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 9

6.ครูนำภาพตัวอย่างความปลอดภัยในการทำงานและความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊สให้นักเรียนดู

เพื่อให้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

7.ครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองด้านเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอน

8.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9.ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

10.ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอีกครั้งหนึ่ง

8. สรุปและวิจารณ์ผล

การบัดกรี (Soldering) คือ กรรมวิธีการต่อโลหะตั้งแต่สองชิ้น หรือมากกว่าเข้าด้วยกัน โดยที่โลหะนั้นจะเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ ให้ความร้อนแก่รอยต่อที่อุณหภูมิต่ำกว่า 450องศาเซลเซียส ใช้โลหะเติมที่เป็นโลหะที่มีอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำ เช่นตะกั่ว หรือดีบุก เติมลงไปที่รอยต่อของชิ้นงาน โลหะเติมนี้จะหลอมละลาย และแทรกตัวซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างรอยต่อด้วยปฏิกิริยา คาปิลารี (Capillary action) ลักษณะงานที่ใช้การต่อโลหะด้วยการบัดกรีอ่อนได้แก่ งานบัดกรีท่อทองแดงสำหรับงานแรงดันต่ำ หรือ งานที่มีอุณหภูมิการใช้งานไม่เกิน 200 - 300 องศาเซลเซียส หรืองานบัดกรีอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ ติดกับแผ่นวงจร เพื่อให้เป็นที่เข้าใจมากยิ่งขึ้น อาจกล่าวได้ว่าจุดสังเกตของการบัดกรีที่ต่างจากการเชื่อม คือโลหะที่นำมาประสานรอยต่อ อุณหภูมิการปฏิบัติงาน รวมทั้งลักษณะการประสานของรอยต่อ เมื่อเรานำชิ้นงานที่ได้จากการบัดกรี มาตัดในแนวขวางของรอยต่อ เราจะเห็นได้ชัดเจนว่าในการต่อโลหะด้วยวิธีการบัดกรีนั้นโลหะหลักจะไม่หลอมละลาย

9. การประเมินผล

1. พิจารณาหลักฐานความรู้
2. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 9

รายวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **รหัสวิชา** 20100-1004

เรื่อง การบัดกรี

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 การบัดกรี

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ -	การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน	ร ว ม

	นามสกุล	การสนใจเรียน				การแสดงความคิดเห็น				การตอบคำถาม				การยอมรับฟังคนอื่น				ทำงานตามที่ครูมอบหมาย				คะแนน
		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.....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

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

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ใฝ่เรียนรู้	มีวินัย	ความซื่อสัตย์	จิตอาสา	ขยันและรับผิดชอบ	ประหยัด	สุภาพ	ตรงต่อเวลา			
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

10. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา