หน่วยที่ 1

งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	ความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	×				
2	หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์					
3	การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ **ระดับชั้น** : ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. บอกความสำคัญและวิธีป้องกันอันตรายจากการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้	×						
2. บอกความหมายการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้	×						
3. บอกข้อดีและข้อเสีย ของกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้	×						
4. ปฏิบัติงานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง					×		
5. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย					×		

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 1
	หน่วยที่ 1 งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	**เวลา** 4 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100-1004	งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์	

สาระสำคัญ

การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดหุ้มฟลักซ์เป็นการเชื่อมด้วยการอาร์กชนิดหนึ่ง ซึ่งได้รับความร้อนจากการอาร์กของลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ในขณะทำการอาร์กจะเกิดความร้อนสูง ทำให้ชิ้นงานหลอมละลาย ขณะเดียวกันลวดเชื่อมจะถูกหลอมละลายเติมลงในแนวเชื่อมด้วยฟลักซ์ที่หุ้มลวดเชื่อมเมื่อฟลักซ์โดนความร้อนจะเกิดการลุกไหม้กลายเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ฟลักซ์มีหน้าที่ป้องกันบรรยากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกริยารวมตัวกับแนวเชื่อม ซึ่งจะทำให้แนวเชื่อมไม่สมบูรณ์และมีความแข็งแรงไม่เพียงพอ

สาระการเรียนรู้

1.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

1.2 หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

1.3 การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความสำคัญและวิธีป้องกันอันตรายจากการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
2. บอกความหมายการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
3. บอกข้อดีและข้อเสีย ของกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้
4. ปฏิบัติงานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง
5. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดีและปลอดภัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน
3. สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน
4. นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้เรื่อง 1.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
   1.2 หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
   1.3 การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติ สรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน (ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย (ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2. ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ชื่องาน : งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีนิสัยรักใฝ่ใจ	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**20**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ

	5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน
กิจนิสัย	**พฤติกรรมบ่งชี้** (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 1

งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

สัปดาห์ที่ 1 งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

หน่วยที่ 1
งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

1.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ในการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า หลักสำคัญประการแรกที่จะต้องคำนึงถึงคือ เรื่องความปลอดภัย เพราะในการทำงานอาจก่อให้เกิดอันตรายขึ้นได้ ผู้ปฏิบัติจะต้องให้ความสำคัญและควรปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดเพื่อป้องกันมิให้เกิดอันตรายซึ่งนำมาถึงความสูญเสียแก่ชีวิต และทรัพย์สินของตนเองและผู้อื่น

สาเหตุที่อาจก่อให้เกิดอันตรายจากงานเชื่อมไฟฟ้าจากการอาร์กของลวดเชื่อม ซึ่งจะส่งผลให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าและผู้อยู่ใกล้เคียงได้ พิจารณาได้ดังนี้

1) อันตรายจากกระแสไฟ

อันตรายจากกระแสไฟดูด ส่วนใหญ่เกิดจากตัวเปียกชื้นโดยเฉพาะเท้าหรือมือเปียกน้ำ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายลงดินได้ เมื่อผู้ปฏิบัติงานได้รับกระแสไฟฟ้าเกินกว่า 100 มิลลิแอมป์ จะทำให้เสียชีวิต การป้องกันอุบัติเหตุจากไฟฟ้า ทำได้ดังนี้

1.1 ในขณะปฏิบัติงาน ควรใส่ถุงมือและรองเท้าที่มีฉนวนหุ้มอย่างดี ดังแสดงในรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 แสดงการสวมใส่ถุงมือและรองเท้าที่มีฉนวนหุ้ม

1.2 สวมใส่เสื้อผ้าที่แห้ง หากมีเหงื่อจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ

1.3 สายเชื่อมควรมีฉนวนหุ้มอยู่ในสภาพเรียบร้อย ดังแสดงในรูปที่ 1.2

รูปที่ 1.2 แสดงสายเชื่อมมีฉนวนหุ้ม

1.4 ไม่ควรวางหัวเชื่อมไว้ที่พื้น ควรวางไว้บนที่ฉนวนรองรับหรือแขวนไว้ ดังแสดงในรูปที่ 1.3

รูปที่ 1.3 แสดงการวางหัวเชื่อมไว้บนที่แขวน

1.5 เปลี่ยนลวดเชื่อมด้วยความระมัดระวัง อย่าให้ลวดเชื่อมสัมผัสกับโต๊ะเชื่อมขณะเปลี่ยน ดังแสดงในรูปที่ 1.4

รูปที่ 1.4 แสดงการเปลี่ยนลวดเชื่อม ด้วยความระมัดระวัง

2) อันตรายจากควันพิษและสารพิษ

ควันพิษและสารพิษจากการอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เกิดจากสารพอกหุ้มลวดเชื่อมและสนิมเหล็กเมื่อได้รับความร้อนสูง จะเกิดเป็นแก๊สคุมแนวเชื่อมเพื่อป้องกันไม่ให้ออกซิเจนและไฮโดรเจนในอากาศแทรกซึมเข้าสู่ชิ้นงานในขณะที่กำลังหลอมเหลว คือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และมีบางส่วนที่แตกตัวไม่หมดจะเกิดเป็นแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ซึ่งเป็นแก๊สพิษ ทำให้เกิดอันตรายคืออาการมึนงง เนื่องจากร่างกายได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ

ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานควรเชื่อมในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ถ้าหากจำเป็นต้องปฏิบัติงานในที่คับแคบเช่น ในท่อขนาดใหญ่ ควรมีอุปกรณ์ช่วยดูดควันหรือหน้ากากกันควันพิษและสารพิษ ชนิดของสารพิษที่มีอยู่ในแก๊สคลุมแนวเชื่อม มีรายละเอียดดังนี้ ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ชนิดของสารพิษที่มีอยู่ในแก๊สคลุมแนวเชื่อม

ชื่อสารพิษที่เกิด	แหล่งที่มา	อาการ
กรดโครมิค (Chromic Acid)	เกิดจากลวดเชื่อมเหล็กกล้าสแตนเลสเมื่อได้รับความร้อนแล้วจะเกิดควันของโครเมียมไตรออกไซด์ (Chromium Trioxide Fume)	ควันของโครเมียมไตรอ๊อกไซด์เมื่อทำปฏิกิริยากับลองน้ำในอากาศจะเปลี่ยนเป็นกรดโครมิค เมื่อร่างกายได้รับเข้าไปจะเกิดอาการชัก ปอดอักเสบ น้ำท่วมปอด จะมีน้ำลายมาก ทำให้เกิดโรคหลอดลมอักเสบ และจะแสดงอาการคล้ายกับเป็นโรคหอบหืด
แคดเมียมออกไซด์ (Cadmium Oxide)	โลหะผสมแคดเมียม หรือเคลือบด้วยแคดเมียม	หากสูดควันของแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายจะเป็นสาเหตุของวัณโรค แผลอักเสบในปอด มีอาการคอแห้ง ไอ อาเจียน เจ็บที่ปอดและหายลำบาก
ควันสังกะสีออกไซด์ (Zinc Oxide Fume)	โลหะชิ้นงานที่เคลือบผิวดังสังกะสี	เกิดอาการไข้จากควันโลหะเป็นสาเหตุทำให้เกิดมะเร็งในปอด วัณโรค ปอดอักเสบ
ฟลูออกไรด์	ลวดเชื่อมที่มีสารพอกหุ้มประเภทไฮโดรเจนต่ำ	เกิดอาการไข้ ไอ เป็นหวัดและอาเจียน
ตะกั่วออกไซด์	โลหะชิ้นงานที่เคลือบผิวด้วยสี	มีอาการปวดท้อง ท้องเสีย ปวดหัว อ่อนเพลีย ปวดกล้ามเนื้อ อาเจียน ทานอาหารไม่ได้ น้ำหนักลด

3) อันตรายจากรังสีเชื่อม

รังสีที่เกิดขึ้นในงานเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เกิดขึ้นจากการอาร์ก ชิ้นงานกับลวดเชื่อม ซึ่งเป็นอันตรายผู้ปฏิบัติงานเชื่อมมีอยู่ 3 ชนิด คือ

1. รังสีอุลตราไวโอเลต (Ultraviolet) เป็นรังสีที่ส่งผลต่อเยื่อตาและแก้วตา ถ้าดวงตาได้รับรังสีนี้มาก จะทำให้เกิดความรู้สึกเหมือนมีสิ่งแปลกปลอมหรือเม็ดทรายเข้าไปอยู่ในตา น้ำตาไหล จะเริ่มแสดงอาการเมื่อได้รับรังสีไปแล้วประมาณ 5 – 6 ชั่วโมง โดยทั่วไปอาการทั้งหมดจะหายไปภายใน 24 ชั่วโมง

2. รังสีอินฟราเรด (Infrared Ray) เป็นรังสีที่ไม่แสดงอาการให้เห็นในทันที เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะเปลี่ยนเป็นความร้อน เมื่อดวงตาได้รับรังสีนี้ จะทำให้เยื่อตาอักเสบหรือผิวหนังได้รับรังสีชนิดนี้มาก จะทำให้ผิวหนังกำพร้าลอก และยังเป็นสาเหตุอาจทำให้เกิดเป็นต้อกระจก

3. แสง (Visible Light Rays) เป็นแสงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เมื่อการอาร์กและไม่มีการป้องกันแสงจะทำให้ตาเกิดอาการพร่ามัวมองไม่เห็นชั่วขณะ การป้องกันอันตรายจากรังสีทุกครั้งที่ปฏิบัติงานเชื่อมควรสวมชุดหนังป้องกัน เลือกใช้หน้ากากป้องกันให้เหมาะสมกับลักษณะงานเชื่อม

ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า ควรปฏิบัติดังนี้

1. พื้นที่งานเชื่อมไม่ควรทำด้วยวัสดุที่ติดไฟง่าย ควรทำด้วยคอนกรีต ดังแสดงในรูปที่ 1.5

รูปที่ 1.5 แสดงพื้นที่งานเชื่อมที่ทำด้วยคอนกรีต

2. ควรปฏิบัติงานเชื่อมในที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก หรือใช้เครื่องดูดอากาศ ดูดควันที่เกิดจากการเชื่อมออกจากบริเวณที่ทำการเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 1.6

รูปที่ 1.6 แสดงพื้นที่ ที่อากาศถ่ายเทได้สะดวกมีเครื่องดูดอากาศ ดูดควัน

3. ตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานเชื่อมให้พร้อม เช่น ฉนวนหุ้มสายไฟ จุดต่อของเครื่องเชื่อมกับสายเชื่อมและสายดินเป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 1.7

รูปที่ 1.7 แสดงเครื่องเชื่อมที่พร้อมการใช้งาน

4. ใช้หน้ากากเชื่อมก่อนทำการเชื่อมทุกครั้ง เพื่อป้องกันรังสีจากการเชื่อมและสะเก็ดโลหะเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 1.8

รูปที่ 1.8 แสดงการใช้หน้ากากเชื่อมก่อนทำการเชื่อมทุกครั้ง

5. ต้องสวมแว่นตานิรภัยทุกครั้งที่เคาะสแลกเชื่อมหรือเจียระไนชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 1.9

รูปที่ 1.9 แสดงการสวมแว่นตานิรภัย

6. ไม่ควรเชื่อมงานในบริเวณพื้นที่เปียกชื้นแฉะหรือมีฝนตกเด็ดขาดจะทำให้ไฟฟ้าดูดหรือลัดวงจรได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.10

รูปที่ 1.10 แสดงไม่ควรเชื่อมงานในบริเวณพื้นที่เปียกชื้นแฉะ

7. อุปกรณ์ถังดับเพลิงต้องพร้อมใช้ตลอดเวลาขณะปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 1.11

รูปที่ 1.11 แสดงอุปกรณ์ถังดับเพลิงต้องพร้อมใช้งาน

8. ไม่ควรใช้คีมจับลวดเชื่อมที่ชำรุดในการเชื่อม เพราะจะทำให้เกิดไฟฟ้าดูดและลัดวงจรได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.12

รูปที่ 1.12 แสดงใช้คีมจับลวดเชื่อมที่ชำรุด

9. เมื่อจะมีการลดกระแสหรือเพิ่มกระแสไฟฟ้าจะต้องปิดเครื่องเชื่อมก่อนทุกครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 1.13

รูปที่ 1.13 แสดงการปิดเครื่องเชื่อมก่อนมีการลดหรือเพิ่มกระแสไฟฟ้า

10. ไม่ควรเปลี่ยนลวดเชื่อมด้วยมือเปล่า ต้องสวมถุงมือทุกครั้ง เพื่อป้องกันไฟฟ้าดูด ดังแสดงในรูปที่ 1.14

รูปที่ 1.14 แสดงการสวมถุงมือก่อนเปลี่ยนลวดเชื่อมทุกครั้ง

11. ไม่ควรจับชิ้นงานด้วยมือเปล่าหรือเคลื่อนย้ายชิ้นงานร้อนด้วยหน้ากากเชื่อม ควรใช้คีมจับชิ้นงานร้อนเพื่อเคลื่อนย้าย ดังแสดงในรูปที่ 1.15

รูปที่ 1.15 แสดงการใช้คีมจับชิ้นงานร้อนเพื่อเคลื่อนย้าย

12. ปิดเครื่องเชื่อมทุกครั้งเมื่อทำงานเสร็จ หรือทำการเคลื่อนย้ายเครื่องเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 1.16

รูปที่ 1.16 แสดงการปิดเครื่องเชื่อมทุกครั้งเมื่อทำงานเสร็จ

13. เมื่อทำการเชื่อมเสร็จแล้ว ให้เอาลวดเชื่อมออกจากหัวจับลวดเชื่อมและแขวนหัวจับลวดเชื่อมให้พ้นจากสายดิน ดังแสดงในรูปที่ 1.17

รูปที่ 1.17 แสดงการแขวนหัวจับลวดเชื่อมให้พ้นจากสายดิน

14. ควรมีตู้ยาและอุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้นภายในแผนกช่างเชื่อมโลหะ ดังแสดงในรูปที่ 1.18

รูปที่ 1.18 แสดงตู้ยาและอุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้น

15. ในโรงงานแผนกช่างเชื่อมโลหะจะต้องมีป้ายแสดงเตือนความปลอดภัยภายในโรงงาน ดังแสดงในรูปที่ 1.19

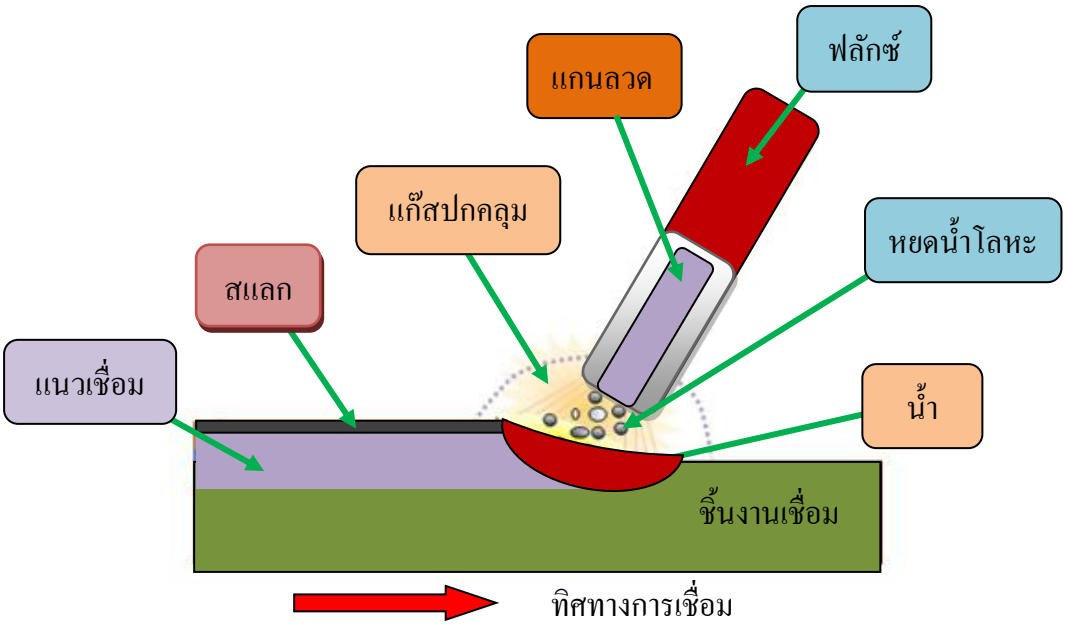
รูปที่ 1.19 แสดงป้ายแสดงเตือนความปลอดภัยภายในโรงงาน

1.2 หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้ามีมานานแล้ว ใช้สำหรับเชื่อมซ่อมแซมชิ้นส่วนโลหะที่ชำรุด หรือประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน ซึ่งในระยะแรกการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้านั้นคุณภาพแนวเชื่อมยังไม่ดี แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีการเชื่อมได้ก้าวหน้าไปอีกมาก มีการปรับปรุงทั้งด้านกลวิธีการเชื่อมและคุณภาพของแนวเชื่อมนอกจากนั้น ยังมีการคิดค้นขบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่แปลกใหม่อีกมากมาย เช่น การเชื่อมแบบมิก – แม็ก(Mig – Mag) การเชื่อมแบบทิก(Tig) การเชื่อมแบบใต้ฟลักซ์(Submerged) การเชื่อมแบบพลาสม่า(Plasma) และอื่น ๆ

1.2.1 ความหมายการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์หมายถึงการเชื่อมที่เกิดจากการอาร์ก ระหว่างชิ้นงานและลวดเชื่อม โดยแกนลวดเชื่อมจะหลอมเหลวเป็นเนื้อเชื่อมหรือแนวเชื่อม เมื่อ ฟลักซ์ที่หุ้มลวดเชื่อมโดนความร้อนจะหลอมเหลวกลายเป็นสแลก (Slag) ปกคลุมแนวเชื่อมและแก๊ส ปกคลุมบริเวณอาร์ก จะป้องกันไม่ให้ออกซิเจนในอากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับแนวเชื่อมได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.20



รูปที่ 1.20 แสดงการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

1.2.2 ข้อดีและข้อเสียของการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

1. ข้อดีของการเชื่อม

1. โครงสร้างของงานไม่ยุ่งยาก
2. รอยต่อมีคุณภาพสูง
3. ประหยัดวัสดุ
4. ลดขั้นตอนการทำงาน
5. งานมีคุณภาพสูงคงทนและสวยงาม
6. ลดต้นทุนการผลิต
7. ลดเสียงดังขณะทำงาน
8. สามารถป้องกันการรั่วไหลของแก๊ส น้ำมัน ของเหลวและอากาศได้ดี

2. ข้อเสียของการเชื่อม

1. ทำให้คุณสมบัติของงานเชื่อมเปลี่ยนแปลง
2. งานบิดตัวและหดตัว
3. ทำให้เกิดความดันตกค้างอยู่ในวัสดุงานเชื่อม
4. การตรวจสอบคุณภาพของงานเชื่อมทำได้ยาก
5. ชิ้นส่วนของงานเชื่อมมีความไวต่อการเกิดความเค้นเฉพาะที่

1.3 การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดหุ้มฟลักซ์

การปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าให้ได้คุณภาพของงานที่ดีนั้น ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับการประกอบและติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดหุ้มฟลักซ์ ซึ่งได้แก่

1.3.1 การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดหุ้มฟลักซ์ สายเชื่อมมีหน้าที่นำกระแสเชื่อมที่ผลิตจากเครื่องเชื่อมไปสู่บริเวณอาร์กและสายเชื่อมที่ใช้ในวงจรเชื่อมนั้นมี 2 สาย คือสายเชื่อมและสายดิน

1. การติดตั้งเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรง วงจรเชื่อมแบบ DCEN ให้ต่อหัวจับลวดเชื่อมกับขั้วลบ และชิ้นงานเป็นขั้วบวก ดังแสดงในรูปที่ 1.21

รูปที่ 1.21 แสดงการติดตั้งเครื่องเชื่อม วงจรเชื่อมแบบ DCEN

2. ถ้าเป็นเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงกับขั้ว วงจรเชื่อมแบบ DCEP ให้ต่อหัวจับลวดเชื่อมกับขั้วบวก และชิ้นงานเป็นขั้วลบ ดังแสดงในรูปที่ 1.22

รูปที่ 1.22 แสดงการติดตั้งเครื่องเชื่อม วงจรเชื่อมแบบ DCEP

1.3.2 หัวจับลวดเชื่อม ใช้จับลวดเชื่อมและเป็นมือถือขณะทำการเชื่อมพร้อมทั้งเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากสายเชื่อมผ่านไปสู่ลวดเชื่อมอีกด้วยดังนั้นต้องสมบูรณ์มีฉนวนหุ้มให้ปลอดภัยจากการรั่วของกระแสไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 1.23

รูปที่ 1.23 แสดงลักษณะหัวจับลวดเชื่อม

1.3.3 ข้อต่อสายดินต้องขันให้แน่นกับโต๊ะงาน การต่อสายเชื่อมกับชิ้นงาน โดยยึดสายดินกับโต๊ะเชื่อมและชิ้นงานให้แน่น ดังแสดงในรูปที่ 1.24

รูปที่ 1.24 แสดงการต่อสายเชื่อมกับโต๊ะวางชิ้นงาน

สรุป

ในการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า หลักสำคัญประการแรกที่จะต้องคำนึงถึงคือ เรื่องความปลอดภัย เพราะในการทำงานอาจก่อให้เกิดอันตรายขึ้นได้ ผู้ปฏิบัติจะต้องให้ความสำคัญและควรปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดเพื่อป้องกันมิให้เกิดอันตรายซึ่งนำมาถึงความสูญเสียแก่ชีวิต และทรัพย์สินของตนเองและผู้อื่น

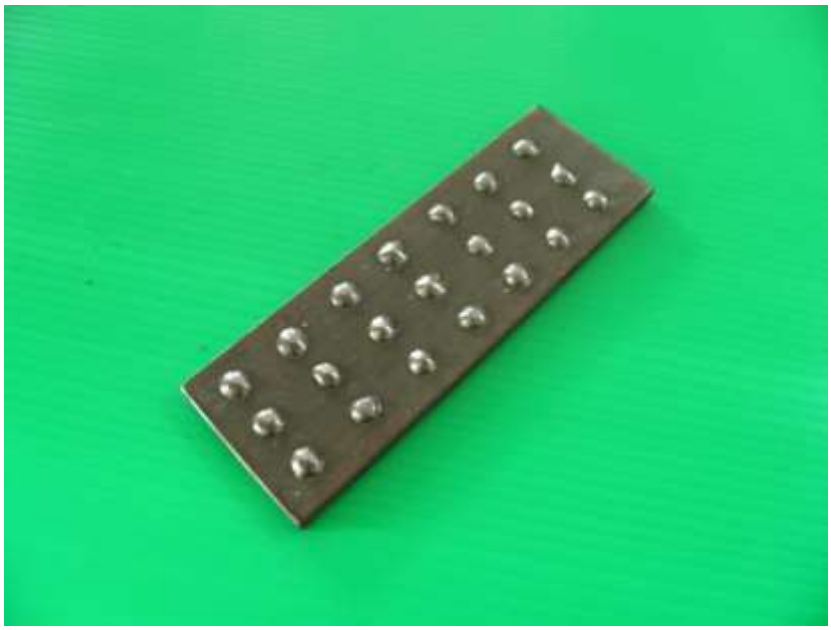
สาเหตุที่อาจก่อให้เกิดอันตรายจากงานเชื่อมไฟฟ้าจากการอาร์กของลวดเชื่อม ซึ่งจะส่งผลให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าและผู้อยู่ใกล้เคียงได้

การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์หมายถึงการเชื่อมที่เกิดจากการอาร์กระหว่างชิ้นงานและลวดเชื่อม โดยแกนลวดเชื่อมจะหลอมเหลวเป็นเนื้อเชื่อมหรือแนวเชื่อม เมื่อฟลักซ์ที่ หุ้มลวดเชื่อมโดนความร้อนจะหลอมเหลวกลายเป็นสแลก (Slag) ปกคลุมแนวเชื่อมและแก๊สปกคลุมบริเวณอาร์กจะป้องกันไม่ให้ออกซิเจนในอากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับแนวเชื่อมได้

หน่วยที่ 1

งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

สัปดาห์ที่ 2 งานเริ่มต้นอาร์กหรืองานเชื่อมจุด



Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย :งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยเชื่อมลวดหุ้มฟลั๊กซ์ **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุด

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	เครื่องเชื่อม เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์	×				
2	การเริ่มต้นอาร์ก	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา **:**งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต:** 2 หน่วยกิต

ชื่องาน :งานเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุด **ระดับชั้น**: ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1.อธิบายหลักการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง		×					
2.บอกลักษณะของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง	×						
3. บอกชนิดของกระแสเชื่อมและขั้วของกระแสเชื่อมได้ถูกต้อง	×						
4. บอกหลักการทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์เชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง	×						
5.บอกวิธีการเริ่มต้นอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง	×						
6. ปฏิบัติงานเชื่อมเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุดได้ถูกต้อง					×		
7. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย					×		

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 2
	หน่วยที่ 1 งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	**เวลา** 2 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100-1004	งานเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุด	

สาระการเรียนรู้

1.4 เครื่องเชื่อม เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์

1.5 การเริ่มต้นอาร์ก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง
2. บอกลักษณะของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง
3. บอกชนิดของกระแสเชื่อมและขั้วของกระแสเชื่อมได้ถูกต้อง
4. บอกหลักการทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์เชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง
5. บอกวิธีการเริ่มต้นอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง
6. ปฏิบัติงานเชื่อมเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุดได้ถูกต้อง
7. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดีและปลอดภัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2.นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน

3.สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน

4.นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

5.ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน

6.ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้เรื่อง 1.4 เครื่องเชื่อม เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์
   1.5 การเริ่มต้นอาร์ก
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1.ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติสรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2.ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1.สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)

2.ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน(ภาคทฤษฎี)

3.ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย(ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2.ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินแบบประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ชื่องาน : งานเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุด

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษยสัมพันธ์	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**<u>20</u>**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา

	4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ 5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน
กิจนิสัย	**พฤติกรรมบ่งชี้** (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

1.4เครื่องเชื่อม เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

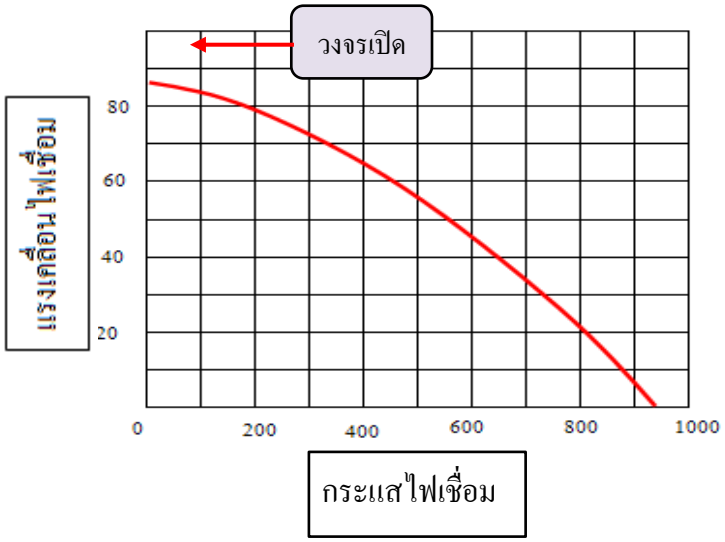
1.4.1 เครื่องเชื่อม(Welding Machine)

เครื่องเชื่อมเป็นอุปกรณ์สำคัญที่กำเนิดพลังงาน โดยผลิตกระแสไฟฟ้าและแรงเคลื่อนออกมาในปริมาณที่เพียงพอและคงที่ที่จะทำให้เกิดการอาร์กและเกิดความร้อน จนสามารถหลอมเหลวชิ้นงานที่มีความหนาต่าง ๆ ได้ เครื่องเชื่อมแบ่งได้ 2 ลักษณะคือเครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะการจ่ายพลังงาน และเครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะต้นกำลังการผลิต

1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะการจ่ายพลังงาน

สามารถแบ่งออกได้เป็น2ชนิดคือเครื่องเชื่อมแบบกระแสคงที่และเครื่องเชื่อมแบบแรงเคลื่อนคงที่

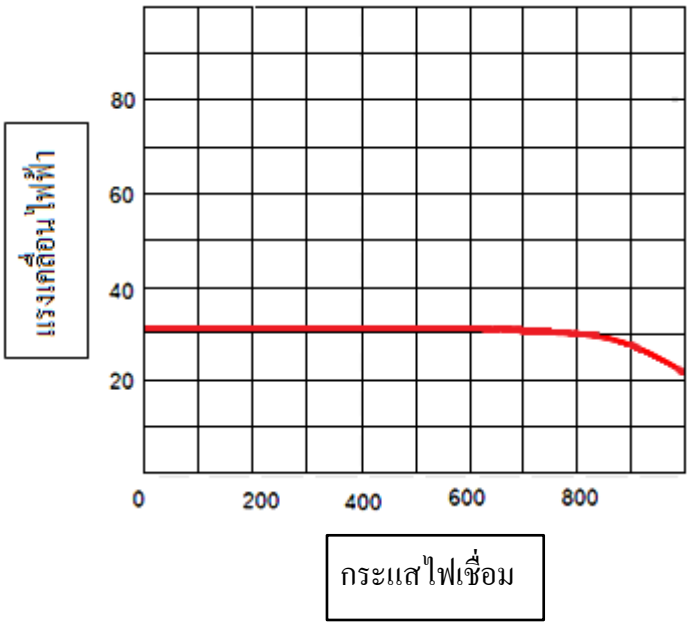
1) เครื่องเชื่อมแบบกระแสคงที่ (Constant Current) หรือแบบ CC เมื่อแรงเคลื่อนวงจรเปิดไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน(0 แอมป์)แรงเคลื่อนวงจรจะสูงประมาณ 70 – 80 โวลต์ ลักษณะของกระแสไฟฟ้าที่ใช้จะมีทั้งกระแสตรงและกระแสสลับเครื่องเชื่อมชนิดนี้ เมื่อนำมาใช้กับกระบวนการเชื่อมแบบลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ แรงเคลื่อนขณะทำการอาร์กสามารถควบคุมได้โดยผู้ปฏิบัติงานเชื่อมเองซึ่งจะเปลี่ยนแปลงและมีความสัมพันธ์กับระยะอาร์ก กล่าวคือถ้ามีการเชื่อมระยะอาร์กห่างแรงเคลื่อนจะมีขนาดเพิ่มขึ้น และถ้าให้ระยะอาร์กลดลงแรงเคลื่อนก็จะมีขนาดลดลงแต่ถ้าเชื่อมหรือวงจรปิด แรงเคลื่อนจะลดลงเท่ากับเมื่อมีการปรับกระแสไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเท่านั้น คือถ้ากระแสเปลี่ยนแปลง แรงเคลื่อนจะเปลี่ยนแปลงตามในสภาวะปกติของการเชื่อมจะมีแรงเคลื่อนอาร์กภายในวงจรอยู่ระหว่าง 30 – 40 โวลต์ ดังแสดงในรูปที่ 1.33



รูปที่ 1.33 แสดงความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้ากับระยะอาร์ก

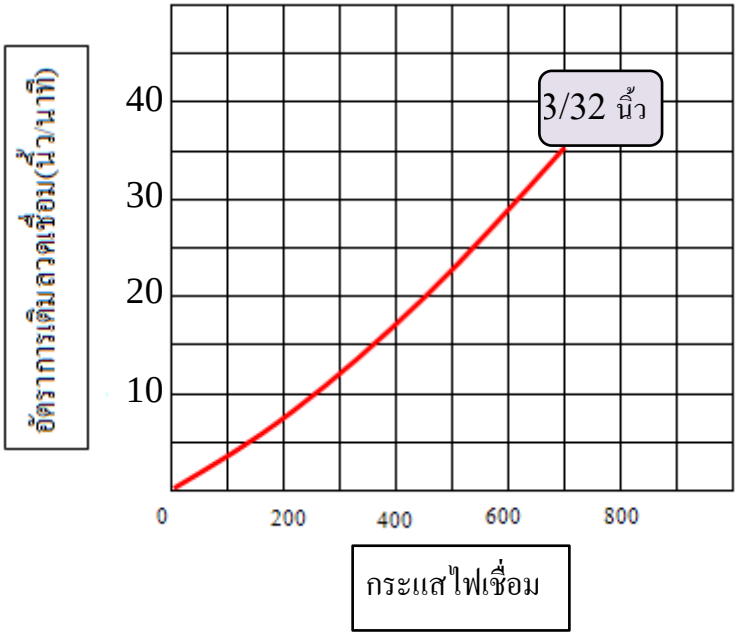
เครื่องเชื่อมแบบกระแสคงที่เป็นระบบที่ใช้มากกับเครื่องเชื่อมทิก(Tig) เครื่องเชื่อมคาร์บอนอาร์ก เครื่องเซาะร่อง(Gouging) เครื่องเชื่อมแบบสตัด (Stud) และเครื่องเชื่อมแบบธรรมดาด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์มีทั้งกระแสไฟสลับและกระแสไฟตรง

2) เครื่องเชื่อมแบบชนิดแรงเคลื่อนคงที่ (Constant Voltage)หรือ แบบ CV เป็นเครื่องเชื่อมที่ให้แรงเคลื่อนเรียบคงที่ จะไม่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของกระแสไฟเชื่อม แรงเคลื่อนจะอยู่ประมาณ 30 โวลต์ ผลิตเฉพาะกระแสไฟตรงเท่านั้น สามารถใช้กับเครื่องเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติ ซึ่งอาจเป็นแบบขับด้วยเครื่องยนต์หรือแบบขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า หรือแบบชนิดเครื่องเรียงกระแสหรือแบบหม้อแปลงของกระแสดังแสดงในรูปที่1.34



รูปที่ 1.34 แสดงส่วนโค้งแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟเชื่อมแบบชนิดแรงเคลื่อนคงที่

เครื่องชนิดแรงเคลื่อนคงที่เพื่อผลิตกระแสตรงเท่านั้น ลวดเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมจะเป็นชนิดต่อเนื่อง ซึ่งอัตราการหลอมเหลวหรือการเติมของลวดเชื่อมจะมีสัดส่วนและความสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้าที่ใช้ เช่น เมื่อกระแสไฟในการเชื่อมมีปริมาณเพิ่มขึ้น จะมีปริมาณการหลอมเหลวของลวดเชื่อมเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกัน ลักษณะความสัมพันธ์ของการหลอมเหลวลวดเชื่อมกับกระแสไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 1.35



รูปที่ 1.35 แสดงสัมพันธ์การหลอมละลายของลวดเชื่อมกับกระแสไฟฟ้า

2.เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะต้นกำลังการผลิต

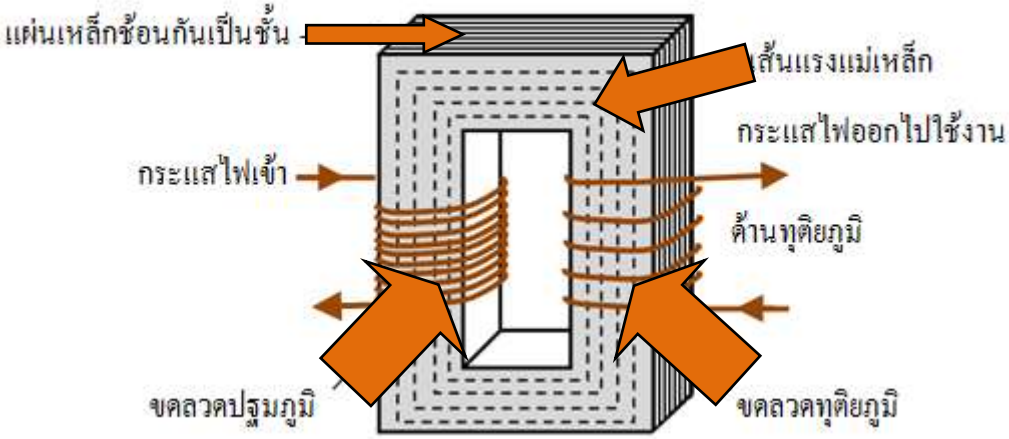
เครื่องเชื่อมไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่ผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งระบบกระแสคงที่และระบบแรงเคลื่อนคงที่

ซึ่งต้องมีต้นกำลังการผลิตพิจารณาตามลักษณะของด้านกำลังการผลิตสามารถแบ่งเครื่องเชื่อมได้ดังนี้

1) เครื่องเชื่อมแบบกระแสสลับ (Alternation Current) หรือเครื่องเชื่อมแบบ AC เครื่องเชื่อมไฟฟ้าจะเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับ

ซึ่งกระแสไฟจะมีทิศทางการเคลื่อนที่สลับกันเป็นคลื่น โดยใน 1 ไซเกิล (Cycle)จะมีกระแสไหลผ่าน 0 (ศูนย์) จำนวน 2 ครั้ง ผ่านคลื่นบวก (+) 1 ครั้งและคลื่นลบ (-) 1 ครั้ง โดยในช่วงคลื่นบวกอิเล็กตรอนจะไหลไปในทิศทางหนึ่งและในช่วงคลื่นลบอิเล็กตรอนจะไหลไปในทิศทางตรงกันข้ามกับที่ไหลในช่วงคลื่นบวก ปกติกระแสจะมีความถี่ 50 ไซเกิล ซึ่งหมายความว่าในเวลา 1 วินาที กระแสจะไหล 50 รอบ ดังแสดงในรูปที่1.36 และ รูปที่ 1.37

รูปที่ 1.36 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อมแบบกระแสสลับ(AC)



รูปที่ 1.37 แสดงลักษณะและการทำงานของหม้อแปลง

หม้อแปลงของเครื่องเชื่อมแบบกระแสสลับชนิดนี้จะประกอบด้วย

- ขดลวดปฐมภูมิ(Primary Winding)เป็นขดลวดขนาดเล็กพันรอบแกนเหล็กจำนวนมาก ปลายทั้งสองข้างจะต่อเข้ากับกระแสไฟจากภายนอก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กไหลวนในแกนเหล็กนั้น
- ขดลวดทุติยภูมิ(Secondary Winding)เป็นขดลวดที่มีขนาดใหญ่ และจำนวนรอบที่พันอยู่บนแกนเหล็กน้อยกว่าขดลวดปฐมภูมิ

ที่ขดลวดทุติยภูมิจะมีเส้นแรงแม่เหล็กซึ่งเกิดจากการเหนี่ยวนำของขดลวดปฐมภูมิไหลผ่านตัดกับขดลวดทุติยภูมิทำให้เกิดความต้านทานต่ำและมีกระแสไฟสูงซึ่งเรานำกระแสไฟที่ได้นี้ไปใช้ในการ เชื่อม

2) เครื่องเชื่อมแบบกระแสตรง(Direct Current) หรือเครื่องเชื่อม DC

จะเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าที่มีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในทิศทางตามยาวของตัวนำในทิศทางเดียวกัน เหมือนกับการเคลื่อนที่ของน้ำประปาภายในท่อกระแสไฟตรงจะไหลจากขั้วหนึ่งไปตลอด โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงขั้ว

เครื่องเชื่อม DC แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) เครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์ (Welding Cenerator)

ใช้เจนเนอเรเตอร์เป็นแหล่งพลังงาน เจนเนอเรเตอร์สำหรับการเชื่อมจะถูกสร้างขึ้นเป็นพิเศษ สามารถผลิตกระแสสูงที่แรงเคลื่อนต่ำเป็นเครื่องเชื่อมที่ผลิตกระแสตรงจ่ายให้กับวงจรเชื่อมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบมอเตอร์เจนเนอเรเตอร์(Motor Generator)

เป็นเครื่องเชื่อมที่ใช้กำลังไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนมอเตอร์โดยใช้ไฟฟ้าแบบกระแสสลับ ซึ่งทั่วไปจะใช้แรงเคลื่อน 380 โวลต์

เพลาของมอเตอร์จะต่อร่วมกับเพลาของเจนเนอเรเตอร์ดังแสดงในรูปที่1.38

รูปที่ 1.38 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อมแบบมอเตอร์เจนเนอเรเตอร์

2.แบบเครื่องยนต์ขับเคลื่อน (Engine Motor)

เป็นเครื่องเชื่อมที่ใช้กำลังขับจากเครื่องยนต์ดีเซลเบนซินหรือแก๊สโซลีนก็ได้ระบายความร้อนด้วยอากาศหรือน้ำแต่ต้องมีกำลังม้าและความเร็วรอบเพียงพอในการขับเคลื่อนที่ จะก่อให้เกิดการเชื่อมได้ กระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมาเป็นชนิดกระแสตรงเครื่องเชื่อมแบบนี้เหมาะสำหรับใช้งานภาคสนามที่ไม่มีไฟฟ้าใช้และสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกกระแสไฟฟ้าสามารถนำไปใช้กับเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้าและแสงสว่างได้ ดังแสดงในรูปที่1.39

รูปที่ 1.39 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อมแบบเครื่องยนต์ขับเคลื่อน

(ที่มา : http://www.lincolnelectric.com)

3)เครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์(Rectifier Welding)ประกอบด้วย

หม้อแปลงและตัวเรียงกระแส

(Rectifier)ตัวเรียงกระแสเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนกระแสสลับ(AC)ให้เป็นกระแสตรง (DC)

เครื่องเรียงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงจะใช้สารกึ่งตัวนำ เช่น แผ่นซิลิคอน (silicon) และ

ซีลีเนียม(Selenium)

ซึ่งโลหะกึ่งตัวนำจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้สะดวกเพียงทางเดียวเท่านั้นซิลิคอนไดโอดเรกติไฟร์จะมีเกลียวขันติดให้แน่นกับแผ่นระบายความร้อน ซึ่งมีขนาดเล็กและนิยมใช้กันมาก

ลักษณะซิลิคอนไดโอดเรกติไฟร์ ซีลิเนียมเป็นแผ่นเหล็กหรือแผ่นอะลูมิเนียม

เคลือบด้วยซีลีเนียมซ้อนกันอยู่เป็นชั้นๆ ซึ่งใช้เนื้อที่น้อยกว่าการใช้ซิลิคอนไดโอดเรกติไฟร์

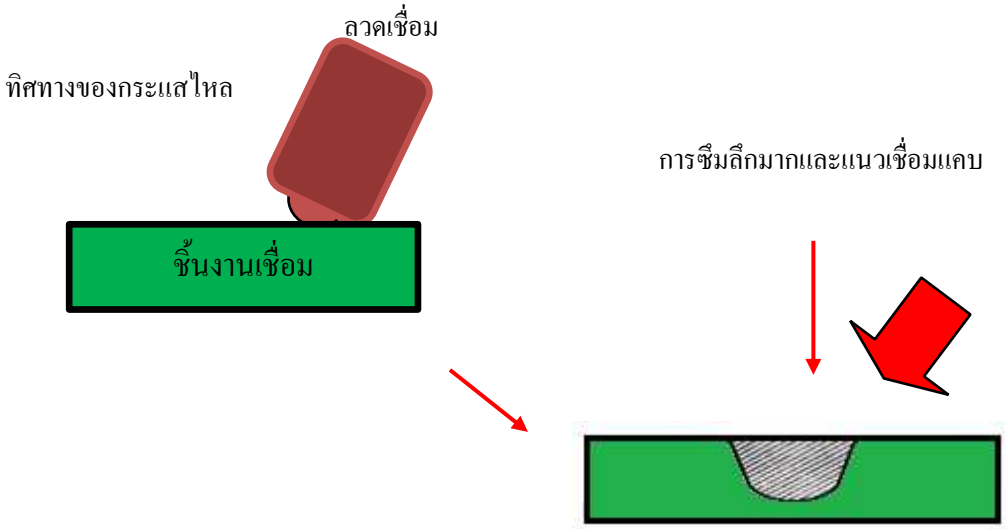
ดังแสดงในรูปที่1.40

รูปที่ 1.40 แสดงเครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์

เครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.เครื่องเชื่อมกระแสตรงลวดเชื่อมต่อเป็นขั้วลบ (Direct Current Electrode Negative)หรือ วงจรเชื่อมแบบ DCEN ลวดเชื่อมจะเป็นขั้วลบ อิเล็กตรอนจะไหลออกจากเครื่องเชื่อมจากขั้วลบเป็นกระแสตรงผ่านลวดเชื่อมไปยังชิ้นงาน และไหลกลับไปยังขั้วบวกของเครื่องเชื่อม ปริมาณความร้อน 2 ใน 3 ส่วนซึ่งเกิดจากการอาร์กจะอยู่ที่ชิ้นงาน และอีก1 ส่วนจะอยู่ที่ลวดเชื่อม(Electrode)ผลจากการเชื่อมจะทำให้ชิ้นงานมีการซึมลึกที่ดี เหมาะสำหรับการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนามาก ๆ ดังแสดงในรูปที่1.41 และ รูปที่ 1.42

รูปที่ 1.41 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อม DCEN

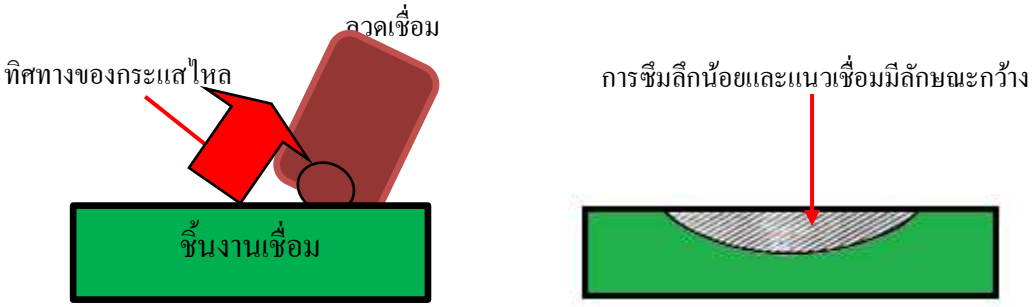


รูปที่ 1.42 แสดงลักษณะการไหลของกระแสไฟฟ้าและการซึมลึกของแนวเชื่อมแบบ DCEN

2.เครื่องเชื่อมกระแสตรงลวดเชื่อมต่อเป็นขั้วบวก (Direct Current Electrode Positive)หรือวงจรเชื่อมแบบ DCEP ชิ้นงานจะเป็นขั้วลบอิเล็กตรอนจะไหลออกจากเครื่องเชื่อมจากขั้วลบ ผ่านชิ้นงานไปยังลวดเชื่อม

(Electrode) และไหลกลับไปยังขั้วบวกของเครื่องเชื่อมความร้อนปริมาณ 2 ใน 3 ส่วนซึ่งเกิดจากการอาร์กจะอยู่ที่ลวดเชื่อมและอีก 1 ส่วน จะอยู่ที่ชิ้นงาน ผลจากการเชื่อมจะทำให้ชิ้นงานมีการซึมลึกน้อย แนวเชื่อมกว้างเหมาะสำหรับการเชื่อมชิ้นงานบาง ๆ หรือมีความหนาไม่มาก ดังแสดงในรูปที่1.43 และ รูปที่ 1.44

รูปที่ 1.43 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อม DCEP



รูปที่ 1.44 แสดงลักษณะการไหลของกระแสไฟฟ้าและการซึมลึกของแนวเชื่อมแบบ DCEP

4) เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์(Inverter Welding Machine Type) เครื่องเชื่อมชนิดนี้จะมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา เหมาะสำหรับงานที่ต้องมีเคลื่อนย้ายบ่อย ๆ มีประสิทธิภาพพลังงานสูงเนื่องจากสูญเสียพลังงานน้อยมาก และทำให้การอาร์กสม่ำเสมอ

หลักการทำงานของเครื่องเชื่อมชนิดอินเวอร์เตอร์ คือ จะแปลงกระแสไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง และจะเปลี่ยนความถี่จาก 50 เฮิรตซ์

ให้อยู่ในระหว่าง 2 – 20 กิโลเฮิรตซ์ เป็นกระแสสลับที่มีความถี่สูงเมื่อผ่านหม้อแปลงแล้ว จึงเรียงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงและทำให้เรียบด้วย

เครื่องเชื่อมชนิดนี้มีทั้งชนิดกระแสสลับและกระแสตรงดังแสดงในรูปที่1.45

รูปที่ 1.45 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์

วัฏจักรการทำงานหรือประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเชื่อม(Duty Cycle)

วัฏจักรการทำงาน หมายถึง อัตราส่วนของเวลาที่ทำการอาร์กต่อเวลาทั้งหมดสำหรับเครื่องเชื่อมได้กำหนดเวลาทั้งหมดไว้เป็นมาตรฐาน 10 นาทีเช่น เครื่องเชื่อมขนาด 250 แอมแปร์ ที่ 60 % Duty Cycle หมายถึง เครื่องเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมโดยปรับกระแสไฟเชื่อมที่ 250 แอมแปร์ สามารถเชื่อมแบบต่อเนื่องได้นาน 6 นาที และเวลาหยุดพัก 4 นาทีวัฏจักรการทำงานมีความหมายรวมถึง ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม

โดยทั่วไปแล้วเครื่องเชื่อมที่เป็นชนิดอัตโนมัติจะใช้วัฏจักรการทำงาน(Duty Cycle) ถึง 100% และ เครื่องเชื่อมที่ใช้กับลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์จะกำหนดวัฏจักรการทำงาน(Duty Cycle) ประมาณ 60%

การคำนวณหาดิวตี้ไซเคิลของเครื่องเชื่อม

เพื่อที่จะสามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมสามารถใช้สูตรหาได้ดังนี้

. เปอร์เซ็นต์Duty Cycle = $\frac{(\text{กระแสไฟที่กำหนดของเครื่องเชื่อม})^2}{(\text{กระแสไฟที่ต้องการ})^2}$ Duty Cycle ที่กำหนด

ตัวอย่างการหาเปอร์เซ็นต์ดิวตี้ไซเคิล

เครื่องเชื่อมที่มี Duty Cycle ที่กำหนด 60% ที่กระแสไฟ 150แอมแปร์จงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ Duty Cycle ของเครื่องเชื่อม เมื่อต้องการใช้กระแสไฟเชื่อม 130 แอมแปร์

$$\text{เปอร์เซ็นต์ Duty Cycle} = \left\lfloor \frac{(150)^2}{(110)^2} \times 60 \right\rfloor$$

$$= 79.88\%$$

จากตัวอย่างเมื่อต้องการเชื่อมโดยใช้กระแสไฟ 130แอมแปร์ สามารถเชื่อมได้ประมาณ 7.98-8นาที

1.4.2 อุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์มีดังนี้

1.สถานีเชื่อม (Welding Booth)

2. โต๊ะเชื่อม (Welding Table)

3. หัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder)

4. หัวจับสายดิน (Ground Clamp)

5.สายเชื่อม (Welding Cable)

6.หน้ากากเชื่อม (Welding Helmet)

7.แปรงลวด (Wire Brush)

8.ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer)

9. คีมจับงานร้อน (Pliers)

10. ชุดอุปกรณ์ป้องกันร่างกายจากการเชื่อม (Protective Equipment)

1.สถานีเชื่อม (Welding Booth)

การปฏิบัติงานเชื่อมจะเกิดรังสีและแสงจากการอาร์ก ซึ่งเป็นอันตรายและรบกวนต่อผู้ปฏิบัติงานใกล้เคียง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีสถานีเชื่อมที่มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ เช่น มีเครื่องดูดควันเชื่อมออกไปจากบริเวณเชื่อมเพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก
มีฉากป้องกันแสงจากการเชื่อม มีโต๊ะเชื่อม และคีมจับงานเชื่อมติดที่โต๊ะเชื่อม สามารถหยิบใช้งานได้สะดวกไม่กีดขวางผู้ปฏิบัติงานดังแสดงในรูปที่1.46

รูปที่ 1.46 แสดงลักษณะสถานีเชื่อมไฟฟ้า

2. โต๊ะเชื่อม (Welding Table)

มีหลายแบบพื้นโต๊ะควรเป็นตะแกรงเหล็กต่อกับสายดิน มีที่รองรับเศษโลหะเชื่อมและเศษลวดเชื่อมดังแสดงในรูปที่1.47

รูปที่ 1.47 แสดงลักษณะโต๊ะเชื่อม

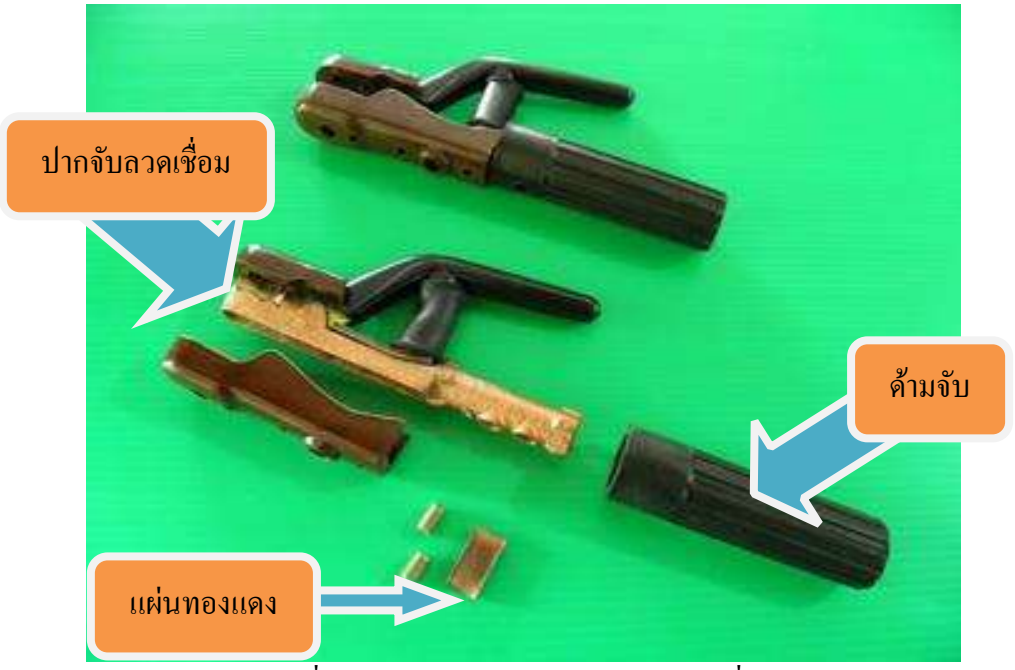
3.หัวจับลวดเชื่อม(Electrode Holder)

หัวจับลวดเชื่อม

เป็นอุปกรณ์สำหรับจับลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์มีลักษณะเป็นด้ามมือถือต่อกับสายไฟเชื่อม แล้วยังเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากสายเชื่อมผ่านไปสู่ชิ้นงานและลวดเชื่อมหัวจับลวดเชื่อมทำด้วยทองแดงและบางส่วนของปากคีบทำด้วยทองเหลือง เนื่องจากเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี หัวจับลวดเชื่อมจะมีหลายขนาดและรูปร่างแตกต่างกันออกไปแล้วแต่การออกแบบของผู้ผลิต การเลือกใช้ขนาดของหัวเชื่อมขึ้นอยู่กับกระแสสูงสุดของเครื่องเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมดังแสดงในรูปที่ 1.48

หัวจับลวดเชื่อมที่ดีควรจะมีลักษณะดังนี้

1. จะต้องไม่หนักจนเกินไป เพื่อลดความเมื่อยล้าขณะที่เชื่อม
2. จะต้องไม่ร้อนเร็วเกินไป
3. มีรูปร่างและสัดส่วนพอเหมาะในการจับ
4. สะดวกและง่ายต่อการใส่และการถอดลวดเชื่อมและจับยึดได้อย่างมั่นคง
5. จะต้องมีฉนวนหุ้มส่วนที่เป็นโลหะอย่างมิดชิด ซึ่งทำจากวัสดุกันความร้อนสูง
6. จะต้องทำจากโลหะที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าและความร้อนที่ดี



รูปที่ 1.48 แสดงลักษณะของหัวจับลวดเชื่อม

4. หัวจับสายดิน (Ground Clamp)

เป็นหัวจับที่ต่อเข้ากับสายเชื่อม ซึ่งต่อจากเครื่องเชื่อมมายังชิ้นงาน หัวจับสายดินจะจับเข้ากับชิ้นงานที่จะเชื่อม ทำให้วงจรเชื่อมครบวงจร ทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เช่น ทองแดง ถ้าสายดินจับยึดชิ้นงานไม่แน่นจะทำให้เกิดความต้านทานสูง บริเวณรอยต่อจะเกิดความร้อนสูง หรือเกิดการอาร์กขึ้นเป็นอันตรายต่ออุปกรณ์และผู้เชื่อมได้หัวจับสายดินมีหลายแบบให้เลือกใช้เพื่อค วามเหมาะสมกับลักษณะงานดังแสดงในรูปที่1.49

รูปที่ 1.49 แสดงลักษณะหัวจับสายดิน

5. สายเชื่อม (Welding Clamp)

สายเชื่อม เป็นสายไฟทำหน้าที่นำกระแสไฟฟ้าจากเครื่องเชื่อมไปยังหัวจับลวดเชื่อมแล้วผ่านลวดเชื่อมสู่บริเวณ การอาร์ก สายเชื่อมจะมีอยู่ 2 สาย คือ สายเชื่อมซึ่งต่อจากขั้วหนึ่งของเครื่องเชื่อมไปยังหัวจับลวดเชื่อม ส่วนสายเชื่อมอีกสายหนึ่งจะเป็นสายดินต่อจากอีกขั้วหนึ่งของเครื่องเชื่อมไปยังชิ้นงานโดยหัวจับลวดเ ชื่อมสายเชื่อมจะต้องเป็นสายที่ใหญ่เพียงพอที่จะนำกระแสไฟฟ้าจำนวนมากไปใช้ในการเชื่อมและจะ ต้องอ่อนตัวม้วนขดเคลื่อนที่ได้ง่าย โดยทั่วไปทำด้วยลวดทองแดงที่เป็นเส้นเล็ก ๆ จำนวนมากพันกันเป็นเกลียวจนได้ขนาดความโตที่ต้องการแล้วหุ้มด้วยกระดาษ และหุ้มด้วยตาข่ายผ้าเสริมแรง สุดท้ายเป็นยางฉนวน (Rubber)ที่ทนต่อการใช้งาน สายเชื่อมมีหลายขนาดเพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพและต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดเครื่องเ ชื่อมและความยาวของสายเชื่อม ดังแสดงในรูปที่1.50

รูปที่ 1.50 แสดงลักษณะภ

การเลือกใช้สายเชื่อมให้เหมาะสมกับขนาดความยาวและปริมาณกระแส สามารถเลือกได้ดังตารางที่1.2

ตารางที่ 1.2 การเลือกใช้สายเชื่อมไฟฟ้า

ปริมาณกระแสเชื่อม (แอมแปร์)	**ความยาวสายเชื่อม/ขนาดสายเชื่อมตามมาตรฐาน AWS**					
	60	**100**	**150**	**200**	**300**	**400**
100	4	4	4	2	1	1/0
150	2	2	2	1	2/0	3/0
200	2	2	1	1/0	3/0	4/0
250	2	2	1/0	2/0		
300	1	1	2/0	3/0		
350	1/0	1/0	3/0	4/0		
400	1/0	1/0	3/0			
450	2/0	2/0	4/0			
500	2/0	2/0	4/0			

6. หน้ากากเชื่อม (Welding Helmets)

หน้ากากเชื่อมที่ใช้ในงานเชื่อมเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับป้องกันหน้าสายตาและศีรษะจากความร้อนและสะเก็ดโลหะจากการเชื่อมและยังป้องกันอันตรายจากรังสีอัลตร้าไวโอเลตและรังสีอินฟาเรดโครงสร้างของหน้ากากเชื่อม ทำจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและทนความร้อนสูง มีรูปร่างและแบบแตกต่างกัน โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. หน้ากากเชื่อมแบบมือถือ ใช้ป้องกันหน้าและสายตา
หน้ากากชนิดนี้จะต้องใช้มือถือหน้ากากข้างหนึ่งและมืออีกข้างหนึ่งก็จับหัวจับลวดเชื่อม เหมาะสำหรับการใช้งานบนพื้นราบและการเตรียมงานดังแสดงในรูปที่1.51

รูปที่ 1.51 แสดงลักษณะหน้ากากเชื่อมแบบมือถือและการใช้งาน

2. หน้ากากเชื่อมแบบสวมหัว
ใช้ป้องกันหน้าและสายตาเหมือนกับหน้ากากเชื่อมแบบมือถือเป็นหน้ากากเชื่อมที่สามารถสวมลงบนหัวโดยไม่ต้องใช้มือจับทำให้มือทั้งสองว่างเป็นอิสระสามารถใช้จับโลหะงานเชื่อมได้โดยสะดวกและจับยึดช่วยให้ตัวเองอยู่ในตำแหน่งที่มั่นคงและงานเชื่อมในที่สูงๆดังแสดงในรูปที่1.52

รูปที่ 1.52 แสดงลักษณะหน้ากากเชื่อมแบบสวมหัวและการใช้งาน

หน้ากากทั้งสองชนิดนี้ มีกระจกหน้ากากจะมีลักษณะเหมือนกันคือ แผ่นที่อยู่ข้างหน้าจะเป็นกระจกใสธรรมดา เพื่อป้องกันการกระเด็นของเม็ดโลหะที่หลอมเหลวขณะเชื่อมไปโดนกระจกกรองแสง ส่วนกระจกกรองแสงเลนส์สีดำใช้ป้องกันรังสีอัลตร้าไวโอเลตและรังสีอินฟาเรดการเลือกใช้ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน ซึ่งบอกความเข้มของกระจกกรองแสงเป็นนัมเบอร์ สามารถเลือกใช้ได้ตามตารางที่ 1.3

ตารางที่1.3แสดงนัมเบอร์(Number)กระจกกรองแสงลักษณะงานเชื่อมและกระแสไฟตามมาตรฐาน AWS

เบอร์กระจกกรองแสง	**ลักษณะงานเชื่อม**	**กระแสไฟที่ใช้**
3 – 5	สำหรับงานเชื่อมแก๊ส	-
6 – 7	สำหรับงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	ไม่เกิน 30 แอมแปร์
8	สำหรับงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	30 – 75 แอมแปร์
10	สำหรับงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	75 – 200 แอมแปร์
11 – 12	สำหรับงานเชื่อมทิกและมิก	200 - 400 แอมแปร์
14	สำหรับงานเชื่อมแบบคาร์บอนและงานตัดด้วยไฟฟ้า	สองกว่า 400 แอมแปร์

7. แปรงลวด (Wire Brush)

ทำจากเส้นลวดเรียงกันเป็นแถวอยู่บนด้ามไม้ ใช้สำหรับขัดทำความสะอาดชิ้นงานก่อนเชื่อมและหลังเชื่อม ดังแสดงในรูปที่1.53

รูปที่ 1.53 แสดงลักษณะแปรงลวด

8. ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer)

ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนชุบแข็งที่ปลายทั้งสองด้านเพื่อให้ทนต่อแรงกระแทกได้ดี ปลายด้านหนึ่งแบนคล้ายสกัดเหมาะสำหรับเคาะสแลกและเม็ดโลหะ (Spatter) ออกจากแนวเชื่อม ส่วนอีกด้านหนึ่งแหลม ใช้สำหรับเคาะสแลกที่ฝังในแนวเชื่อม ดังแสดงในรูปที่1.54

รูปที่ 1.54 แสดงลักษณะค้อนเคาะสแลก

9. คีมจับงานร้อน (Pliers)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับจับชิ้นงานที่มีความร้อนจากการเชื่อม เมื่อต้องการเคลื่อนย้ายหรือตรวจสอบชิ้นงานเพื่อทำความสะอาดทั่วไป เป็นคีมที่มีความแข็งแรงทำจากเหล็กและมีด้ามยาว ดังแสดงในรูปที่1.55

รูปที่ 1.55 แสดงลักษณะคีมจับชิ้นงานร้อน

10. ชุดอุปกรณ์ป้องกันร่างกายจากการเชื่อม (Protective Equipment)

การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าจะมีเม็ดโลหะกระเด็นอยู่ตลอดเวลา เสื้อผ้าธรรมดาไม่สามารถป้องกันเม็ดโลหะเหล่านี้ได้ จำเป็นต้องมีชุดอุปกรณ์ป้องกันร่างกายที่จากฝ้ายหรือผ้าฝ้ายและขนสัตว์ โดยมีรายการดังต่อไปนี้

1.ถุงมือหนัง (Gloves)ใช้ป้องกันความร้อนจากเม็ดโลหะโดนมือ และช่วยให้มือไม่ร้อนในขณะลวดเชื่อมเหลือน้อยลง

2. เสื้อหนัง (Huron) ใช้ป้องความร้อนจากเม็ดโลหะเชื่อมกระเด็นโดนร่างกาย

3. ปลอกแขน (Sleeves) ใช้ป้องความร้อนจากเม็ดโลหะเชื่อมกระเด็นโดนแขน

4. ปลอกขา(Leggings) ใช้ป้องความร้อนจากเม็ดโลหะเชื่อมกระเด็นโดนขา

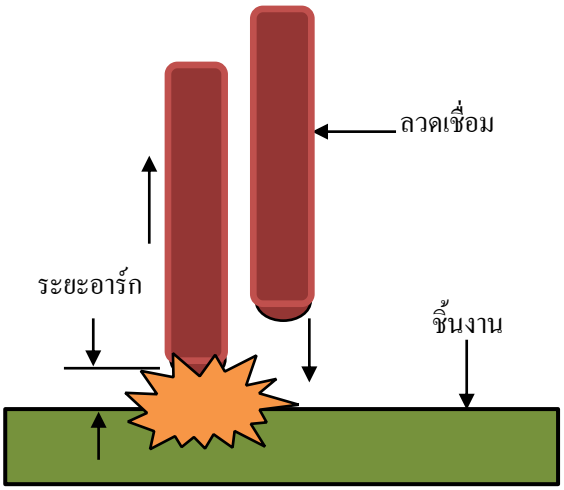
5. รองเท้าหัวเหล็ก(Steel – Toe Boots)ใช้ป้องกันความร้อนจากเม็ดโลหะเชื่อมกระเด็นลงเท้าและชิ้นงานตกลงใส่เท้า

รูปที่ 1.56 แสดงการสวมชุดในสภาพที่พร้อมปฏิบัติและป้องกั

1.5 การเริ่มต้นอาร์ก

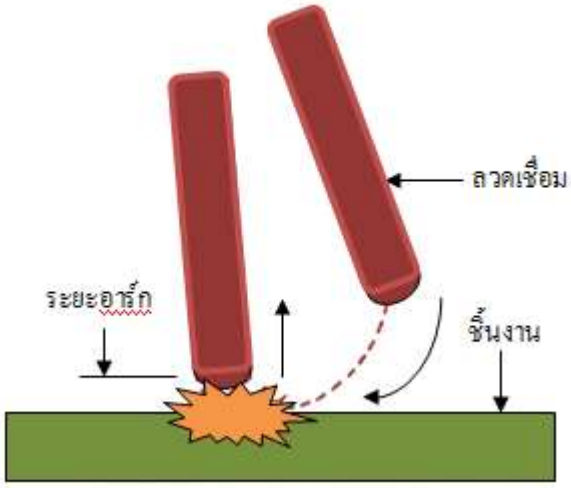
การเริ่มต้นอาร์กอาจจะเกิดปัญหาถ้าไม่ตั้งใจจะทำให้ลวดเชื่อมเกาะติดกับชิ้นงานจำเป็นต้องบิดหรือสะบัดลวดเชื่อมให้หลุดจากชิ้นงานดังนั้นผู้ฝึกเชื่อมควรรู้วิธีการเริ่มต้นอาร์กการเริ่มต้นอาร์กมี2 วิธี คือ

1.5.1การอาร์กแบบแตะสัมผัส(TappingMethod)หรือวิธีการเคาะสามารถกระทำได้ตรงตามตำแหน่งที่เราต้องการเชื่อมโดยใช้ลวดเชื่อมแตะลงบนผิวชิ้นงานเบาๆตรงตำแหน่งที่เราต้องการแล้วยกขึ้นเพื่อให้เกิดการอาร์ก จากนั้นกดลวดเชื่อมให้ได้ระยะอาร์กที่ถูกต้อง ดังแสดงในรูปที่1.57



รูปที่ 1.57 การเริ่มต้นอาร์กแบบแตะสัมผัส

1.5.2 การอาร์กแบบเขี่ยสัมผัส(ScratchMethod) การอาร์กด้วยวิธีนี้ลวดเชื่อมจะไม่ค่อยติดกับชิ้นงาน เพราะเป็นการลาดเขี่ยกับชิ้นงานแล้วยกขึ้นเพื่อให้เกิดการอาร์กต้องควบคุมระยะอาร์กให้ถูกต้องและคงที่การเริ่มต้นการอาร์กแบบเขี่ยนี้ การอาร์กจะอยู่ไกลจากจุดเริ่มต้นอาร์กบางครั้งอาจจะหาไม่พบหรือลวดเชื่อมเกิดการหลอมละลายหยดลงบนชิ้นงานก่อนตรงจุดเริ่มต้นอาร์ก ทำให้แนวเชื่อมไม่สมบูรณ์ได้ดังแสดงในรูปที่1.58



รูปที่ 1.58 การเริ่มต้นอาร์กแบบเขี่ยสัมผัส

สรุป

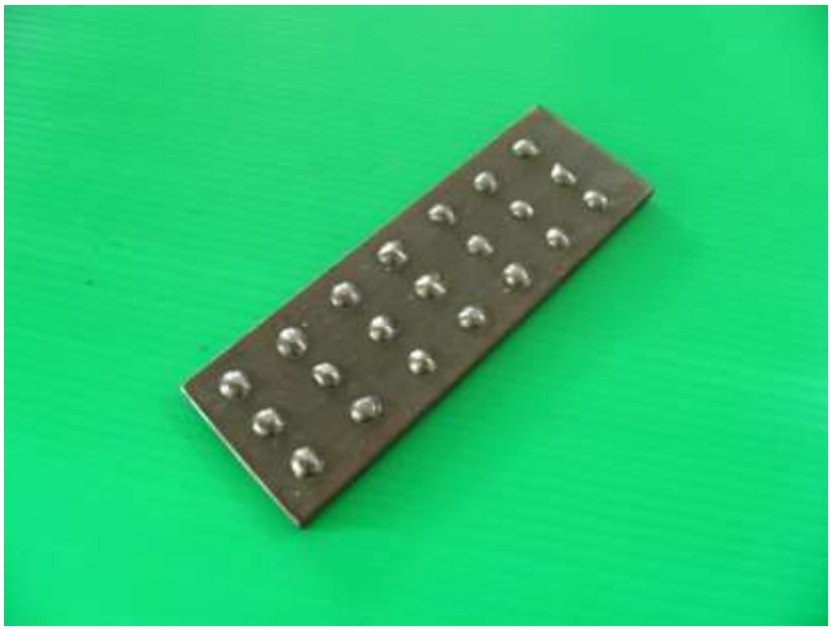
เครื่องเชื่อมเป็นอุปกรณ์สำคัญที่กำเนิดพลังงาน โดยผลิตกระแสไฟฟ้าและแรงเคลื่อนออกมาในปริมาณที่เพียงพอและคงที่ที่จะทำให้เกิดการอาร์กและเกิดความร้อน จนสามารถหลอมเหลวชิ้นงานที่มีความหนาต่าง ๆ ได้ เครื่องเชื่อมแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะการจ่ายพลังงานและเครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะต้นกำลังการผลิต

การปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าของช่างเชื่อมที่ดี จำเป็นต้องรู้หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ได้ถูกต้องตรงตามลักษณะของงาน และปฏิบัติงานเชื่อมได้อย่างปลอดภัย ซึ่งจะทำให้งานมีประสิทธิภาพดังนั้นผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรรู้วิธีการเริ่มต้นอาร์กการเริ่มต้นอาร์กมี 2 วิธี คือการอาร์กแบบเขี่ยสัมผัสและการอาร์กแบบแตะสัมผัส

หน่วยที่ 1

งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

สัปดาห์ที่ 3 งานเริ่มต้นอาร์กหรืองานเชื่อมจุด



Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย :งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยเชื่อมลวดหุ้มฟลั๊กซ์ **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุด

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	เครื่องเชื่อม เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์	×				
2	การเริ่มต้นอาร์ก	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา **:**งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต:** 2 หน่วยกิต

ชื่องาน :งานเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุด **ระดับชั้น**: ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1.อธิบายหลักการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง		×					
2.บอกลักษณะของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง	×						
3. บอกชนิดของกระแสเชื่อมและขั้วของกระแสเชื่อมได้ถูกต้อง	×						
4. บอกหลักการทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์เชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง	×						
5.บอกวิธีการเริ่มต้นอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง	×						
6. ปฏิบัติงานเชื่อมเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุดได้ถูกต้อง					×		
7. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย					×		

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 3
	หน่วยที่ 1 งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	**เวลา** 2 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100-1004	งานเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุด	

สาระการเรียนรู้

1.4 เครื่องเชื่อม เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์

1.5 การเริ่มต้นอาร์ก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง
2. บอกลักษณะของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง
3. บอกชนิดของกระแสเชื่อมและขั้วของกระแสเชื่อมได้ถูกต้อง
4. บอกหลักการทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์เชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง
5. บอกวิธีการเริ่มต้นอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง
6. ปฏิบัติงานเชื่อมเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุดได้ถูกต้อง
7. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดีและปลอดภัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2.นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน

3.สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน

4.นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

5.ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน

6.ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้เรื่อง 1.4 เครื่องเชื่อม เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์
   1.5 การเริ่มต้นอาร์ก
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1.ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติสรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2.ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1.สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)

2.ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน(ภาคทฤษฎี)

3.ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย(ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2.ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินแบบประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ชื่องาน : งานเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุด

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษยสัมพันธ์	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**<u>20</u>**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา

	4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ 5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน
กิจนิสัย	**พฤติกรรมบ่งชี้** (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

1.4เครื่องเชื่อม เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

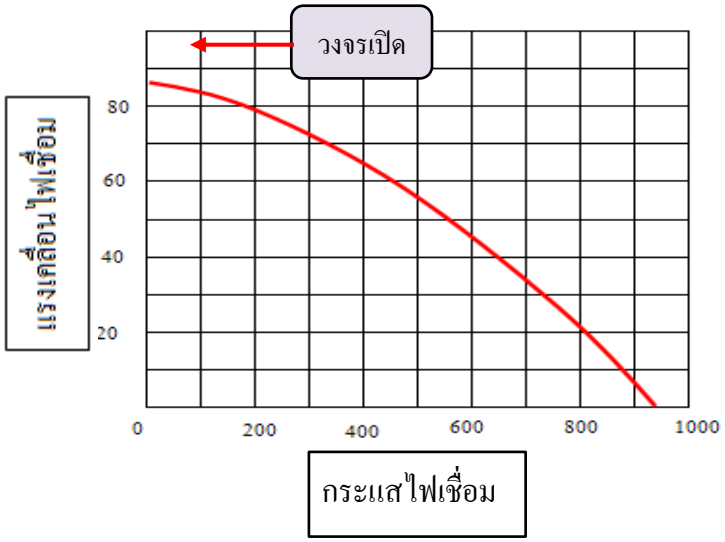
1.4.1 เครื่องเชื่อม(Welding Machine)

เครื่องเชื่อมเป็นอุปกรณ์สำคัญที่กำเนิดพลังงาน โดยผลิตกระแสไฟฟ้าและแรงเคลื่อนออกมาในปริมาณที่เพียงพอและคงที่ที่จะทำให้เกิดการอาร์กและเกิดความร้อน จนสามารถหลอมเหลวชิ้นงานที่มีความหนาต่าง ๆ ได้ เครื่องเชื่อมแบ่งได้ 2 ลักษณะคือเครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะการจ่ายพลังงาน และเครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะต้นกำลังการผลิต

1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะการจ่ายพลังงาน

สามารถแบ่งออกได้เป็น2ชนิดคือเครื่องเชื่อมแบบกระแสคงที่และเครื่องเชื่อมแบบแรงเคลื่อนคงที่

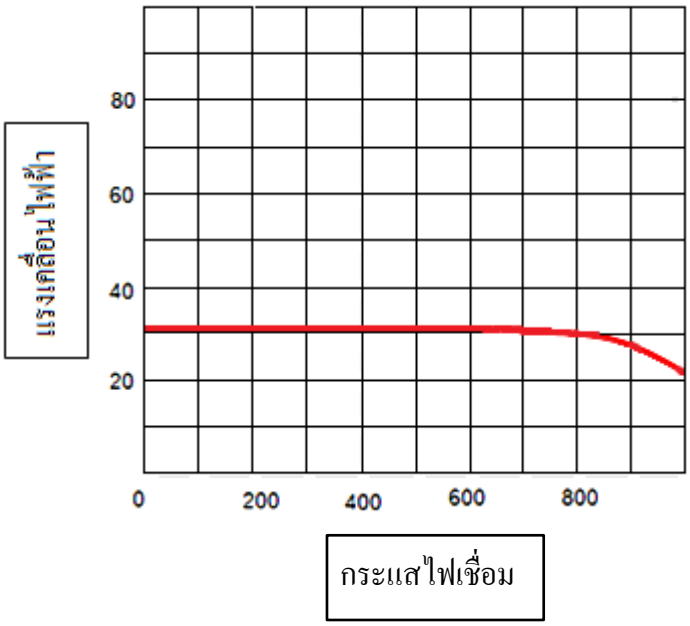
1) เครื่องเชื่อมแบบกระแสคงที่ (Constant Current) หรือแบบ CC เมื่อแรงเคลื่อนวงจรเปิดไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน(0 แอมป์)แรงเคลื่อนวงจรจะสูงประมาณ 70 – 80 โวลต์ ลักษณะของกระแสไฟฟ้าที่ใช้จะมีทั้งกระแสตรงและกระแสสลับเครื่องเชื่อมชนิดนี้ เมื่อนำมาใช้กับกระบวนการเชื่อมแบบลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ แรงเคลื่อนขณะทำการอาร์กสามารถควบคุมได้โดยผู้ปฏิบัติงานเชื่อมเองซึ่งจะเปลี่ยนแปลงและมีความสัมพันธ์กับระยะอาร์ก กล่าวคือถ้ามีการเชื่อมระยะอาร์กห่างแรงเคลื่อนจะมีขนาดเพิ่มขึ้น และถ้าให้ระยะอาร์กลดลงแรงเคลื่อนก็จะมีขนาดลดลงแต่ถ้าเชื่อมหรือวงจรปิด แรงเคลื่อนจะลดลงเท่ากับเมื่อมีการปรับกระแสไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเท่านั้น คือถ้ากระแสเปลี่ยนแปลง แรงเคลื่อนจะเปลี่ยนแปลงตามในสภาวะปกติของการเชื่อมจะมีแรงเคลื่อนอาร์กภายในวงจรอยู่ระหว่าง 30 – 40 โวลต์ ดังแสดงในรูปที่ 1.33



รูปที่ 1.33 แสดงความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนกระแสไฟฟ้ากับระยะอาร์ก

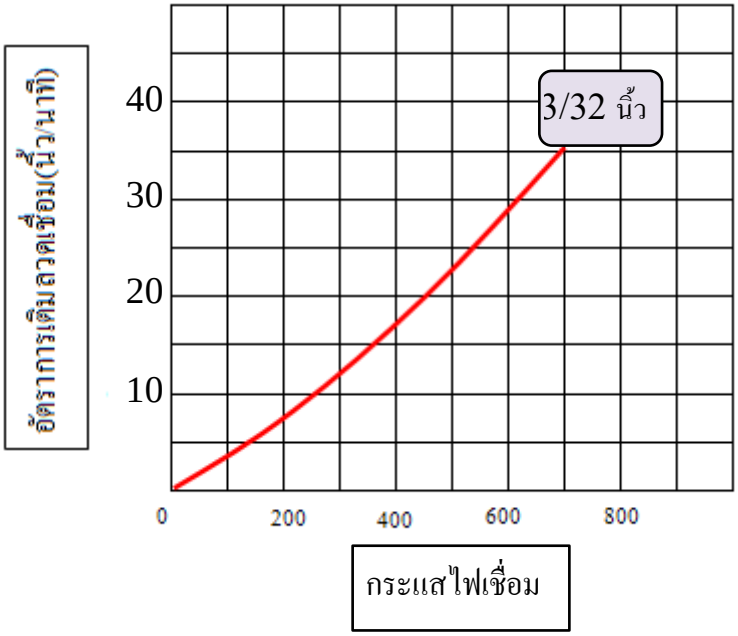
เครื่องเชื่อมแบบกระแสคงที่เป็นระบบที่ใช้มากกับเครื่องเชื่อมทิก(Tig) เครื่องเชื่อมคาร์บอนอาร์ก เครื่องเซาะร่อง(Gouging) เครื่องเชื่อมแบบสตัด (Stud) และเครื่องเชื่อมแบบธรรมดาด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์มีทั้งกระแสไฟสลับและกระแสไฟตรง

2) เครื่องเชื่อมแบบชนิดแรงเคลื่อนคงที่ (Constant Voltage)หรือ แบบ CV เป็นเครื่องเชื่อมที่ให้แรงเคลื่อนเรียบคงที่ จะไม่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของกระแสไฟเชื่อม แรงเคลื่อนจะอยู่ประมาณ 30 โวลต์ ผลิตเฉพาะกระแสไฟตรงเท่านั้น สามารถใช้กับเครื่องเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติ ซึ่งอาจเป็นแบบขับด้วยเครื่องยนต์หรือแบบขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า หรือแบบชนิดเครื่องเรียงกระแสหรือแบบหม้อแปลงของกระแสดังแสดงในรูปที่1.34



รูปที่ 1.34 แสดงส่วนโค้งแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟเชื่อมแบบชนิดแรงเคลื่อนคงที่

เครื่องชนิดแรงเคลื่อนคงที่เพื่อผลิตกระแสตรงเท่านั้น ลวดเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมจะเป็นชนิดต่อเนื่อง ซึ่งอัตราการหลอมเหลวหรือการเติมของลวดเชื่อมจะมีสัดส่วนและความสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้าที่ใช้ เช่น เมื่อกระแสไฟในการเชื่อมมีปริมาณเพิ่มขึ้น จะมีปริมาณการหลอมเหลวของลวดเชื่อมเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกัน ลักษณะความสัมพันธ์ของการหลอมเหลวลวดเชื่อมกับกระแสไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 1.35



รูปที่ 1.35 แสดงสัมพันธ์การหลอมละลายของลวดเชื่อมกับกระแสไฟฟ้า

2.เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะต้นกำลังการผลิต

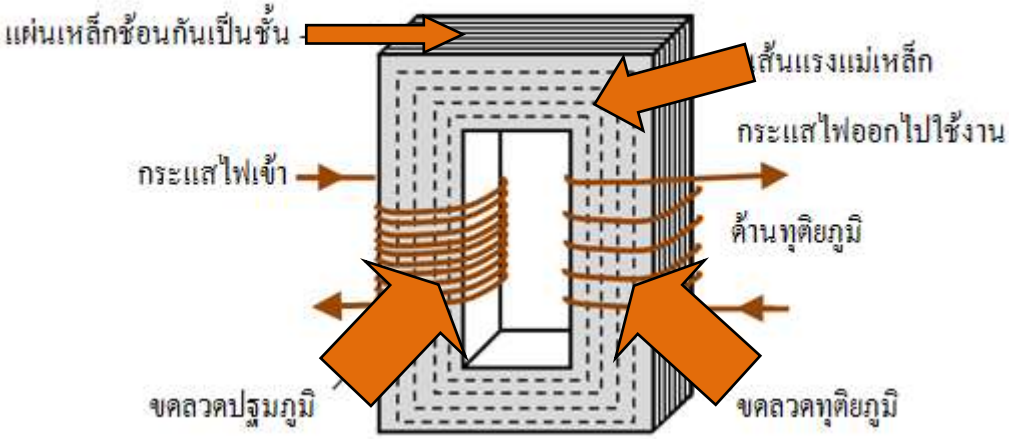
เครื่องเชื่อมไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่ผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งระบบกระแสคงที่และระบบแรงเคลื่อนคงที่

ซึ่งต้องมีต้นกำลังการผลิตพิจารณาตามลักษณะของด้านกำลังการผลิตสามารถแบ่งเครื่องเชื่อมได้ดังนี้

1) เครื่องเชื่อมแบบกระแสสลับ (Alternation Current) หรือเครื่องเชื่อมแบบ AC เครื่องเชื่อมไฟฟ้าจะเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับ

ซึ่งกระแสไฟจะมีทิศทางการเคลื่อนที่สลับกันเป็นคลื่น โดยใน 1 ไซเกิล (Cycle)จะมีกระแสไหลผ่าน 0 (ศูนย์) จำนวน 2 ครั้ง ผ่านคลื่นบวก (+) 1 ครั้งและคลื่นลบ (-) 1 ครั้ง โดยในช่วงคลื่นบวกอิเล็กตรอนจะไหลไปในทิศทางหนึ่งและในช่วงคลื่นลบอิเล็กตรอนจะไหลไปในทิศทางตรงกันข้ามกับที่ไหลในช่วงคลื่นบวก ปกติกระแสจะมีความถี่ 50 ไซเกิล ซึ่งหมายความว่าในเวลา 1 วินาที กระแสจะไหล 50 รอบ ดังแสดงในรูปที่1.36 และ รูปที่ 1.37

รูปที่ 1.36 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อมแบบกระแสสลับ(AC)



รูปที่ 1.37 แสดงลักษณะและการทำงานของหม้อแปลง

หม้อแปลงของเครื่องเชื่อมแบบกระแสสลับชนิดนี้จะประกอบด้วย

- ขดลวดปฐมภูมิ(Primary Winding)เป็นขดลวดขนาดเล็กพันรอบแกนเหล็กจำนวนมาก ปลายทั้งสองข้างจะต่อเข้ากับกระแสไฟจากภายนอก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กไหลวนในแกนเหล็กนั้น
- ขดลวดทุติยภูมิ(Secondary Winding)เป็นขดลวดที่มีขนาดใหญ่ และจำนวนรอบที่พันอยู่บนแกนเหล็กน้อยกว่าขดลวดปฐมภูมิ

ที่ขดลวดทุติยภูมิจะมีเส้นแรงแม่เหล็กซึ่งเกิดจากการเหนี่ยวนำของขดลวดปฐมภูมิไหลผ่านตัดกับขดลวดทุติยภูมิทำให้เกิดความต้านทานต่ำและมีกระแสไฟสูงซึ่งเรานำกระแสไฟที่ได้นี้ไปใช้ในการ เชื่อม

2) เครื่องเชื่อมแบบกระแสตรง(Direct Current) หรือเครื่องเชื่อม DC

จะเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าที่มีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในทิศทางตามยาวของตัวนำในทิศทางเดียวกัน เหมือนกับการเคลื่อนที่ของน้ำประปาภายในท่อกระแสไฟตรงจะไหลจากขั้วหนึ่งไปตลอด โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงขั้ว

เครื่องเชื่อม DC แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) เครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์ (Welding Cenerator)

ใช้เจนเนอเรเตอร์เป็นแหล่งพลังงาน เจนเนอเรเตอร์สำหรับการเชื่อมจะถูกสร้างขึ้นเป็นพิเศษ สามารถผลิตกระแสสูงที่แรงเคลื่อนต่ำเป็นเครื่องเชื่อมที่ผลิตกระแสตรงจ่ายให้กับวงจรเชื่อมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบมอเตอร์เจนเนอเรเตอร์(Motor Generator)

เป็นเครื่องเชื่อมที่ใช้กำลังไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนมอเตอร์โดยใช้ไฟฟ้าแบบกระแสสลับ ซึ่งทั่วไปจะใช้แรงเคลื่อน 380 โวลต์

เพลาของมอเตอร์จะต่อร่วมกับเพลาของเจนเนอเรเตอร์ดังแสดงในรูปที่1.38

รูปที่ 1.38 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อมแบบมอเตอร์เจนเนอเรเตอร์

2.แบบเครื่องยนต์ขับเคลื่อน (Engine Motor)

เป็นเครื่องเชื่อมที่ใช้กำลังขับจากเครื่องยนต์ดีเซลเบนซินหรือแก๊สโซลีนก็ได้ระบายความร้อนด้วยอากาศหรือน้ำแต่ต้องมีกำลังม้าและความเร็วรอบเพียงพอในการขับเคลื่อนที่ จะก่อให้เกิดการเชื่อมได้ กระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมาเป็นชนิดกระแสตรงเครื่องเชื่อมแบบนี้เหมาะสำหรับใช้งานภาคสนามที่ไม่มีไฟฟ้าใช้และสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกกระแสไฟฟ้าสามารถนำไปใช้กับเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้าและแสงสว่างได้ ดังแสดงในรูปที่1.39

รูปที่ 1.39 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อมแบบเครื่องยนต์ขับเคลื่อน

(ที่มา : http://www.lincolnelectric.com)

3)เครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์(Rectifier Welding)ประกอบด้วย

หม้อแปลงและตัวเรียงกระแส

(Rectifier)ตัวเรียงกระแสเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนกระแสสลับ(AC)ให้เป็นกระแสตรง (DC)

เครื่องเรียงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงจะใช้สารกึ่งตัวนำ เช่น แผ่นซิลิคอน (silicon) และ

ซีลีเนียม(Selenium)

ซึ่งโลหะกึ่งตัวนำจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้สะดวกเพียงทางเดียวเท่านั้นซิลิคอนไดโอดเรกติไฟร์จะมีเกลียวขันติดให้แน่นกับแผ่นระบายความร้อน ซึ่งมีขนาดเล็กและนิยมใช้กันมาก

ลักษณะซิลิคอนไดโอดเรกติไฟร์ ซีลิเนียมเป็นแผ่นเหล็กหรือแผ่นอะลูมิเนียม

เคลือบด้วยซีลีเนียมซ้อนกันอยู่เป็นชั้นๆ ซึ่งใช้เนื้อที่น้อยกว่าการใช้ซิลิคอนไดโอดเรกติไฟร์

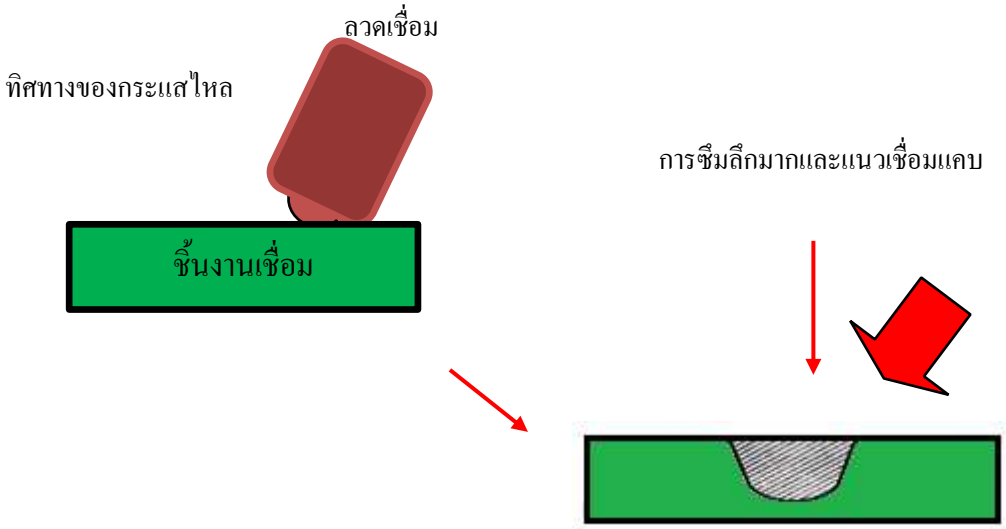
ดังแสดงในรูปที่1.40

รูปที่ 1.40 แสดงเครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์

เครื่องเชื่อมแบบเรกติไฟเออร์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.เครื่องเชื่อมกระแสตรงลวดเชื่อมต่อเป็นขั้วลบ (Direct Current Electrode Negative)หรือ วงจรเชื่อมแบบ DCEN ลวดเชื่อมจะเป็นขั้วลบ อิเล็กตรอนจะไหลออกจากเครื่องเชื่อมจากขั้วลบเป็นกระแสตรงผ่านลวดเชื่อมไปยังชิ้นงาน และไหลกลับไปยังขั้วบวกของเครื่องเชื่อม ปริมาณความร้อน 2 ใน 3 ส่วนซึ่งเกิดจากการอาร์กจะอยู่ที่ชิ้นงาน และอีก1 ส่วนจะอยู่ที่ลวดเชื่อม(Electrode)ผลจากการเชื่อมจะทำให้ชิ้นงานมีการซึมลึกที่ดี เหมาะสำหรับการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนามาก ๆ ดังแสดงในรูปที่1.41 และ รูปที่ 1.42

รูปที่ 1.41 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อม DCEN

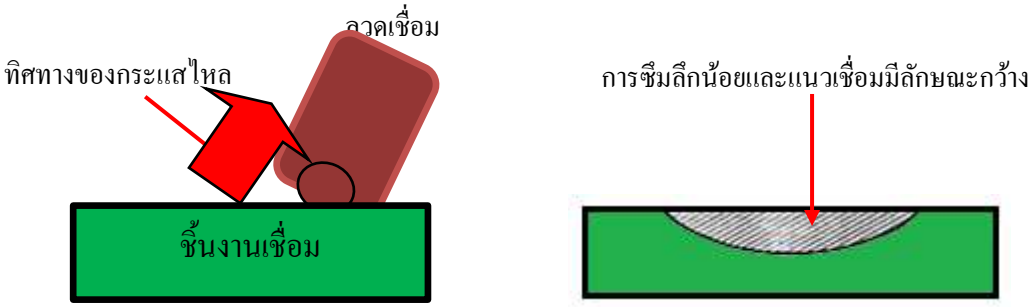


รูปที่ 1.42 แสดงลักษณะการไหลของกระแสไฟฟ้าและการซึมลึกของแนวเชื่อมแบบ DCEN

2.เครื่องเชื่อมกระแสตรงลวดเชื่อมต่อเป็นขั้วบวก (Direct Current Electrode Positive)หรือวงจรเชื่อมแบบ DCEP ชิ้นงานจะเป็นขั้วลบอิเล็กตรอนจะไหลออกจากเครื่องเชื่อมจากขั้วลบ ผ่านชิ้นงานไปยังลวดเชื่อม

(Electrode) และไหลกลับไปยังขั้วบวกของเครื่องเชื่อมความร้อนปริมาณ 2 ใน 3 ส่วนซึ่งเกิดจากการอาร์กจะอยู่ที่ลวดเชื่อมและอีก 1 ส่วน จะอยู่ที่ชิ้นงาน ผลจากการเชื่อมจะทำให้ชิ้นงานมีการซึมลึกน้อย แนวเชื่อมกว้างเหมาะสำหรับการเชื่อมชิ้นงานบาง ๆ หรือมีความหนาไม่มาก ดังแสดงในรูปที่1.43 และ รูปที่ 1.44

รูปที่ 1.43 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อม DCEP



รูปที่ 1.44 แสดงลักษณะการไหลของกระแสไฟฟ้าและการซึมลึกของแนวเชื่อมแบบ DCEP

4) เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์(Inverter Welding Machine Type) เครื่องเชื่อมชนิดนี้จะมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา เหมาะสำหรับงานที่ต้องมีเคลื่อนย้ายบ่อย ๆ มีประสิทธิภาพพลังงานสูงเนื่องจากสูญเสียพลังงานน้อยมาก และทำให้การอาร์กสม่ำเสมอ

หลักการทำงานของเครื่องเชื่อมชนิดอินเวอร์เตอร์ คือ จะแปลงกระแสไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง และจะเปลี่ยนความถี่จาก 50 เฮิรตซ์

ให้อยู่ในระหว่าง 2 – 20 กิโลเฮิรตซ์ เป็นกระแสสลับที่มีความถี่สูงเมื่อผ่านหม้อแปลงแล้ว จึงเรียงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงและทำให้เรียบด้วย

เครื่องเชื่อมชนิดนี้มีทั้งชนิดกระแสสลับและกระแสตรงดังแสดงในรูปที่1.45

รูปที่ 1.45 แสดงลักษณะเครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์

วัฏจักรการทำงานหรือประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเชื่อม(Duty Cycle)

วัฏจักรการทำงาน หมายถึง อัตราส่วนของเวลาที่ทำการอาร์กต่อเวลาทั้งหมดสำหรับเครื่องเชื่อมได้กำหนดเวลาทั้งหมดไว้เป็นมาตรฐาน 10 นาทีเช่น เครื่องเชื่อมขนาด 250 แอมแปร์ ที่ 60 % Duty Cycle หมายถึง เครื่องเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมโดยปรับกระแสไฟเชื่อมที่ 250 แอมแปร์ สามารถเชื่อมแบบต่อเนื่องได้นาน 6 นาที และเวลาหยุดพัก 4 นาทีวัฏจักรการทำงานมีความหมายรวมถึง ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม

โดยทั่วไปแล้วเครื่องเชื่อมที่เป็นชนิดอัตโนมัติจะใช้วัฏจักรการทำงาน(Duty Cycle) ถึง 100% และ เครื่องเชื่อมที่ใช้กับลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์จะกำหนดวัฏจักรการทำงาน(Duty Cycle) ประมาณ 60%

การคำนวณหาดิวตี้ไซเคิลของเครื่องเชื่อม

เพื่อที่จะสามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมสามารถใช้สูตรหาได้ดังนี้

. เปอร์เซ็นต์Duty Cycle = $\frac{(\text{กระแสไฟที่กำหนดของเครื่องเชื่อม})^2}{(\text{กระแสไฟที่ต้องการ})^2}$ Duty Cycle ที่กำหนด

ตัวอย่างการหาเปอร์เซ็นต์ดิวตี้ไซเคิล

เครื่องเชื่อมที่มี Duty Cycle ที่กำหนด 60% ที่กระแสไฟ 150แอมแปร์จงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ Duty Cycle ของเครื่องเชื่อม เมื่อต้องการใช้กระแสไฟเชื่อม 130 แอมแปร์

$$\text{เปอร์เซ็นต์ Duty Cycle} = \left\lfloor \frac{(150)^2}{(110)^2} \times 60 \right\rfloor$$

$$= 79.88\%$$

จากตัวอย่างเมื่อต้องการเชื่อมโดยใช้กระแสไฟ 130แอมแปร์ สามารถเชื่อมได้ประมาณ 7.98-8นาที

1.4.2 อุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์มีดังนี้

1.สถานีเชื่อม (Welding Booth)

2. โต๊ะเชื่อม (Welding Table)

3. หัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder)

4. หัวจับสายดิน (Ground Clamp)

5.สายเชื่อม (Welding Cable)

6.หน้ากากเชื่อม (Welding Helmet)

7.แปรงลวด (Wire Brush)

8.ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer)

9. คีมจับงานร้อน (Pliers)

10. ชุดอุปกรณ์ป้องกันร่างกายจากการเชื่อม (Protective Equipment)

1.สถานีเชื่อม (Welding Booth)

การปฏิบัติงานเชื่อมจะเกิดรังสีและแสงจากการอาร์ก ซึ่งเป็นอันตรายและรบกวนต่อผู้ปฏิบัติงานใกล้เคียง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีสถานีเชื่อมที่มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ เช่น มีเครื่องดูดควันเชื่อมออกไปจากบริเวณเชื่อมเพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก
มีฉากป้องกันแสงจากการเชื่อม มีโต๊ะเชื่อม และคีมจับงานเชื่อมติดที่โต๊ะเชื่อม สามารถหยิบใช้งานได้สะดวกไม่กีดขวางผู้ปฏิบัติงานดังแสดงในรูปที่1.46

รูปที่ 1.46 แสดงลักษณะสถานีเชื่อมไฟฟ้า

2. โต๊ะเชื่อม (Welding Table)

มีหลายแบบพื้นโต๊ะควรเป็นตะแกรงเหล็กต่อกับสายดิน มีที่รองรับเศษโลหะเชื่อมและเศษลวดเชื่อมดังแสดงในรูปที่1.47

รูปที่ 1.47 แสดงลักษณะโต๊ะเชื่อม

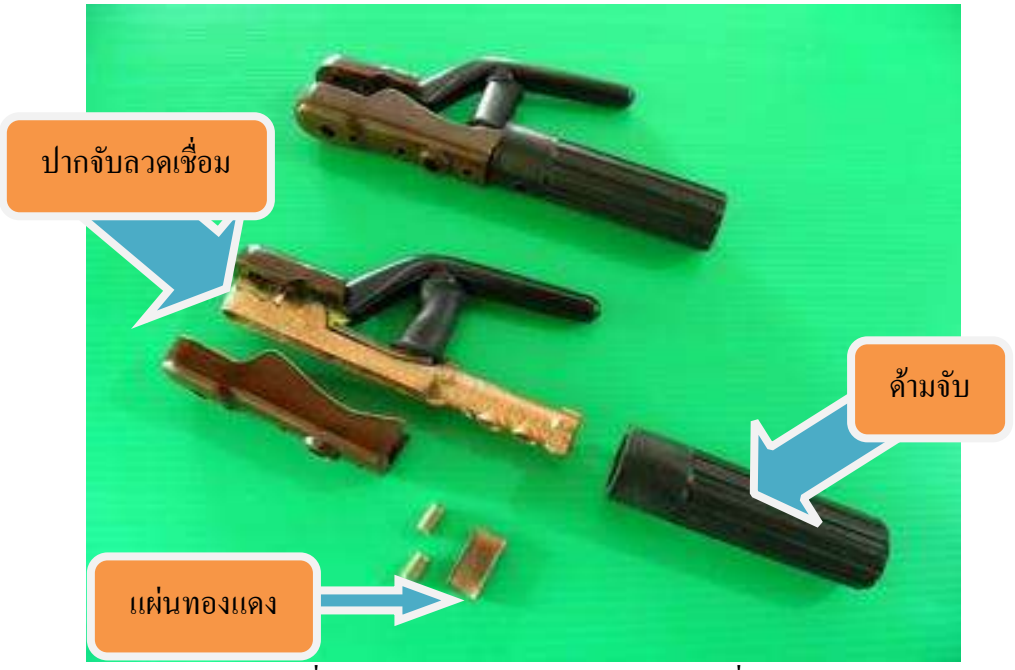
3.หัวจับลวดเชื่อม(Electrode Holder)

หัวจับลวดเชื่อม

เป็นอุปกรณ์สำหรับจับลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์มีลักษณะเป็นด้ามมือถือต่อกับสายไฟเชื่อม แล้วยังเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากสายเชื่อมผ่านไปสู่ชิ้นงานและลวดเชื่อมหัวจับลวดเชื่อมทำด้วยทองแดงและบางส่วนของปากคีบทำด้วยทองเหลือง เนื่องจากเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี หัวจับลวดเชื่อมจะมีหลายขนาดและรูปร่างแตกต่างกันออกไปแล้วแต่การออกแบบของผู้ผลิต การเลือกใช้ขนาดของหัวเชื่อมขึ้นอยู่กับกระแสสูงสุดของเครื่องเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมดังแสดงในรูปที่ 1.48

หัวจับลวดเชื่อมที่ดีควรจะมีลักษณะดังนี้

1. จะต้องไม่หนักจนเกินไป เพื่อลดความเมื่อยล้าขณะที่เชื่อม
2. จะต้องไม่ร้อนเร็วเกินไป
3. มีรูปร่างและสัดส่วนพอเหมาะในการจับ
4. สะดวกและง่ายต่อการใส่และการถอดลวดเชื่อมและจับยึดได้อย่างมั่นคง
5. จะต้องมีฉนวนหุ้มส่วนที่เป็นโลหะอย่างมิดชิด ซึ่งทำจากวัสดุกันความร้อนสูง
6. จะต้องทำจากโลหะที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าและความร้อนที่ดี



รูปที่ 1.48 แสดงลักษณะของหัวจับลวดเชื่อม

4. หัวจับสายดิน (Ground Clamp)

เป็นหัวจับที่ต่อเข้ากับสายเชื่อม ซึ่งต่อจากเครื่องเชื่อมมายังชิ้นงาน หัวจับสายดินจะจับเข้ากับชิ้นงานที่จะเชื่อม ทำให้วงจรเชื่อมครบวงจร ทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เช่น ทองแดง ถ้าสายดินจับยึดชิ้นงานไม่แน่นจะทำให้เกิดความต้านทานสูง บริเวณรอยต่อจะเกิดความร้อนสูง หรือเกิดการอาร์กขึ้นเป็นอันตรายต่ออุปกรณ์และผู้เชื่อมได้หัวจับสายดินมีหลายแบบให้เลือกใช้เพื่อค วามเหมาะสมกับลักษณะงานดังแสดงในรูปที่1.49

รูปที่ 1.49 แสดงลักษณะหัวจับสายดิน

5. สายเชื่อม (Welding Clamp)

สายเชื่อม เป็นสายไฟทำหน้าที่นำกระแสไฟฟ้าจากเครื่องเชื่อมไปยังหัวจับลวดเชื่อมแล้วผ่านลวดเชื่อมสู่บริเวณ การอาร์ก สายเชื่อมจะมีอยู่ 2 สาย คือ สายเชื่อมซึ่งต่อจากขั้วหนึ่งของเครื่องเชื่อมไปยังหัวจับลวดเชื่อม ส่วนสายเชื่อมอีกสายหนึ่งจะเป็นสายดินต่อจากอีกขั้วหนึ่งของเครื่องเชื่อมไปยังชิ้นงานโดยหัวจับลวดเ ชื่อมสายเชื่อมจะต้องเป็นสายที่ใหญ่เพียงพอที่จะนำกระแสไฟฟ้าจำนวนมากไปใช้ในการเชื่อมและจะ ต้องอ่อนตัวม้วนขดเคลื่อนที่ได้ง่าย โดยทั่วไปทำด้วยลวดทองแดงที่เป็นเส้นเล็ก ๆ จำนวนมากพันกันเป็นเกลียวจนได้ขนาดความโตที่ต้องการแล้วหุ้มด้วยกระดาษ และหุ้มด้วยตาข่ายผ้าเสริมแรง สุดท้ายเป็นยางฉนวน (Rubber)ที่ทนต่อการใช้งาน สายเชื่อมมีหลายขนาดเพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพและต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดเครื่องเ ชื่อมและความยาวของสายเชื่อม ดังแสดงในรูปที่1.50

รูปที่ 1.50 แสดงลักษณะภ

การเลือกใช้สายเชื่อมให้เหมาะสมกับขนาดความยาวและปริมาณกระแส สามารถเลือกได้ดังตารางที่1.2

ตารางที่ 1.2 การเลือกใช้สายเชื่อมไฟฟ้า

ปริมาณกระแสเชื่อม (แอมแปร์)	**ความยาวสายเชื่อม/ขนาดสายเชื่อมตามมาตรฐาน AWS**					
	60	**100**	**150**	**200**	**300**	**400**
100	4	4	4	2	1	1/0
150	2	2	2	1	2/0	3/0
200	2	2	1	1/0	3/0	4/0
250	2	2	1/0	2/0		
300	1	1	2/0	3/0		
350	1/0	1/0	3/0	4/0		
400	1/0	1/0	3/0			
450	2/0	2/0	4/0			
500	2/0	2/0	4/0			

6. หน้ากากเชื่อม (Welding Helmets)

หน้ากากเชื่อมที่ใช้ในงานเชื่อมเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับป้องกันหน้าสายตาและศีรษะจากความร้อนและสะเก็ดโลหะจากการเชื่อมและยังป้องกันอันตรายจากรังสีอัลตร้าไวโอเลตและรังสีอินฟาเรดโครงสร้างของหน้ากากเชื่อม ทำจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและทนความร้อนสูง มีรูปร่างและแบบแตกต่างกัน โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. หน้ากากเชื่อมแบบมือถือ ใช้ป้องกันหน้าและสายตา
หน้ากากชนิดนี้จะต้องใช้มือถือหน้ากากข้างหนึ่งและมืออีกข้างหนึ่งก็จับหัวจับลวดเชื่อม เหมาะสำหรับการใช้งานบนพื้นราบและการเตรียมงานดังแสดงในรูปที่1.51

รูปที่ 1.51 แสดงลักษณะหน้ากากเชื่อมแบบมือถือและการใช้งาน

2. หน้ากากเชื่อมแบบสวมหัว
ใช้ป้องกันหน้าและสายตาเหมือนกับหน้ากากเชื่อมแบบมือถือเป็นหน้ากากเชื่อมที่สามารถสวมลงบนหัวโดยไม่ต้องใช้มือจับทำให้มือทั้งสองว่างเป็นอิสระสามารถใช้จับโลหะงานเชื่อมได้โดยสะดวกและจับยึดช่วยให้ตัวเองอยู่ในตำแหน่งที่มั่นคงและงานเชื่อมในที่สูงๆดังแสดงในรูปที่1.52

รูปที่ 1.52 แสดงลักษณะหน้ากากเชื่อมแบบสวมหัวและการใช้งาน

หน้ากากทั้งสองชนิดนี้ มีกระจกหน้ากากจะมีลักษณะเหมือนกันคือ แผ่นที่อยู่ข้างหน้าจะเป็นกระจกใสธรรมดา เพื่อป้องกันการกระเด็นของเม็ดโลหะที่หลอมเหลวขณะเชื่อมไปโดนกระจกกรองแสง ส่วนกระจกกรองแสงเลนส์สีดำใช้ป้องกันรังสีอัลตร้าไวโอเลตและรังสีอินฟาเรดการเลือกใช้ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน ซึ่งบอกความเข้มของกระจกกรองแสงเป็นนัมเบอร์ สามารถเลือกใช้ได้ตามตารางที่ 1.3

ตารางที่1.3แสดงนัมเบอร์(Number)กระจกกรองแสงลักษณะงานเชื่อมและกระแสไฟตามมาตรฐาน AWS

เบอร์กระจกกรองแสง	**ลักษณะงานเชื่อม**	**กระแสไฟที่ใช้**
3 – 5	สำหรับงานเชื่อมแก๊ส	-
6 – 7	สำหรับงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	ไม่เกิน 30 แอมแปร์
8	สำหรับงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	30 – 75 แอมแปร์
10	สำหรับงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	75 – 200 แอมแปร์
11 – 12	สำหรับงานเชื่อมทิกและมิก	200 - 400 แอมแปร์
14	สำหรับงานเชื่อมแบบคาร์บอนและงานตัดด้วยไฟฟ้า	สองกว่า 400 แอมแปร์

7. แปรงลวด (Wire Brush)

ทำจากเส้นลวดเรียงกันเป็นแถวอยู่บนด้ามไม้ ใช้สำหรับขัดทำความสะอาดชิ้นงานก่อนเชื่อมและหลังเชื่อม ดังแสดงในรูปที่1.53

รูปที่ 1.53 แสดงลักษณะแปรงลวด

8. ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer)

ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนชุบแข็งที่ปลายทั้งสองด้านเพื่อให้ทนต่อแรงกระแทกได้ดี ปลายด้านหนึ่งแบนคล้ายสกัดเหมาะสำหรับเคาะสแลกและเม็ดโลหะ (Spatter) ออกจากแนวเชื่อม ส่วนอีกด้านหนึ่งแหลม ใช้สำหรับเคาะสแลกที่ฝังในแนวเชื่อม ดังแสดงในรูปที่1.54

รูปที่ 1.54 แสดงลักษณะค้อนเคาะสแลก

9. คีมจับงานร้อน (Pliers)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับจับชิ้นงานที่มีความร้อนจากการเชื่อม เมื่อต้องการเคลื่อนย้ายหรือตรวจสอบชิ้นงานเพื่อทำความสะอาดทั่วไป เป็นคีมที่มีความแข็งแรงทำจากเหล็กและมีด้ามยาว ดังแสดงในรูปที่1.55

รูปที่ 1.55 แสดงลักษณะคีมจับชิ้นงานร้อน

10. ชุดอุปกรณ์ป้องกันร่างกายจากการเชื่อม (Protective Equipment)

การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าจะมีเม็ดโลหะกระเด็นอยู่ตลอดเวลา เสื้อผ้าธรรมดาไม่สามารถป้องกันเม็ดโลหะเหล่านี้ได้ จำเป็นต้องมีชุดอุปกรณ์ป้องกันร่างกายที่จากฝ้ายหรือผ้าฝ้ายและขนสัตว์ โดยมีรายการดังต่อไปนี้

1.ถุงมือหนัง (Gloves)ใช้ป้องกันความร้อนจากเม็ดโลหะโดนมือ และช่วยให้มือไม่ร้อนในขณะลวดเชื่อมเหลือน้อยลง

2. เสื้อหนัง (Huron) ใช้ป้องความร้อนจากเม็ดโลหะเชื่อมกระเด็นโดนร่างกาย

3. ปลอกแขน (Sleeves) ใช้ป้องความร้อนจากเม็ดโลหะเชื่อมกระเด็นโดนแขน

4. ปลอกขา(Leggings) ใช้ป้องความร้อนจากเม็ดโลหะเชื่อมกระเด็นโดนขา

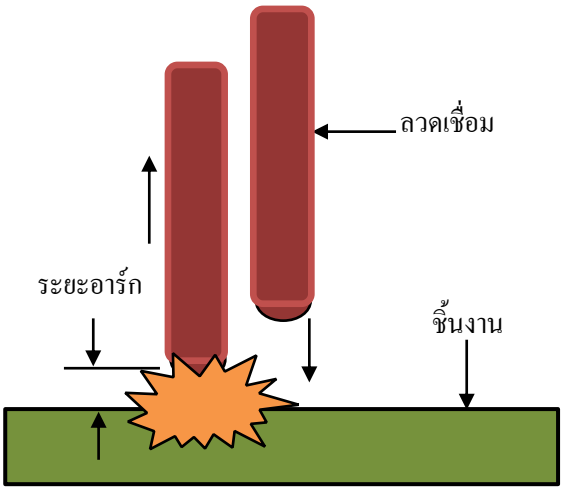
5. รองเท้าหัวเหล็ก(Steel – Toe Boots)ใช้ป้องกันความร้อนจากเม็ดโลหะเชื่อมกระเด็นลงเท้าและชิ้นงานตกลงใส่เท้า

รูปที่ 1.56 แสดงการสวมชุดในสภาพที่พร้อมปฏิบัติและป้องกั

1.5 การเริ่มต้นอาร์ก

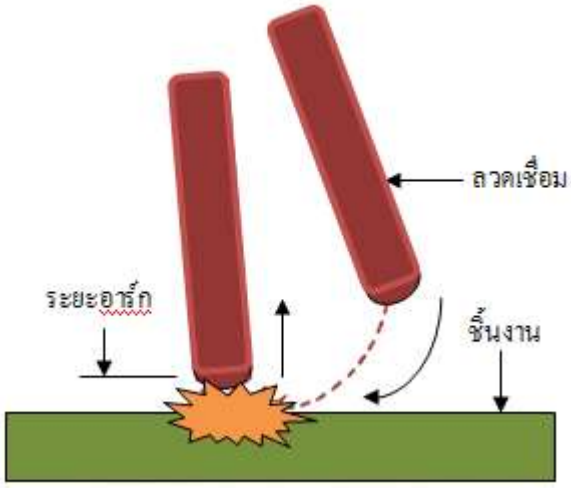
การเริ่มต้นอาร์กอาจจะเกิดปัญหาถ้าไม่ตั้งใจจะทำให้ลวดเชื่อมเกาะติดกับชิ้นงานจำเป็นต้องบิดหรือสะบัดลวดเชื่อมให้หลุดจากชิ้นงานดังนั้นผู้ฝึกเชื่อมควรรู้วิธีการเริ่มต้นอาร์กการเริ่มต้นอาร์กมี2 วิธี คือ

1.5.1การอาร์กแบบแตะสัมผัส(TappingMethod)หรือวิธีการเคาะสามารถกระทำได้ตรงตามตำแหน่งที่เราต้องการเชื่อมโดยใช้ลวดเชื่อมแตะลงบนผิวชิ้นงานเบาๆตรงตำแหน่งที่เราต้องการแล้วยกขึ้นเพื่อให้เกิดการอาร์ก จากนั้นกดลวดเชื่อมให้ได้ระยะอาร์กที่ถูกต้อง ดังแสดงในรูปที่1.57



รูปที่ 1.57 การเริ่มต้นอาร์กแบบแตะสัมผัส

1.5.2 การอาร์กแบบเขี่ยสัมผัส(ScratchMethod) การอาร์กด้วยวิธีนี้ลวดเชื่อมจะไม่ค่อยติดกับชิ้นงาน เพราะเป็นการลาดเขี่ยกับชิ้นงานแล้วยกขึ้นเพื่อให้เกิดการอาร์กต้องควบคุมระยะอาร์กให้ถูกต้องและคงที่การเริ่มต้นการอาร์กแบบเขี่ยนี้ การอาร์กจะอยู่ไกลจากจุดเริ่มต้นอาร์กบางครั้งอาจจะหาไม่พบหรือลวดเชื่อมเกิดการหลอมละลายหยดลงบนชิ้นงานก่อนตรงจุดเริ่มต้นอาร์ก ทำให้แนวเชื่อมไม่สมบูรณ์ได้ดังแสดงในรูปที่1.58



รูปที่ 1.58 การเริ่มต้นอาร์กแบบเขี่ยสัมผัส

สรุป

เครื่องเชื่อมเป็นอุปกรณ์สำคัญที่กำเนิดพลังงาน โดยผลิตกระแสไฟฟ้าและแรงเคลื่อนออกมาในปริมาณที่เพียงพอและคงที่ที่จะทำให้เกิดการอาร์กและเกิดความร้อน จนสามารถหลอมเหลวชิ้นงานที่มีความหนาต่าง ๆ ได้ เครื่องเชื่อมแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะการจ่ายพลังงานและเครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะต้นกำลังการผลิต

การปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าของช่างเชื่อมที่ดี จำเป็นต้องรู้หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ได้ถูกต้องตรงตามลักษณะของงาน และปฏิบัติงานเชื่อมได้อย่างปลอดภัย ซึ่งจะทำให้งานมีประสิทธิภาพดังนั้นผู้ปฏิบัติงานเชื่อมควรรู้วิธีการเริ่มต้นอาร์กการเริ่มต้นอาร์กมี 2 วิธี คือการอาร์กแบบเขี่ยสัมผัสและการอาร์กแบบแตะสัมผัส

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานเชื่อมเดินแนวท่าราบ

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	ชนิดของรอยต่อ ชนิดของแนวเชื่อม แนวเชื่อมฉากและตำแหน่งท่าเชื่อม	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานเชื่อมเดินแนวท่าราบ **ระดับชั้น** : ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. บอกชนิดของรอยต่อในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ได้ถูกต้อง	×						
2. บอกชนิดของของแนวเชื่อมในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ได้ถูกต้อง	×						
3. อธิบายลักษณะตำแหน่งท่าเชื่อมในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ได้ถูกต้อง		×					
4. บอกชื่อส่วนประกอบของรอยเชื่อมร่องและรอยเชื่อมฉากได้ถูกต้อง	×						
5. ปฏิบัติงานเชื่อมเดินแนวท่าราบได้ถูกต้อง					×		
6. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย					×		

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่ 4**
	หน่วยที่ 1 งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	**เวลา** 2 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100-1004	งานเชื่อมเดินแนวท่าราบ	

สาระการเรียนรู้

1.6 ชนิดของรอยต่อ ชนิดของแนวเชื่อม แนวเชื่อมฉากและตำแหน่งท่าเชื่อม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกชนิดของรอยต่อในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ได้ถูกต้อง
2. บอกชนิดของของแนวเชื่อมในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ได้ถูกต้อง
3. อธิบายลักษณะตำแหน่งท่าเชื่อมในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ได้ถูกต้อง
4. บอกชื่อส่วนประกอบของรอยเชื่อมร่องและรอยเชื่อมฉากได้ถูกต้อง
5. ปฏิบัติงานเชื่อมเดินแนวท่าราบได้ถูกต้อง
6. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดีและปลอดภัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน
3. สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน
4. นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้เรื่อง 1.6 ชนิดของรอยต่อ ชนิดของแนวเชื่อม แนวเชื่อมฉากและตำแหน่งท่าเชื่อม
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติสรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน (ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย (ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2. ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ชื่องาน : งานเชื่อมเดินแนวท่าราบ

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษยสัมพันธ์	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**<u>20</u>**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ

	5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน
กิจนิสัย	**พฤติกรรมบ่งชี้** (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 1

งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

สัปดาห์ที่ 4 งานเชื่อมเดินแนวท่าราบ

1.6 ชนิดของรอยต่อ ชนิดของแนวเชื่อม แนวเชื่อมฉากและตำแหน่งท่าเชื่อม

1.6.1 ชนิดของรอยต่อในงานเชื่อม (Joint of Type) มีอยู่ **5** ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. รอยต่อชน(Butt Joint) คือการนำชิ้นงานสองชิ้นมาชนกันโดยให้ขอบของชิ้นงานทั้งสองอยู่ในระดับเดียวกัน ซึ่งจะเว้นช่องว่างหรือไม่เว้นก็ได้ ขึ้นอยู่กับความหนาของงาน ดังแสดงในรูปที่ 1.68

รูปที่ 1.68 แสดงลักษณะรอยต่อชน

2. รอยต่อมุม (Corner Joint) คือการนำขอบของชิ้นงานทั้งสองชิ้นมาชนกันในบริเวณปลายสุดของชิ้นงานเกิดเป็นมุมตั้งฉาก **90** องศา หรืออาจจะมากหรือน้อยกว่า **90** องศา โดยจะเชื่อมด้านมุมในหรือด้านมุมนอกก็ได้ มีอยู่หลายลักษณะขึ้นอยู่กับการออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 1.69

รูปที่ 1.69 แสดงลักษณะรอยต่อมุม

3. รอยต่อขอบ (Edge Joint) คือการนำขอบของชิ้นงานสองชิ้นมาชนกัน โดยให้ผิวงานทั้งสองชิ้นทาบแนบชิดกับขอบของงานทั้งสองโดยจะชิด และขนานกันไปตลอดแนวเชื่อมในการเชื่อมจะต้องเชื่อมที่ผิวหน้าของขอบชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 1.70

รูปที่ 1.70 แสดงลักษณะรอยต่อขอบ

4. รอยต่อเกย (Lap Joint) คือการนำชิ้นงานสองชิ้นมาวางในลักษณะเกยซ้อนกันแนวเชื่อมที่เกิดขึ้นจะรับแรงเฉือนใช้กับการเชื่อมด้วยความต้านทาน เช่น เชื่อมจุดหรือใช้รอยเชื่อมอุด ดังแสดงในรูปที่ 1.71

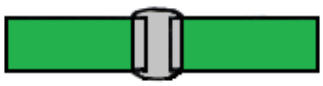
รูปที่ 1.71 แสดงลักษณะรอยต่อเกย

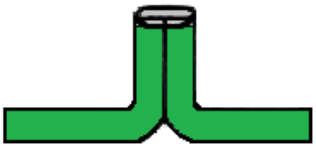
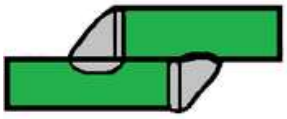
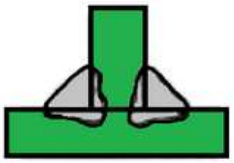
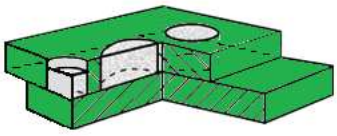
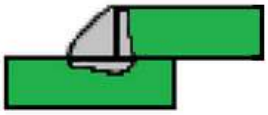
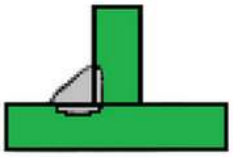
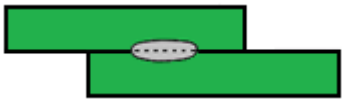
5. รอยต่อตัวที (T - Joint) คือ การนำขอบของชิ้นงานชิ้นหนึ่งวาง ตั้งลงบนผิวชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งให้มีลักษณะเป็นรูปอักษรตัว **T** จะบากงานหรือไม่ขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน รอยต่อรูปตัวทีจัดเป็นรอยเชื่อมแบบฟิลเล็ท **(Fillet Weld)** ดังแสดงในรูปที่ 1.72

รูปที่ 1.72 แสดงลักษณะรอยต่อตัวที

1.6.2 ชนิดของแนวเชื่อม (Type of welds) ดังแสดงในตารางที่ 1.4

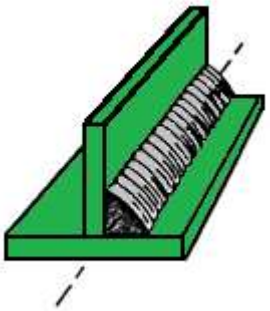
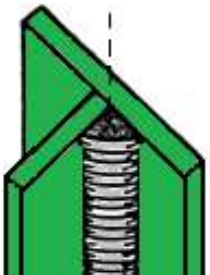
ตารางที่ 1.4 ชนิดของแนวเชื่อม (Type of welds)ต่างๆ

		
1. แนวเชื่อมต่อชนไม่บากงาน (Square Groove Weld)	2. แนวเชื่อมต่อชนตัววีด้านเดียว (Single -Vee Groove Weld)	3. แนวเชื่อมต่อชนตัววีสองด้าน (Double - Vee Groove Weld)
4. แนวเชื่อมต่อชนหน้าเฉียงเดียว (Single-Bevel Groove Weld)	5. แนวเชื่อมต่อชนครึ่งตัววีคู่ (Double-bevel Groove Weld)	6. แนวเชื่อมต่อชนตัวยูเดี่ยว (Single-U Groove Weld)

7. แนวเชื่อมต่อชนตัววีคู่ (Double - U Groove Weld)	8. แนวเชื่อมตัวเจด้านเดียว (Single - J Groove Weld)	9. แนวเชื่อมตัวเจคู่ (Double - J Groove Weld)
		
10. แนวเชื่อมขอบ (Flange Edge Weld)	11. แนวเชื่อมแฟร์วี (Flare Vee Weld)	12. แนวเชื่อม (Bead Weld)
		
13. แนวเชื่อฟิลเล็ทสองด้าน (Double Fillet Weld)		14. แนวเชื่อมจุดหรือตะเข็บ (Arc Spot or Arc Seam Weld)
		
15. แนวเชื่อมฟิลเล็ทด้านเดียว (Single - Fillet Weld)		16. แนวเชื่อมปลั๊ก (Plug Weld)

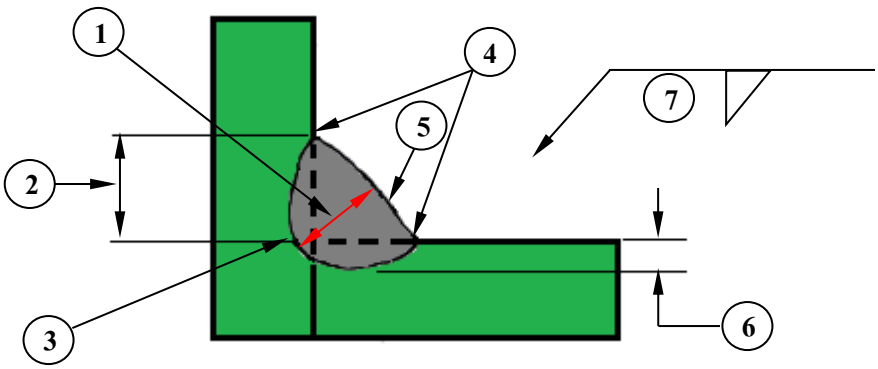
1.6.3 แนวเชื่อมฉาก (Fillet Welds) ดังแสดงในตารางที่ 1.5

ตารางที่ 1.5 แนวเชื่อมฉาก (Fillet Welds)แบบต่างๆ

1F	2F 
ตำแหน่งท่าราบ (Flat Position)	ตำแหน่งท่าระดับ (Horizontal Position
	4F

3F	
ตำแหน่งท่าตั้ง (Vertical Position)	ตำแหน่งท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)

1.6.4 ชื่อส่วนประกอบของรอยเชื่อมฉาก (Fillet Weld)



รูปที่ 1.73 แสดงชื่อส่วนประกอบของรอยเชื่อมฉาก (Fillet Weld)

1. Throat of a Fillet Weld คือ ระยะจากส่วนลึกสุดของแนวเชื่อมตรงกับมุมถึงผิวหน้าเชื่อม
2. Leg of a Fillet Weld คือ ระยะก้นมุมของแนวต่อ ถึงปลายสุดของขอบแนวเชื่อม

3. Root of a Weld คือ จุดที่แนวเชื่อมกินลึกที่สุดตรงก้นมุม

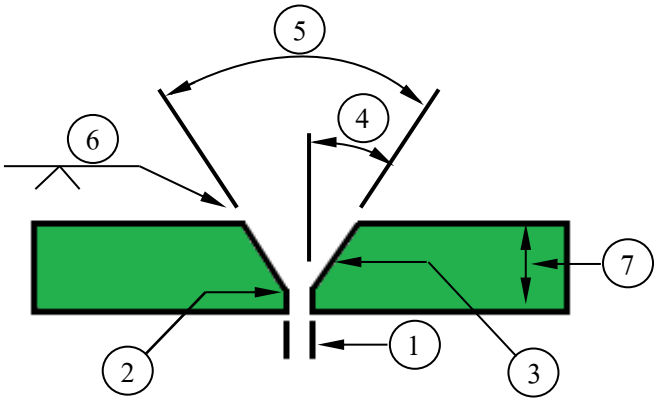
4. Toe of a Weld คือ จุดต่อระหว่างผิวแนวเชื่อมกับชิ้นงาน

5. Face of Weld คือ จุดต่อของแนวเชื่อมทางด้านที่กระทำการเชื่อม

6. Depth of Fusion คือ ระยะที่การละลายกินลึกลงไปในเนื้อโลหะชิ้นงาน

7. Size of Weld คือ ระยะปีกของรอยเชื่อมฉาก

1.6.5 ชื่อส่วนประกอบของรอยเชื่อมร่อง(Groove Weld)



รูปที่ 1.74 แสดงชื่อส่วนประกอบของรอยเชื่อมร่อง(Groove Weld)

1. Root Opening คือ ระยะระหว่างรอยต่อของชิ้นงานทั้งสอง ณ ส่วนล่างของแนวต่อ

2. Root Face คือ ผิวหน้าตัดของรอยต่อที่ตัด ที่ตัดจากส่วนล่างสุดของรอยต่อ

3. Groove Face คือ ผิวหน้าเอียงของรอยต่อชิ้นงานทั้งสองร่องต่อ

4. Bevel Angle คือ มุมของการบากหน้างานของชิ้นงานชั้นเดียว

5. Groove Angle คือ ผลรวมของมุมของการบากหน้าชิ้นงานชั้นเดียว

6. Size of Weld คือ สัญลักษณ์งานเชื่อมแบบบากร่องตัววี

7. Plate Thickness คือ ความหนาของชิ้นงาน

1.6.6 ตำแหน่งท่าเชื่อม (Welding Position) ที่กำหนดโดยมาตรฐานอเมริกัน (AWS)

ตำแหน่งในการเชื่อมหรือท่าเชื่อมคือตำแหน่งและทิศทางการเชื่อมของแนวเชื่อม ตามมาตรฐานสมาคมอเมริกัน (American Welding Society, (AWS) สามารถแบ่งออกได้เป็น **4** ตำแหน่ง ดังนี้

1. ท่าราบ (Flat Position) ท่าราบเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในระนาบเดียวกันกับพื้นราบซึ่งไม่มีปัญหาเรื่องแรงดึงดูดของโลก จึงทำให้สามารถควบคุมการหลอมละลายของน้ำโลหะได้ง่าย จึงเป็นท่าเชื่อมที่เชื่อมง่ายกว่าท่าเชื่อมอื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 1.75

รูปที่ 1.75 แสดงลักษณะท่าเชื่อมท่าราบ

2. ท่าระดับ (Horizontal Position) หรือท่าขนานนอนเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระดับ ซึ่งขนานกับแนวระนาบกับพื้น ในการเชื่อมท่าเชื่อมนี้ แรงดึงดูดของโลกจะมีผลต่อการเชื่อม ทำให้แนวเชื่อมไหลย้อยลงด้านล่างเสมอ ทำให้เกิดข้อบกพร่อง คือ รอยแหว่ง (Undercut) ของขอบด้านบนของแนวเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 1.76

รูปที่ 1.76 แสดงลักษณะท่าเชื่อมท่าระดับ

3. ท่าตั้ง (Vertical Position) ท่าตั้งเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวดิ่ง ซึ่งตั้งฉากกับแนวระดับ ในการเชื่อมท่าตั้งนี้แรงดึงดูดของโลกจะมีผลต่อการเชื่อมเช่นเดียวกันกับท่าระดับ การเชื่อมท่าตั้งจะมีอยู่ 2 แบบ คือท่าตั้งเชื่อมขึ้น (Vertical Up) ซึ่งเหมาะกับการเชื่อมงานที่มีความหนา และท่าตั้งเชื่อมลง (Vertical Down) ซึ่งเหมาะกับการเชื่อมงานที่มีความหนาไม่มากนัก ดังแสดงในรูปที่ 1.77

รูปที่ 1.77 แสดงลักษณะท่าเชื่อมท่าตั้ง

4. ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position) ท่าเหนือศีรษะเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระนาบ ในระดับเหนือศีรษะของผู้เชื่อม การเชื่อมท่านี้จะยากกว่าท่าเชื่อมอื่นๆ เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกจะทำให้น้ำโลหะของแนวเชื่อมที่กำลังหลอมเหลวไหลย้อยลงมา ซึ่งมีผลต่อการเชื่อมเป็นอย่างมาก เช่น เกิดข้อบกพร่องในรอยเชื่อม และอันตรายจากสะเก็ดไฟจากการเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 1.78

รูปที่ 1.78 แสดงลักษณะท่าเชื่อมท่าเหนือศีรษะ

สรุป

ในงานเชื่อมผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องรู้ชนิดของรอยต่อซึ่งมีอยู่ 5 แบบ คือ รอยต่อชน รอยต่อมุม รอยต่อขอบ รอยต่อเกย และรอยต่อตัวที นอกจากรอยต่อพื้นฐานหมดแล้ว ก็ยังมีรอยเชื่อมร่อง (Groove Weld) รอยเชื่อมฉาก (Fillet Weld) ชนิดของแนวเชื่อม (Type of welds)

ตำแหน่งในการเชื่อมหรือท่าเชื่อมคือตำแหน่งและทิศทางการเชื่อมของแนวเชื่อม ตามมาตรฐานสมาคมอเมริกัน (American Welding Society, (AWS) สามารถแบ่งออกได้เป็น **4** ตำแหน่งคือท่าราบ ท่าระดับ ท่าตั้ง ท่าเหนือศีรษะ

ทุกครั้งผู้ปฏิบัติงานจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมให้พร้อมรวมทั้งต้องศึกษาเทคนิควิธีการเชื่อมให้ถูกต้อง เพราะนอกจากจะป้องกันตนเองให้ปลอดภัยแล้ว ยังทำให้การเชื่อมมีประสิทธิภาพ และประหยัดค่าใช้จ่าย

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย :งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานเชื่อมทับแนวท่าราบ

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	ลวดเชื่อมและมาตรฐานของลวดเชื่อมไฟฟ้า	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา :งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต:** 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานเชื่อมทับแนวท่าราบ **ระดับชั้น**: ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. บอกชนิดของลวดเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง	×						
2. อธิบายลักษณะของลวดเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง		×					
3. บอกหน้าที่ของสารพอกหุ้มหรือฟลักซ์ได้ถูกต้อง	×						
4. อธิบายรายละเอียดลวดเชื่อมไฟฟ้าระบบมาตรฐานของอเมริกา และ มอก.ได้ถูกต้อง		×					
5. ปฏิบัติงานเชื่อมทับแนวท่าราบได้ถูกต้อง					×		
6. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย					×		

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่ 5**
	หน่วยที่ 1งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	**เวลา 4ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100-1004	งานเชื่อมทับแนวท่าราบ	

สาระการเรียนรู้

1.7ลวดเชื่อมและมาตรฐานของลวดเชื่อมไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกชนิดของลวดเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง
2. อธิบายลักษณะของลวดเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง
3. บอกหน้าที่ของสารพอกหุ้มหรือฟลักซ์ได้ถูกต้อง
4. อธิบายรายละเอียดลวดเชื่อมไฟฟ้าระบบมาตรฐานของอเมริกา และ มอก.ได้ถูกต้อง
5. ปฏิบัติงานเชื่อมทับแนวท่าราบได้ถูกต้อง
6. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2.นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน

3.สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน

4.นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

5.ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน

6.ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้เรื่อง 1.7ลวดเชื่อมและมาตรฐานของลวดเชื่อมไฟฟ้า
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติสรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน(ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย(ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2.ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ชื่องาน : งานเชื่อมทับแนวท่าราบ

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษยสัมพันธ์	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**20**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ

	5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน
กิจนิสัย	**พฤติกรรมบ่งชี้** (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 1

งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

สัปดาห์ที่ 5 งานเชื่อมทับแนวท่าราบ

1.7 ลวดเชื่อมและมาตรฐานของลวดเชื่อมไฟฟ้า

1.7.1 ลวดเชื่อมไฟฟ้า(Electrode)

1) ชนิดของลวดเชื่อมไฟฟ้า

การเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้า ลวดเชื่อมไฟฟ้าทำหน้าที่เป็นตัวอาร์กกับโลหะชิ้นงาน ทำให้เกิดความร้อนสูงจนโลหะชิ้นงานเกิดการหลอมละลาย ในขณะเดียวกันลวดเชื่อมก็หลอมละลายและเติมลงบนเนื้อโลหะเชื่อมเมื่อเย็นตัวลงจะแข็งตัวกลายเป็นแนวเชื่อมที่มีความแข็งแรงสูง

ลวดเชื่อมที่ดีจะต้องเป็นโลหะชนิดเดียวกับโลหะงานที่นำมาเชื่อมเพื่อให้ได้แนวเชื่อมที่แข็งแรง เนื้อโลหะรวมตัวเป็นหนึ่งเดียวกันอย่างเหนียวแน่น โดยทั่วไปลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ลวดเชื่อมเปลือย (Bare Electrode)หมายถึง ลวดเชื่อมโลหะเปลือยที่เป็นเส้นลวดที่ไม่มีสารพอกหุ้มนอกจากสารที่เคลือบไว้เพื่อป้องกันสนิม จะใช้ในกระบวนการเชื่อมมิก – แม็ก (Mig – Max)และการเชื่อมทิก(Tig) ดังแสดงในรูปที่1.88

รูปที่ 1.88 แสดงลักษณะลวดเชื่อมเปลือย

2. ลวดเชื่อมที่มีสารพอกหุ้ม (Flux Covered Electrode)หมายถึง ลวดเชื่อมที่มีสารพอกหุ้มไว้รอบแกนลวดเชื่อมเพื่อทำให้การอาร์กสม่ำเสมอ เพิ่มประสิทธิภาพในการเชื่อมและป้องกันแก๊สหรือธาตุต่าง ๆ ในบรรยากาศเข้ามารวมตัวกับแนวเชื่อมดังแสดงในรูปที่1.89

รูปที่ 1.89 แสดงลักษณะลวดเชื่อมที่มีสารพอกหุ้ม

2) ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Covered Electrode)

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. แกนลวดเชื่อม (Core Wire) เป็นโลหะหรือเหล็กมีส่วนผสมของสารเคมีที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดหรือลักษณะการใช้งานของลวดเชื่อม ถ้าเป็นลวดเชื่อมเหล็กเหนียวแกนลวดเชื่อมต้องมีส่วนผสมทางเคมีตรงหรือใกล้เคียงกับเหล็กเหนียวดังแสดงในรูปที่1.90

รูปที่ 1.90 แสดงลักษณะแกนลวดเชื่อม

2. สารพอกหุ้มหรือฟลักซ์ (Flux) สารพอกหุ้มที่ใช้หุ้มแกนลวดประกอบด้วยแร่ธาตุและสารเคมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น ซิลิกอนไดออกไซด์(Silicondioxide)ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanuumdioxide) แมกนีเซียมคาร์บอเนต(Magnesiumcarbonate) เซลลูโลส (Cellulose)เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 1.91

รูปที่ 1.91 แสดงลักษณะของฟลักซ์

หน้าที่ของสารพอกหุ้มหรือฟลักซ์(Flux)

1. ทำหน้าที่การอาร์กสม่ำเสมอการหลอมละลายคงที่และมีคุณภาพ
2. ปกคลุมแนวเชื่อม ป้องกันการรวมตัวของแก๊สออกซิเจนและแก๊สไนโตรเจนในบรรยากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยากับโลหะที่กำลังหลอมละลาย
3. ช่วยเพิ่มธาตุโลหะบางชนิดลงไปในแนวเชื่อม
4. ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีและทางกลให้กับแนวเชื่อม
5. ช่วยปกคลุมแนวเชื่อมเพื่อให้เย็นตัวลงอย่างช้า ๆ
6. ช่วยขจัดสิ่งสกปรกออกจากชิ้นงานบริเวณแนวเชื่อม สิ่งสกปรกจะละลายและลอยขึ้นมารวมตัวกับสแลก

1.7.2 มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้า(Standard of Electrode)

ลวดเชื่อมไฟฟ้าที่มีสารพอกหุ้ม มีหลายประเภทตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน การจำแนกประเภทลวดเชื่อมเพื่อง่ายต่อการเลือกใช้การจำแนกลวดเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้รหัสตัวอักษรผสมตัวเลขมีหลายระบบที่บอกด้วยตัวเลขจะมีมาตรฐาน ดังนี้

1)AWSย่อมากจากAmerican Welding Society มาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา

2) ASTMย่อมาจาก American Society For Testing Materials มาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา

3) JISย่อมาจาก Japan Industrial Standardมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น

4) DINย่อมาจาก Deutsche IndustrialNormมาตรฐานของประเทศเยอรมัน

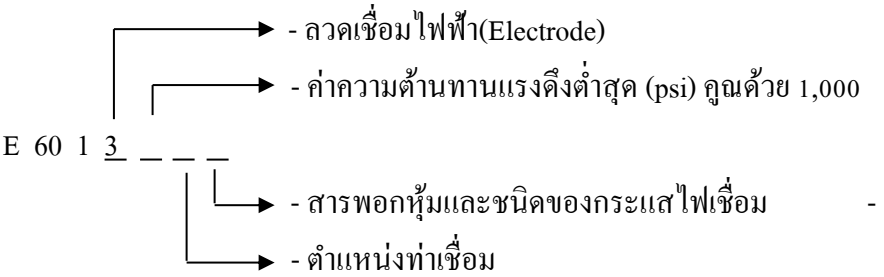
5) ISOย่อมาจาก International Standard Organization เป็นมาตรฐานสากล

6) มอก. ย่อมาจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม เป็นมาตรฐานประเทศไทย

ในที่นี้จะอธิบายรายละเอียดเฉพาะระบบมาตรฐานของอเมริกา โดยสมาคมการเชื่อม AWS (American Welding Society) และระบบมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศไทยหรือ มอก. ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน แสดงตัวอย่างดังต่อไปนี้

มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้ามีสารพอกหุ้มสำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำตามสมาคมเชื่อมสหรัฐอเมริกา หรือAWS (AMERICAN WELDING SOCIETY)

ตัวอย่าง



1. ตัวอักษร Eหมายถึง ลวดเชื่อมไฟฟ้า(Electrode)

2.ตัวเลขสองตัวแรก (60)หมายถึง ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุดมีหน่วยเป็น psi คูณด้วย 1,000 ตัวอย่าง ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด = 60 x 1,000 = 60,000psi(ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

3. ตัวเลขตัวที่ 3 (1)หมายถึง แสดงตำแหน่งท่าเชื่อม มีอยู่ 3 หมายเลขดังนี้

เลข 1 หมายถึง เชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม คือ แนวท่าราบ แนวท่าระดับหรือท่าขนานนอนแนวท่าตั้งและแนวท่าเหนือศีรษะ

เลข 2 หมายถึง เชื่อมได้เฉพาะท่าราบและท่าระดับหรือท่าขนานนอนเท่านั้น

เลข 3 หมายถึง เชื่อมได้เฉพาะท่าราบเท่านั้น

4. ตัวเลขตัวที่ 4 (3) หมายถึง ตัวเลขแสดงถึงระบบของกระแสไฟที่ใช้เชื่อมและชนิดของสารพอกหุ้ม หรือคุณสมบัติเศษของลวดเชื่อม ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 5.3

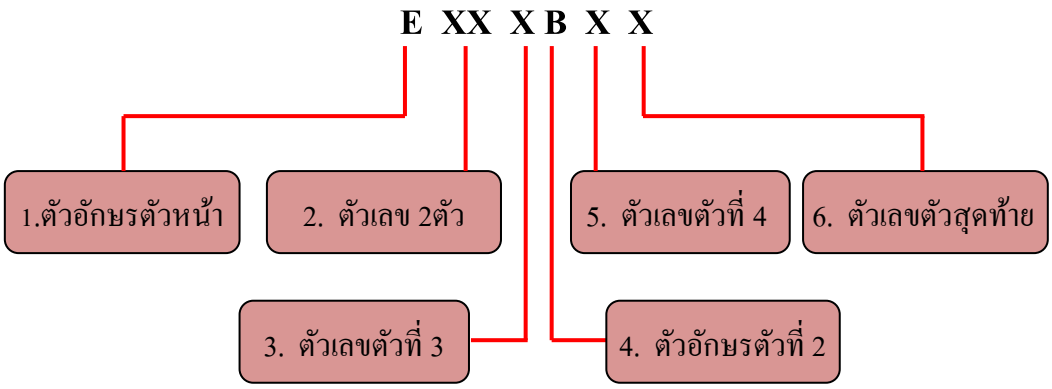
ลวดเชื่อม E6013 หมายความว่า เป็นลวดเชื่อมไฟฟ้าที่มีค่าความต้านทานแรงดึง 60,000psi(ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เชื่อมได้ทุกตำแหน่งท่าเชื่อม ใช้กระแสไฟ ACและ DCEP การอาร์กนิ่มนวลซึมลึกน้อยสารพอกหุ้มชนิดรูไทล์ – โพแทสเซียม

ตารางที่ 1.6 แสดงความหมายต่าง ๆ ของตัวเลขตำแหน่งที่ 4 หรือสุดท้าย

รหัส	ชนิดกระแสไฟ	การอาร์ก	การซึมลึก	สารพอกหุ้ม	ผงเหล็ก
EXX10	DCRP	รุนแรง	มาก	Cellulose-sodium	0-10%
EXXX1	AC& DCRP	รุนแรง	มาก	Sellulose-potassium	0
EXXX2	AC & DCSP	ปานกลาง	ปานกลาง	Rutile-Sodium	0-10%
EXXX3	AC & DCS & R	นิ่ม	น้อย	Rutile-potassium	0-10%
EXXX4	AC & DCS & R	นิ่ม	น้อย	Rutile-rion powder	25-40%
EXXX5	DCRP	ปานกลาง	ปานกลาง	LOW hyd-sodium	0
EXXX6	AC or DCRP	ปานกลาง	ปานกลาง	LOW hyd-potassium	0
EXXX8	AC or DCRP	ปานกลาง	ปานกลาง	LOW hyd-iron powder	25-40%
EXX20	AC or DCS & R	ปานกลาง	ปานกลาง	Ionoxide- sodium	0
EXX24	AC or DCS & R	นิ่ม	น้อย	Rutile-rion powder	50%
EXX27	AC or DCS & R	ปานกลาง	ปานกลาง	Ionoxide-iron powder	50%
EXX28	AC or DCRP	ปานกลาง	ปานกลาง	LOW hyd-iron powder	50%

มาตรฐานลวดเชื่อมมีสารพอกหุ้มใช้เชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำตามมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศไทยหรือ(มอก. 49 – 2538)

ตัวอย่างE 43 2R 13



มีความหมายดังนี้

1. **E** หมายถึง ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
2. **XX** หมายถึง ความต้านทานแรงดึงของเนื้อโลหะเชื่อม
3. **X** หมายถึง ค่าความต้านทานแรงกระแทก, ความยืดหยุ่นของเนื้อโลหะเชื่อม
4. **B** หมายถึง ชนิดของฟลักซ์
5. **X** หมายถึง ตำแหน่งท่าเชื่อม
6. **X** หมายถึง กระแสไฟเชื่อม

ตัวอย่างลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ในกลุ่ม มอก.49 – 2538 ได้แก่

1. ลวดเชื่อมที่มีสารพอกหุ้มประเภทรูไทล์ หนาปานกลาง และเนื้อโลหะเชื่อมมีสมบัติทางกลไม่น้อยกว่าที่กำหนดดังนี้

ความต้านแรงดึง 430 – 510 เมกาปาสกาล

ความยืด 22 %

ความต้านการกระแทก28 จูลา ณ อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

เชื่อมได้ทุกท่าเชื่อมเหมาะกับการเชื่อมด้วยไฟฟ้าใช้กระแสไฟเชื่อม DCEP แรงดันไฟฟ้าต่ำสุด 50 โวลล์ เมื่อวงจรเปิดและใช้ไฟฟ้ากระแสตรงลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก

สำหรับตัวเลขทั้ง 4 กลุ่มนั้น จะแสดงสมบัติต่าง ๆ ของลวดเชื่อมสัญลักษณ์ลวดเชื่อมดังกล่าวจะเป็นดังนี้ E 43 2R 13 และเฉพาะส่วนบังคับจะเป็นดังนี้

ตารางที่ 1.7 แสดงความหมายของตัวเลขคู่แรก

รหัส	ความต้านทานของโลหะเชื่อม	หมายเหตุ
43	430-510 เมกาปาสกาล	สูงกว่าค่าสูงสุดได้ไม่เกิน 40 เมกาปาสกาล
51	510-610 เมกาปาสกาล	

ตารางที่ 1.8 แสดงความหมายของตัวเลขตัวที่ 3

รหัส	% การยืดตัวต่ำสุดที่ L=5d		อุณหภูมิขณะทดสอบแรงกระแทกที่ 28 จูลเป็นองศา C
	E43	E51	
0	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
1	20	18	+20
2	22	18	0
3	24	20	-20
4	24	20	-30
5	24	20	-40

ตารางที่ 1.9 แสดงความหมายของชนิดของฟลักซ์

รหัส	ชนิดของฟลักซ์
A	กรดผสมเหล็กออกไซด์
AR	กรดผสมรูไทล์
B	ด่าง
C	เซลลูโลส
O	ออกซิไดซ์ (ประกอบด้วยเหล็กออกไซด์)
R	รูไทล์ (ผสมเซลลูโลส 15%)
RR	รูไทล์ (ผสมเซลลูโลสไม่เกิน 5%)
S	ประเภทอื่น ๆ

ตารางที่ 1.10 แสดงความหมายของตำแหน่งท่าเชื่อม

รหัส	ตำแหน่งท่าเชื่อม
1	เชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม
2	เชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม ยกเว้นท่าตั้งเชื่อมขึ้น
3	เชื่อมท่าราบและแนวเชื่อมมุมท่าระดับ
4	เชื่อมท่าราบทั้งรอยต่อชนและแนวเชื่อมมุม
5	เชื่อมท่าราบ , ท่าเชื่อมลงและแนวเชื่อมมุมท่าระดับ
9	อื่น ๆ นอกเหนือจากที่ระบุไว้

ตารางที่ 1.11แสดงความหมายตัวเลขตัวที่ 5 กระแสและแรงดันไฟฟ้าที่ใช้

รหัส	ไฟฟ้ากระแสตรง(DC)ลวดเชื่อมเป็นขั้ว	ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)(โวลท์)
0	บวก	ไม่กำหนด
1	บวกหรือลบ	50
2	ลบ	50
3	บวก	50
4	บวกหรือลบ	70
5	ลบ	70
6	บวก	70
7	บวกหรือลบ	90
8	ลบ	90
9	บวก	90

หมายเหตุ 1. ค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดนี้ใช้สำหรับลวดเชื่อม ขนาด **2.6** มม. ถ้าลวดเชื่อม เล็กกว่านี้แรงดันไฟฟ้าต้องสูงกว่านี้

2. สำหรับกระแสตรงไม่กำหนดเพราะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะทางพลศาสตร์ของ เครื่องเชื่อม

1.7.3 การเลือกใช้และการเก็บรักษาลวดเชื่อมไฟฟ้า

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ควรเก็บไว้ในที่แห้งไม่เปียกหรือมีความชื้น ควรแยกชนิด ขนาด ลักษณะการใช้งานให้ชัดเจน ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตของลวดเชื่อม ก่อนนำลวดเชื่อมมาใช้ ควรอบให้แห้งที่อุณหภูมิที่กำหนดไว้ที่ข้างกล่องลวดเชื่อม หรือประมาณ 120 องศาเซลเซียส

ในการอบลวดเชื่อมให้แห้งนั้นจะต้องทำด้วยความระมัดระวังที่เกี่ยวกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ เวลาที่ใช้อบลวดเชื่อมให้แห้ง การใช้อุณหภูมิในการอบที่สูงมากเกินไปอาจทำให้ธาตุต่างๆ ที่ผสมอยู่ในฟลักซ์เปลี่ยนไปเป็นผลทำให้เกิดข้อบกพร่องในแนวเชื่อม และอาจทำให้ความแข็งแรงของเหล็กลดลงไปดังแสดงในรูปที่1.92

รูปที่ 1.92 แสดงตู้อบลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

สรุป

กรรมวิธีการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ มีองค์ประกอบที่สำคัญในการเชื่อม คือ ลวดเชื่อมซึ่งเป็นแท่งโลหะหุ้มไว้ด้วยสารพอกหุ้มหรือฟลักซ์ เพื่อสร้างแก๊สปกคลุมด้วยตัวเอง ทำให้การอาร์กสม่ำเสมอและยังช่วยปรับปรุงคุณภาพของรอยเชื่อมให้ดีขึ้นทางด้านโลหะวิทยา

ลวดเชื่อมที่ดีจะต้องเป็นโลหะชนิดเดียวกับโลหะงานที่นำมาเชื่อมเพื่อให้ได้แนวเชื่อมที่แข็งแรง เนื้อโลหะรวมตัวเป็นหนึ่งเดียวกันอย่างเหนียวแน่น โดยทั่วไปลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Covered Electrode)ลวดเชื่อมที่มีสารพอกหุ้ม (Flux Covered Electrode)

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานเชื่อมรอยต่อตัวทีท่าราบ

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	เทคนิควิธีการเดินแนวและส่ายลวดเชื่อมไฟฟ้า	×				
2	จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา :งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต:** 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานเชื่อมรอยต่อตัวทีท่าราบ **ระดับชั้น**: ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. อธิบายเทคนิควิธีการเดินแนวและส่ายลวดเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง		×					
2. บอกลักษณะจุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง	×						
3. บอกสาเหตุและวิธีการแก้ไขจุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง	×						
4. ปฏิบัติงานเชื่อมต่อตัวทีท่าราบได้ถูกต้อง					×		
5. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย					×		

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 6
	หน่วยที่ 1 งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	**เวลา** 4 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100-1004	งานเชื่อมรอยต่อตัวทีท่าราบ	

สาระการเรียนรู้

1.9 เทคนิควิธีการเดินแนวและส่ายลวดเชื่อมไฟฟ้า

1.10 จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเทคนิควิธีการเดินแนวและส่ายลวดเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง
2. บอกลักษณะจุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง
3. บอกสาเหตุและวิธีการแก้ไขจุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง
4. ปฏิบัติงานเชื่อมต่อตัวทีท่าราบได้ถูกต้อง
5. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดีและปลอดภัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2.นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน

3.สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน

4.นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

5.ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน

6.ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้เรื่อง 1.9 เทคนิควิธีการเดินแนวและส่ายลวดเชื่อมไฟฟ้า
   1.10 จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติสรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน(ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย(ภาคปฏิบัติ)

กณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2.ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ชื่องาน : งานเชื่อมรอยต่อตัวทีท่าราบ

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษยสัมพันธ์	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**<u>20</u>**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

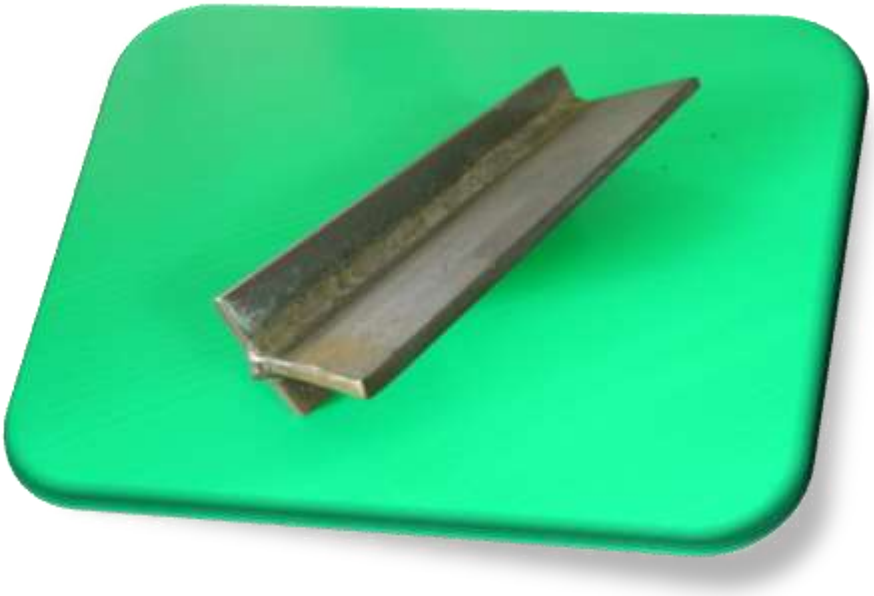
กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ

	5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน
กิจนิสัย	**พฤติกรรมบ่งชี้** (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 1

งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

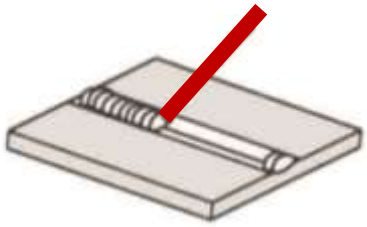
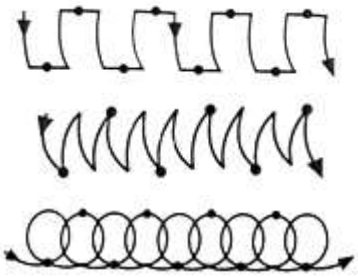
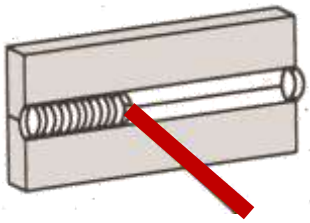
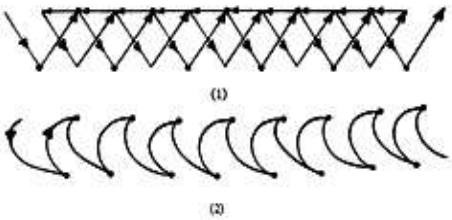
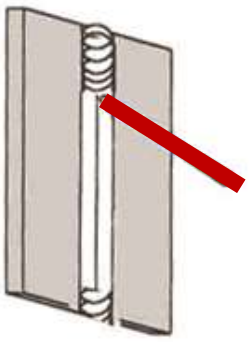
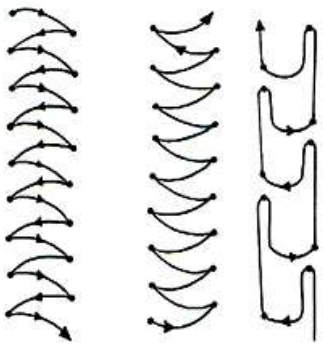
สัปดาห์ที่ 6 งานเชื่อมรอยต่อตัวทีท่าราบ

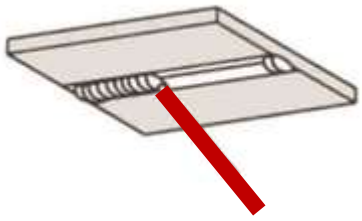


1.9 เทคนิควิธีการเดินแนวและส่ายลวดเชื่อมไฟฟ้า

การเชื่อมไฟฟ้าจะมีเทคนิคที่ช่วยให้แนวเชื่อมมีคุณภาพ เพื่อให้ได้แนวเชื่อมสมบูรณ์และการซึมลึกที่ดี ซึ่งมีเทคนิควิธีการเดินแนวและการส่ายลวดเชื่อมแตกต่างกันออกไป ดังนี้

ตารางที่ 1.12 เทคนิควิธีการเดินแนวและส่ายลวดเชื่อมไฟฟ้าที่เหมาะสมกับท่าเชื่อม

ท่าเชื่อม	ลักษณะชิ้นงาน	วิธีการเดินแนวและการส่ายลวดเชื่อม
ท่าราบ		
ท่าระดับ		
ท่าตั้ง		
ท่าเหนือศีรษะ		

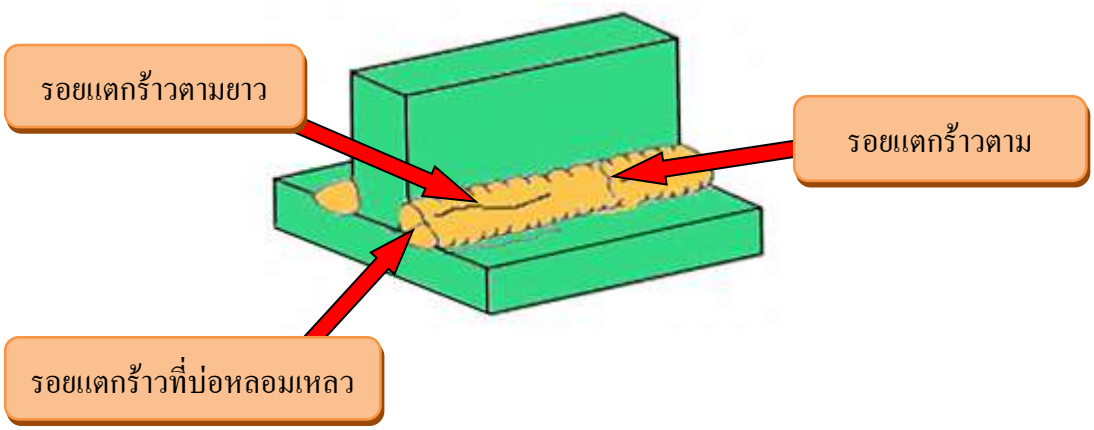
		

1.10 จุดบกพร่องในงานเชื่อมไฟฟ้า(Weld Defects)

จุดบกพร่องของแนวเชื่อมเป็นปัญหาอย่างหนึ่งที่สำคัญมากในขณะทำการเชื่อม ซึ่งเราไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แต่สามารถป้องกันได้ และต้องเรียนรู้ที่จะทำให้สามารถหาวิธีการแก้ไข และระมัดระวังในการปฏิบัติงาน ลักษณะจุดบกพร่องต่อไปนี้จะพบเสมอในรอยต่อของการเชื่อมเหล็กกล้าทั่วไป พร้อมรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในงานเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

1.10.1 การเกิดรอยร้าว(Cracking)

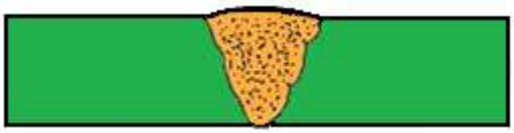
การแตกร้าวแบ่งเป็น การแตกร้าวร้อน(Hot Cracks) และการแตกร้าวเย็น (Cold Cracks) การแตกร้าวร้อนเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูง ปกติเมื่อเป็นของแข็งเกิดขึ้นที่อุณหภูมิใกล้จุดหลอมละลาย การแตกร้าวร้อนจะขยายตัวจากระหว่างเกรน การแตกร้าวเย็นเกิดขึ้นหลังจากเหล็กเย็นตัวแล้ว เรียกว่า Delayed Crack มีสาเหตุจากไฮโดรเจนและความเค้นตกค้างสูงเกินไป ลักษณะการแตกเกิดขึ้นผ่าผ่านเกรนหรือตามเกรนก็ได้ การแตกร้าวแบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ การแตกร้าวตามยาว (Longitudinal Cracks) การแตกร้าวตามขวาง (Transverse Cracks) การแตกร้าวที่บ่อหลอมละลาย (Crater Cracks) ดังแสดงในรูปที่ 1.122



รูปที่ 1.122 แสดงลักษณะการแตกร้าวในรอยเชื่อม

1.10.2 การหลอมเหลวไม่สมบูรณ์(Incomplete Penetration)

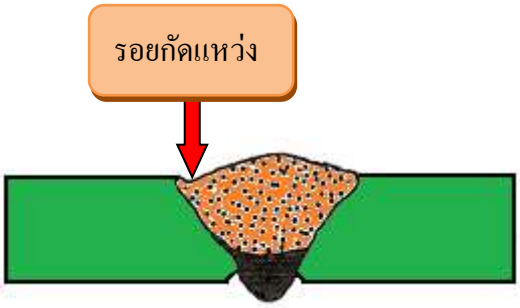
เป็นผลมาจากการเตรียมรอยต่อของโลหะงานไม่ถูกต้องการให้ความร้อนไม่เพียงพอ และใช้เทคนิควิธีการเชื่อมงานไม่ถูกต้องและชิ้นงานมีสิ่งสกปรกติดอยู่บนผิวรอยต่อของโลหะงาน เป็นผลก่อให้เกิดตำหนิชนิดนี้บนผิวโลหะงานได้ดังแสดงในรูปที่ 1.123



รูปที่ 1.123 แสดงลักษณะการหลอมเหลวไม่สมบูรณ์

1.10.3 การเกิดรอยกัดแหว่งขอบแนวเชื่อม(Undercut)

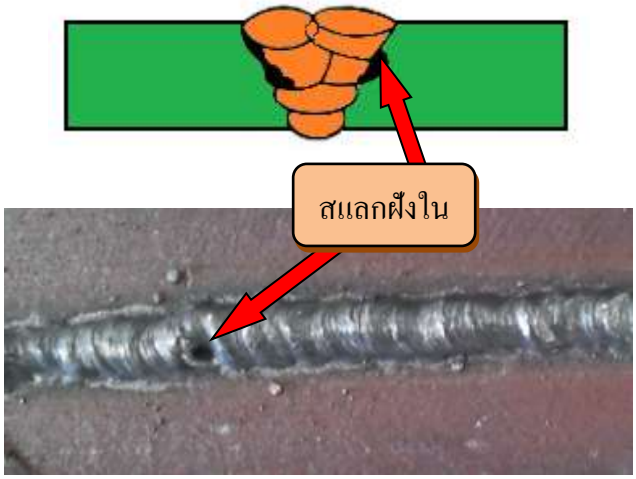
เป็นตำหนิที่ผิวงานเกิดขึ้นระหว่างรอยต่อของแนวเชื่อมกับเนื้องาน มีลักษณะกินลึกเข้าไปในเนื้อโลหะพื้นผิวบริเวณนั้นจะลดลง ตำหนิชนิดนี้เกิดขึ้นเนื่องจากเทคนิคการเชื่อม การเชื่อมด้วยกระแสและระยะอาร์กสูงมีแนวโน้มที่จะเกิดการกัดขอบเพิ่มขึ้น การกัดแหว่งที่เกิดระหว่างชั้นของรอยเชื่อมสามารถแก้ไขโดยการเจียระไนออกแล้วจึงเชื่อมทับ ส่วนที่เกิดจำนวนมากบนผิวไม่สามารถยอมรับได้ เนื่องจากรอยต่อมีความแข็งแรงลดลง โดยเฉพาะเมื่อเกิดความเค้นล้าดังแสดงในรูปที่ 1.124



รูปที่ 1.124 แสดงลักษณะรอยกัดแหว่งขอบแนวเชื่อม

1.10.4 สแลกฝังใน (Slag Inclusion)

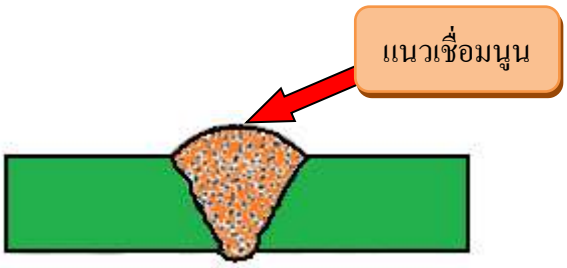
รอยเชื่อมหรือระหว่างเนื้อเชื่อมกับโลหะงานจะเกิดสแลกหลอมเหลวถูกดันลงใต้ผิวโลหะที่หลอมเหลวโดยการกวนจากการอาร์กและสแลกจะไหลล้ำหน้าน้ำโลหะ จึงเป็นสาเหตุให้โลหะเติมทับไปบนสแลก เมื่อเชื่อมทับไปสแลกเหล่านั้นจะไม่สามารถลอยขึ้นมาสู่ด้านบนได้อันเป็นสาเหตุให้เกิดสแลกฝังในได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.125



รูปที่ 1.125 แสดงลักษณะสแลกฝังใน

1.10.5 แนวเชื่อมนูนมากเกินไป

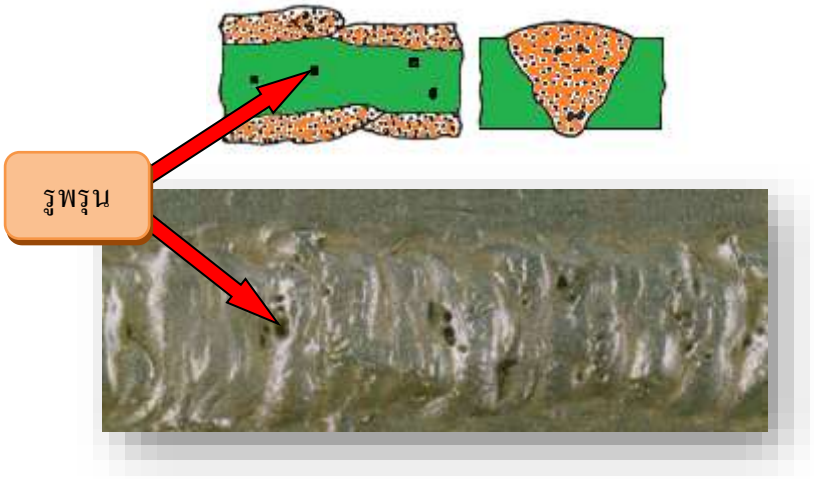
ลักษณะแนวเชื่อมจะนูน สาเหตุมาจากการปรับกระแสไฟที่ต่ำมากเกินไปเคลื่อนที่ลวดเชื่อมช้าใช้ลวดเชื่อมโตเกินไปวิธีการแก้ไขในการเชื่อมต้องปรับกระแสไฟให้เหมาะสมเลือกใช้ลวดเชื่อมที่โตเหมาะสมกับชิ้นงาน เคลื่อนที่ลวดเชื่อมให้พอดีดังแสดงในรูปที่ 1.126



รูปที่ 1.126 แนวเชื่อมนูนมากเกินไป

1.10.6 รูพรุนในรอยเชื่อม(Porosity)

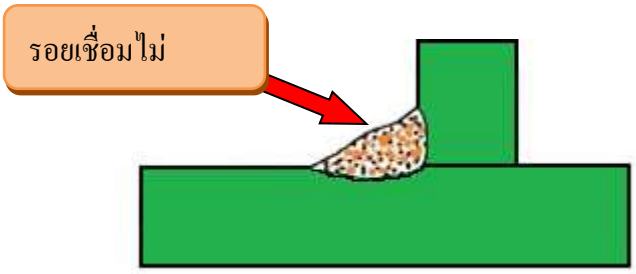
รูพรุนภายในรอยเชื่อมเกิดจากความชื้นและฝุ่นละอองที่เกาะอยู่ตามผิวโลหะงานและลวดเชื่อม รูพรุนมีลักษณะเป็นโพรงแก๊สทรงกลมซึ่งแตกต่างจากสแสกฝังในที่เป็นของแข็งฝังอยู่ภายใน การป้องกันทำได้โดยเลือกใช้วัสดุที่สะอาด และอุปกรณ์ที่อยู่ในสภาพดี ไม่ควรใช้กระแสและระยะอาร์คสูงเกินไป เพราะธาตุจะทำให้ Deoxidizing สูญเสียมากเกินไป จึงมีจำนวนไม่พอที่จะรวมตัวกับแก๊สในรอยเชื่อมขณะเย็นตัว รูพรุนมีลักษณะกระจายแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 1.127



รูปที่ 1.127 แสดงลักษณะรูพรุนในรอยเชื่อมผิวรอยเชื่อม

1.10.7 รอยเชื่อมไม่เท่ากัน

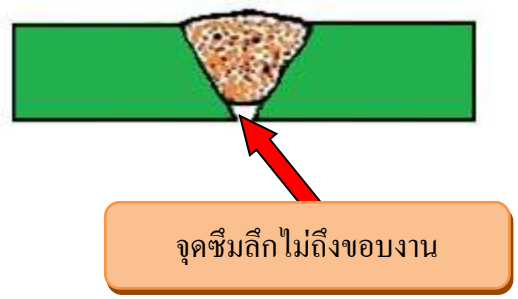
เกิดจากสาเหตุการตั้งมุมลวดเชื่อมผิดขาดการกำหนดขนาดสามารถแก้ไขได้ วิธีแก้ไขมุมลวดปรับให้ถูกต้องเช่น รอยต่อตัวที ลวดเชื่อมต้องทำมุม 45°ดังแสดงในรูปที่ 1.128



รูปที่ 1.128 แสดงลักษณะรอยเชื่อมไม่เท่ากัน

1.10.8 เชื่อมซึมลึกไม่ถึงขอบงานด้านล่าง

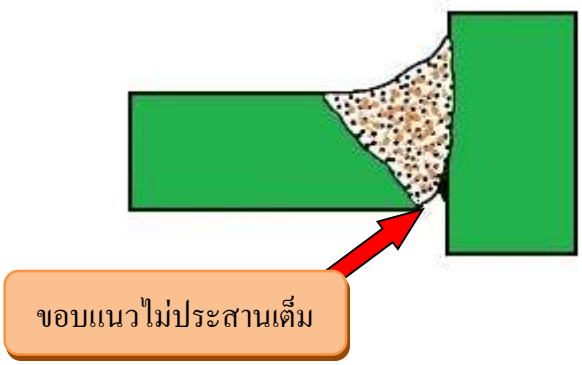
ลักษณะที่ชิ้นงานจะมีรอยซึมลึกไม่ถึงขอบงานด้านล่างมีสาเหตุมาจากการใช้กระแสไฟเชื่อมที่ต่ำเกินไปใช้ลวดเชื่อมโตเกินไปเคลื่อนที่ลวดเชื่อมเร็วชิ้นงานสกปรกและอีกสาเหตุเกิดจากการเว้นช่องรอยต่อของชิ้นงานเชื่อมน้อยเกินไปวิธีการแก้ไขปรับกระแสไฟให้ถูกต้องเคลื่อนลวดเชื่อมให้ช้าลงปรับระยะรอยต่อเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับชิ้นงานและการเตรียมชิ้นงานก่อนการเชื่อมโดยทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่ชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 1.129



รูปที่ 1.129 แสดงลักษณะจุดซึมลึกไม่ถึงขอบงานด้านล่าง

1.10.9 ขอบแนวไม่ประสานเต็มรอย

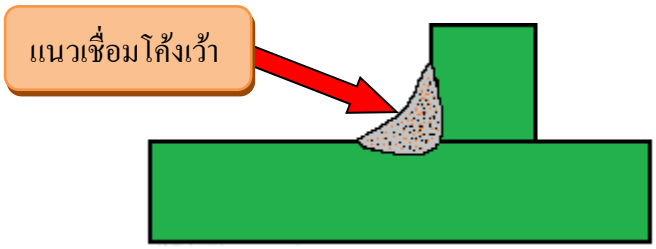
เกิดจากสาเหตุปรับกระแสไฟต่ำเกินไปใช้ลวดเชื่อมโตเกินไปช่องเว้นรอยต่อน้อยไปวิธีแก้ไขปรับกระแสไฟให้ถูกต้องเลือกลวดเชื่อมให้ถูกต้องปรับระยะรอยต่อให้เหมาะสมดังแสดงในรูปที่ 1.130



รูปที่ 1.130 แสดงลักษณะขอบแนวไม่ประสานเต็มรอย

1.10.10แนวเชื่อมโค้งเว้า

แนวเชื่อมมีลักษณะโค้งเว้ายุบต่ำลง เนื่องจากการไหลย้อยของน้ำโลหะที่หลอมเหลวและเป็นสาเหตุของการเคลื่อนลวดเชื่อมด้วยความเร็วมากเกินไป จึงทำให้แนวเชื่อมเกิดการโค้งเว้าหรือแนวเชื่อมไม่เต็มแนว วิธีการแก้ไข เคลื่อนลวดเชื่อมให้ช้าลงดังแสดงในรูปที่ 1.131



รูปที่ 1.131 แสดงลักษณะแนวเชื่อมโค้งเว้า

สรุป

การเชื่อมไฟฟ้าจะมีเทคนิควิธีการเดินแนวและส่ายลวดเชื่อมไฟฟ้าที่เหมาะสมกับท่าเชื่อมที่ช่วยให้แนวเชื่อมมีคุณภาพ เพื่อให้ได้แนวเชื่อมสมบูรณ์และการซึมลึกที่ดี ซึ่งมีเทคนิควิธีการเดินแนวและการส่ายลวดเชื่อมแตกต่างกันออกไป

จุดบกพร่องของแนวเชื่อมเป็นปัญหาอย่างหนึ่งที่สำคัญมากในขณะทำการเชื่อม ซึ่งเราไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แต่สามารถป้องกันได้ และต้องเรียนรู้ที่จะทำให้สามารถหาวิธีการแก้ไข และระมัดระวังในการปฏิบัติงาน ลักษณะจุดบกพร่องจะพบเสมอในรอยต่อของการเชื่อมเหล็กกล้าทั่วไปพร้อมรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในงานเชื่อมไฟฟ้า

หน่วยที่ 2

งานเชื่อมแก๊ส

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย :งานเชื่อมแก๊ส **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส	×				
2	เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส	×				
3	การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส **ระดับชั้น**: ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. บอกวิธีป้องกันอุบัติเหตุในงานเชื่อมแก๊สได้	×						
2. บอกชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สได้	×						
3. บอกหน้าที่ของเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สได้	×						
4. ปฏิบัติงานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊สได้					×		
5. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย					×		

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	เอกสารประกอบการสอน	สัปดาห์ที่ 7
	หน่วยที่ 2 งานเชื่อมแก๊ส	เวลา 2ชั่วโมง
รหัสวิชา 20100-1004	งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส	

สาระสำคัญ

การเชื่อมแก๊ส เป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะแบบหลอมละลายให้โลหะติดกัน ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สอะเซทิลีนกับแก๊สออกซิเจนที่มีอุณหภูมิสูงถึง 6,000 °F (3,316 °C) จะหลอมละลายโลหะให้ติดกันด้วยการเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมก็ได้ แก๊สที่ใช้ในการเชื่อมมีหลายชนิดที่นิยมใช้ คือ แก๊สอะเซทิลีนกับแก๊สออกซิเจนเนื่องจากเมื่อรวมตัวกันแล้วมีคุณสมบัติในการให้ความร้อนสูงสุด

สาระการเรียนรู้

2.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

2.3 การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกวิธีป้องกันอุบัติเหตุในงานเชื่อมแก๊สได้
2. บอกชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สได้
3. บอกหน้าที่ของเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สได้
4. ปฏิบัติงานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊สได้
5. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดีและปลอดภัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2.นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน

3.สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน

4.นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

5.ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน

6.ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

2.ใบความรู้เรื่อง 2.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส

2.3 การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส

3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1.ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติสรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2.ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1.สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)

2.ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน(ภาคทฤษฎี)

3.ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย(ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2.ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมแก๊ส

ชื่องาน: งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษยสัมพันธ์	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**<u>20</u>**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ 5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 2

งานเชื่อมแก๊ส

สัปดาห์ที่ 7 งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส

หน่วยที่ 2
งานเชื่อมแก๊ส

2.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

ในการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส อุบัติเหตุมักเกิดได้บ่อยครั้ง เพื่อให้การปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย จำเป็นที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษาวิธีการปฏิบัติงาน การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สเข้าใจเป็นอย่างดี และปฏิบัติตามกฎของโรงงานอย่างเคร่งครัดและเป็นนิสัยในการทำงาน ข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส ควรปฏิบัติดังนี้

1. การปฏิบัติงานเชื่อมในห้องที่แคบ ๆ จะต้องมีบรรยากาศที่เพียงพอ อย่าให้อับทึบจนระบายอากาศไม่ได้เพราะจะทำให้ไม่มีอากาศหายใจดังแสดงในรูปที่2.1

รูปที่2.1 แสดงพื้นที่ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องมีบรรยากาศที่เพียงพอ

2. อย่าปฏิบัติการเชื่อมใกล้ท่อแก๊ส เพราะความร้อนจากการเชื่อมจะทำให้แก๊สภายในท่อขยายตัวและอาจเกิดการระเบิดได้ อย่างน้อยควรห่าง 5 ฟุตดังแสดงในรูปที่2.2

รูปที่2.2 แสดงการเชื่อมใกล้ท่อแก๊สควรห่าง 5 ฟุต

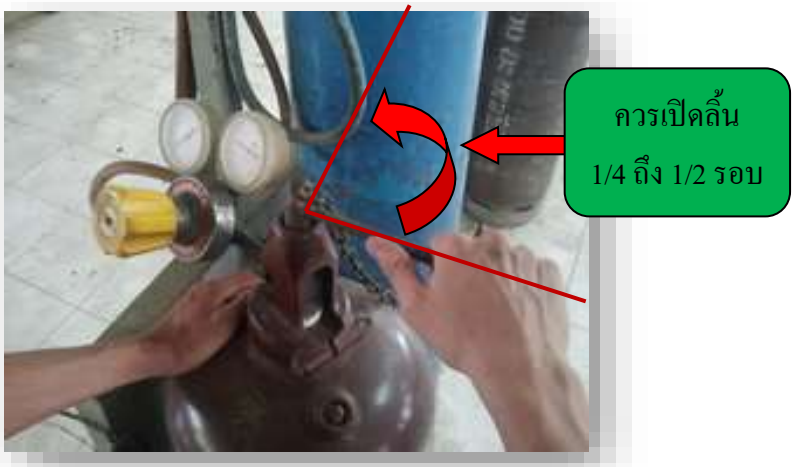
3. บริเวณในโรงงานต้องมีอุปกรณ์ดับเพลิง สามารถหยิบใช้ได้ง่ายเมื่อเกิดเพลิงไหม้และควรตั้งสูงจากพื้นไม่เกิน 1.5 เมตรดังแสดงในรูปที่2.3

รูปที่ 2.3 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงไม่เกิน 1.5 เมตร

4. การปฏิบัติงานเชื่อมแก๊สควรเชื่อมงานบนพื้นอิฐทนความร้อน ไม่ควรงานเชื่อมแก๊สบนพื้นคอนกรีตเพราะคอนกรีตเมื่อถูกความร้อนมาก ๆ จะขยายตัวและระเบิดแตกกระเด็นออกมาเข้าตา ทำให้ตาบอดได้ดังแสดงในรูปที่2.4

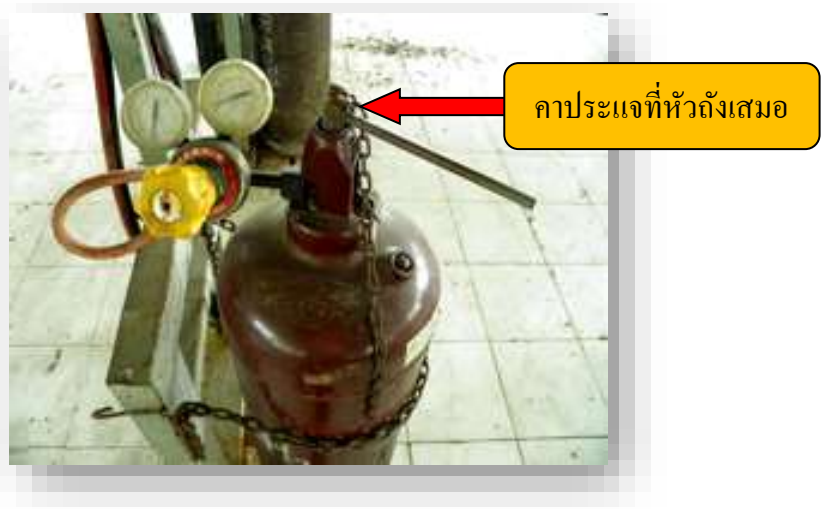
รูปที่ 2.4แสดงการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊สบนพื้นอิฐทนความร้อน

5. ไม่ควรเปิดลิ้นถังแก๊สอะเซทิลีน เกิน 1 รอบ ควรเปิดลิ้น 1/4 -1/2รอบ เพราะถ้าเปิดให้แก๊สอะเซทิลีนไหลออกในปริมาณที่มากอาจเกิดระเบิดได้ ดังแสดงในรูปที่2.5



รูปที่ 2.5แสดงการเปิดลิ้นถังแก๊ส 1/4 -1/2รอบ

6. ต้องคาประแจไว้ที่หัวถังแก๊สเสมอ เพราะถ้าเกิดการลุกไหม้หรือรั่วไหลของแก๊สบริเวณสายเชื่อมจะได้ปิดได้ทันถ่วงทีดังแสดงในรูปที่2.6



รูปที่2.6แสดงการคาประแจไว้ที่หัวถังแก๊สเสมอ

7. ควรจุดไฟด้วยที่จุดไฟเชื่อม (Spark Lighter)อย่าจุดไฟด้วยไม้ขีดไฟหรือไฟแช็คดังแสดงในรูปที่2.7

รูปที่ 2.7แสดงการจุดไฟเชื่อมด้วยที่จุดไฟ (Spark Lighter)

8. ไม่ควรใช้สายเชื่อมพาดลำตัวหรือพาดไหล่ เพราะถ้าแก๊สรั่วอาจจะถูกไฟไหม้ได้ดังแสดงในรูปที่2.8

รูปที่2.8แสดงการไม่ควรใช้สายเชื่อมพาดลำตัว

9. ควรสวมแว่นตากรองแสงทุกครั้งที่ปฏิบัติการเชื่อมแว่นที่เหมาะกับการเชื่อมแก๊สควรเป็นเบอร์ 4 – 5 ดังแสดงในรูปที่2.9

รูปที่ 2.9แสดงการแว่นตากรองแสง

10. สวมเสื้อหนังถุงมือและปลอกแขนทุกครั้งเพื่อป้องกันความร้อนจากการเชื่อมดังแสดงในรูปที่2.10

รูปที่ 2.10แสดงการสวมเสื้อหนังถุงมือและปลอกแขน

11. ห้ามวางหัวเชื่อมแก๊สที่กำลังติดไฟทิ้งไว้ ขณะที่ผู้เชื่อมไปทำธุระอย่างอื่นชั่วขณะดังแสดงในรูปที่2.11

รูปที่ 2.11แสดงการห้ามวางหัวเชื่อมแก๊สที่กำลังติดไฟทิ้งไว้

12. อย่าใช้น้ำมันหรือจาระบีกับอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส เพราะอาจทำให้เกิดการระเบิดได้

13. ก่อนการเชื่อมแก๊สควรตรวจสอบว่าสายเชื่อมอยู่ในสภาพดีหรือไม่ ถ้าสายเชื่อมรั่วประกายไฟจากการเชื่อมอาจกระเด็นลงไปทำให้เกิดการลุกไหม้ได้

14. อย่าหยอกล้อเล่นกันในขณะปฏิบัติการเชื่อม เพราะอาจทำให้เกิดอันตรายได้

15. เมื่อมีการเคลื่อนย้ายถังแก๊ส ควรปิดฝาครอบถังแก๊สเสียก่อนและห้ามกลิ้งแนวนอนกับพื้นดังแสดงในรูปที่2.12

รูปที่ 2.12ควรปิดฝาครอบเมื่อมีการเคลื่อนย้ายถังแก๊ส

16. ถังแก๊สควรมีโซ่คล้องหรือยึดให้แน่นอยู่ตลอดเวลาและอยู่ในตำแหน่งตั้งตรงเพื่อป้องกันถังล้มดังแสดงในรูปที่2.13

รูปที่2.13แสดงถังแก๊สควรมีโซ่คล้องหรือยึดให้แน่นอยู่ตลอดเวลา

17. เมื่อเสร็จการทำงานแล้ว ควรปิดวาล์วถังแก๊สอะเซทิลีน ถังออกซิเจนและเก็บสายเชื่อมแก๊สให้เรียบร้อยและตรวจดูบริเวณรอบ ๆ ว่ามีไฟลุกไหม้อยู่หรือไม่ดังแสดงในรูปที่2.14

รูปที่ 2.14แสดงการเก็บสายเชื่อมแก๊สให้เรียบร้อย

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการงานเชื่อมแก๊ส

อุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส มีดังนี้ดังแสดงในรูปที่2.15

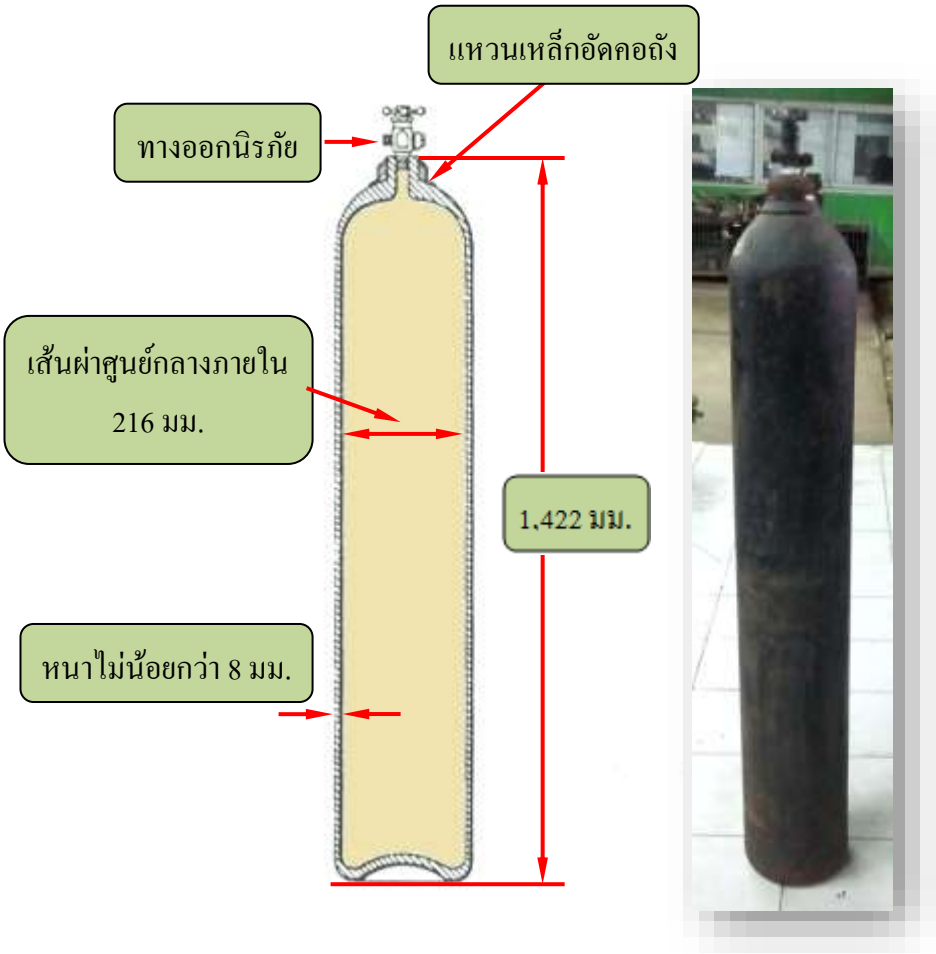
1. ถังบรรจุแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน (Oxygen and Acetylene Cylinder)
2. อุปกรณ์ปรับความดันออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน (Oxygen and Acetylene Regulator)
3. สายเชื่อมและข้อต่อ (Hose and Connection)
4. ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch)
5. หัวทิพ (Tip)
6. เข็มแยงหัวทิพ (Tip Cleaner)
7. ที่จุดเปลวไฟ (Spark Lighter)
8. แว่นตาเชื่อมแก๊ส (Gas Goggles)
9. ประแจ (Wrench)

รูปที่ 2.15 อุปกรณ์เชื่อมแก๊สออกซิเจนกับอะเซทิลีน

2.2.1 ถังบรรจุแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน (Oxygen and Acetylene Cylinder)

1.ถังบรรจุแก๊สออกซิเจน

1) ลักษณะของถังบรรจุแก๊สออกซิเจนเป็นเหล็กคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) เป็นท่อที่ไม่มีตะเข็บหรือรอยแนวเชื่อมเนื่องจากเป็นเหล็กชั้นเดียวกัน ผลิตโดยการปั๊มขึ้นรูปหรืออัดขึ้นรูป หลังจากขึ้นรูปเป็นถังเรียบร้อยแล้ว นำไปอบคืนตัวเพื่อลดความเครียดที่เกิดขึ้นในเนื้อโลหะและให้มีความเหนียวถังบรรจุแก๊สมีความหนาประมาณ 9 มิลลิเมตร มีหลายขนาด สำหรับในประเทศไทยนิยมใช้มีขนาดบรรจุ 220 ลูกบาศก์ฟุต (6 ม.^{3}) การบรรจุออกซิเจนจะอัดด้วยความดันประมาณ 2,200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 70°F (20° C) ถังบรรจุทุกถังต้องผ่านการทดสอบประสิทธิภาพความแข็งแรงของถังโดยการอัดฉีดซึ่งมีแรงดันสูงประมาณ 3,360 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ถังจะต้องทาด้วยสีเขียวหรือสีดำที่คอถัง บริเวณคอถังจะต้องตอกตัวอักษร O_2เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นแก๊สออกซิเจนดังแสดงในรูปที่2.16



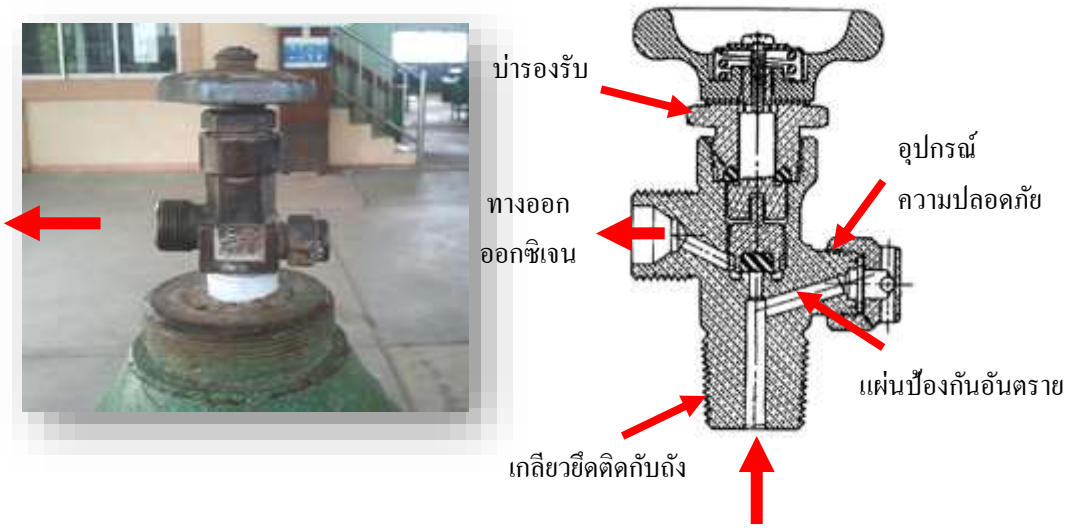
รูปที่2.16แสดงลักษณะถังบรรจุแก๊สออกซิเจน

2) ลิ้นหรือวาล์วถังบรรจุแก๊สออกซิเจน (Valve Oxygen Cylinder) ทำหน้าที่เป็นลิ้นหรือวาล์วปิด – เปิดถังออกซิเจน ให้ออกซิเจนไหลออกจากถังเมื่อต้องการใช้งาน โดยออกแบบไว้เป็นพิเศษให้สามารถทนต่อแรงดันในท่อได้สูง ซึ่งตัวลิ้น ปิด – เปิด ทำด้วยทองเหลืองตีอัดขึ้นรูป สำหรับภายในของลิ้นประกอบด้วย ซีล (Seal) ป้องกันแก๊สรั่ว 2 ชุดกั้นอยู่ รายละเอียดดังนี้

–Main Seating Seal เป็นซีลหลัก ที่ปิด – เปิด แก๊สโดยตรงเมื่อต้องการนำแก๊สออกมาใช้งาน

–Back Seating Seal เป็นซีลหลังที่ป้องกันออกซิเจนรั่วออกตามลิ้น ปิด – เปิด ในขณะทำการเปิดแก๊ส

–Safety Discเป็นแผ่นรองรับแรงดัน แผ่นนี้จะเปิดทางให้แก๊สออกเมื่อเกิดแรงดันภายในถังสูงเกินไป และปล่อยให้ออกซิเจนไหลออกจากถังดังแสดงในรูปที่2.17



รูปที่ 2.17แสดงลักษณะลิ้นและโครงสร้างลิ้นถังแก๊สออกซิเจน

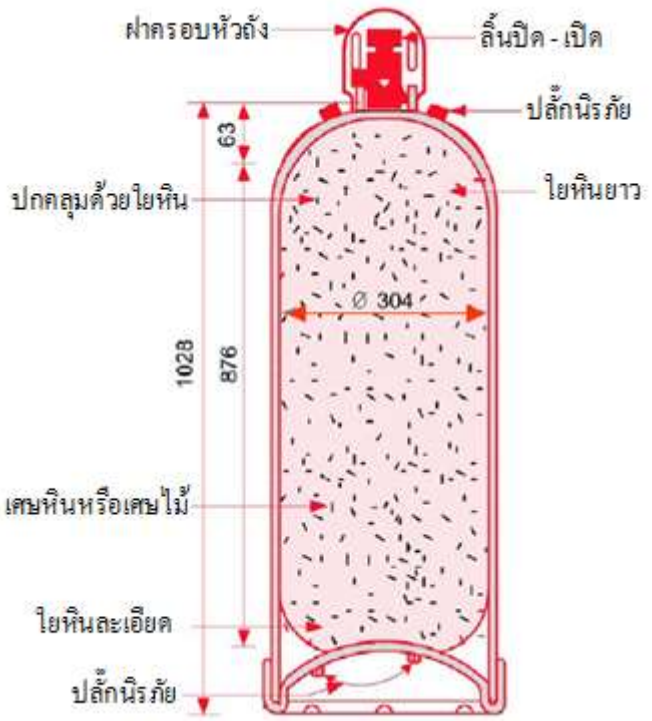
3)ฝาครอบ (Safety Cap) ฝาครอบมีลักษณะเหมือนถ้วยมีเกลียวภายในสำหรับขันยึดกับเกลียวที่คอของถังออกซิเจนและอะเซทิลีน โดยปกติเป็นเกลียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $3\frac{1}{8}$ นิ้ว ระยะฟันเกลียวขนาด 7 หรือ 11 เกลียวนิ้ว ซึ่งมีหน้าที่ป้องกันวาล์วหรือถังชำรุดจากการขนส่งหรืออุบัติเหตุจากการล้ม อาจจะทำให้ออกซิเจนและอะเซทิลีนภายในถังไหลออกมาช่วยเผาไหม้วัสดุข้างเคียวได้ หรืออาจทำให้ถังพุ่งเหมือนจรวดดังแสดงในรูปที่2.18 และ 2.19

รูปที่ 2.18 แสดงลักษณะการใช้งานฝาครอบถังแก๊สอะเซทิลีน

รูปที่ 2.19 แสดงลักษณะการใช้งานฝาครอบถังแก๊สออกซิเจน

2.ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน

ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีนไม่ต้องอัดขึ้นรูปเหมือนกับถังออกซิเจน เนื่องจากถังแก๊สอะเซทิลีนบรรจุแก๊สด้วยความดันที่ต่ำกว่าถังแก๊สออกซิเจน ตัวถังสร้างขึ้นจากการม้วนแผ่นโลหะและเชื่อมประกอบติดกันเป็นถังแก๊ส ภายในถังจะบรรจุไว้ด้วยฟองน้ำเช่น Balsa wood ถ่านหรือแอสเบสทอส เพื่อดูดซับอะซิโตนเหลว ซึ่งอะซิโตนเหลวนี้สามารถดูดซับแก๊สอะเซทิลีนเหมือนกับสำลีดูดซับน้ำ ดังนั้นถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีนสามารถบรรจุแก๊สอะเซทิลีนที่แรงดันสูงถึง 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว บริเวณคอถังจะตอกอักษรคำว่า C_2H_2ทาด้วยสีเหลืองหรือสีน้ำตาล เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นแก๊สอะเซทิลีนดังแสดงในรูปที่2.20



รูปที่ 2.20แสดงลักษณะโครงสร้างและถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน

2.2.2 อุปกรณ์ปรับความดันแก๊ส(Regulators)

เป็นอุปกรณ์ปรับความดันที่สำคัญในงานเชื่อมแก๊ส ประกอบด้วยอุปกรณ์ปรับความดันบอกให้ทราบถึงความดันแก๊สที่มีอยู่ในถังและความดันแก๊สที่นำออกมาใช้งาน อุปกรณ์ปรับความดันแก๊สต้องเลือกใช้ให้ตรงกับชนิดของถังบรรจุแก๊สเพราะไม่สามารถใช้ร่วมกันได้

อุปกรณ์ปรับความดันแก๊สเป็นหัวใจของการเชื่อมและการตัดด้วยแก๊ส มีหน้าที่สำคัญดังนี้

1. ลดความดันจากแหล่งกำเนิดที่สูงให้ต่ำลงเพื่อนำไปใช้งาน
2. สามารถตั้งความดันได้ตามต้องการ
3. ควบคุมอัตราการไหลของแก๊สให้สม่ำเสมอ
4. ป้องกันไฟย้อนกลับเข้าถัง

อุปกรณ์ปรับความดันแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.เกจวัดความดันสูง (High Pressure Gage) ทำหน้าที่บอกความดันภายในถังเพื่อให้ทราบปริมาณแก๊สมีขนาดในถังจำนวนกี่ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เกจวัดความดันสูงของแก๊สออกซิเจนสามารถวัดความดันได้สูงถึง 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้วและเกจวัดความดันสูงของแก๊สอะเซทิลีน สามารถวัดความดันได้สูงถึง 350 ปอนด์ต่อตารางนิ้วดังแสดงในรูปที่2.21

รูปที่2.21 แสดงลักษณะเกจวัดความดันสูง

2. เกจวัดความดันต่ำ (Low Pressure Gage) ทำหน้าที่บอกความดันแก๊สที่จะนำไปใช้งานให้เหมาะสมและสม่ำเสมอ เกจวัดความดันต่ำของแก๊สออกซิเจนสามารถปรับความดันและนำไปใช้งานได้สูงขึ้นถึง 0 – 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และจะปรับใช้งานที่ความดัน 25 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สำหรับเกจวัดความต่ำของแก๊สอะเซทิลีนสามารถปรับความดันและนำไปใช้งานที่ความดัน 0 – 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้วและโดยทั่วไปจะปรับใช้งานที่ความดันไม่เกิน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ดังแสดงในรูปที่2.22

รูปที่ 2.22 แสดงลักษณะเกจวัดความดันต่ำ

2.2.3 สายเชื่อมและข้อต่อ (Hoses and Connector)

1.สายเชื่อมแก๊ส มีหน้าที่เป็นตัวส่งผ่านแก๊สจากอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สไปยังทอร์ชเชื่อม มีทั้งสายแก๊สออกซิเจนและสายแก๊สอะเซทิลีน เนื่องจากแก๊สที่ส่งมาตามสายยางมีความดันสูงเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและเกิดประสิทธิภาพในการทำงานสายยางที่นำมาใช้งานต้องมีคุณสมบัติที่ดีดังนี้

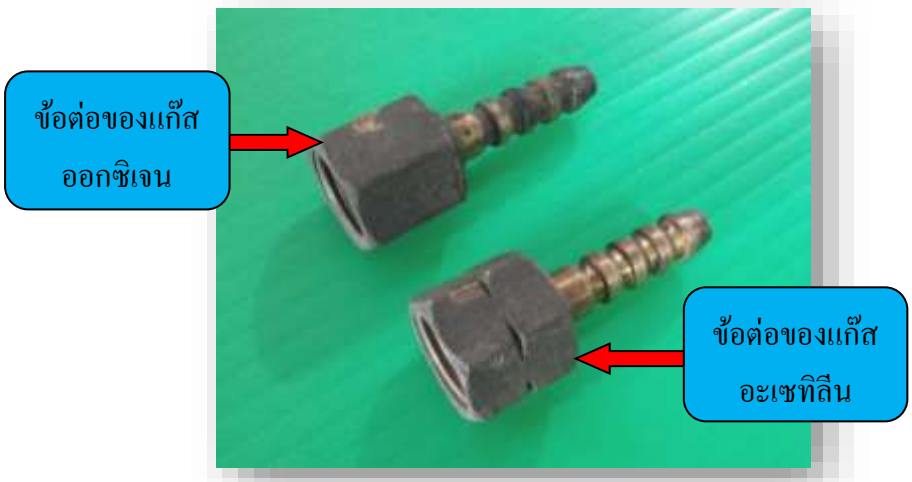
1. ทนต่อแรงดันได้
2. ไม่ทำปฏิกิริยากับแก๊สที่นำส่ง
3. มีความอ่อนตัวที่ดี เพื่อให้ง่ายต่อการทำงาน
4. ทนต่อการเผาไหม้ได้ดี

สายยางที่ใช้โดยทั่วไปมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบสายเดี่ยวและสายคู่ มีอยู่หลายสีขึ้นกับบริษัทที่ผลิต แต่ละสีจะใช้งานต่างกัน คือ สีน้ำเงิน สีดำและสีเขียวใช้กับแก๊สออกซิเจนข้อต่อทั้งหมดเป็นเกลียวขวา ส่วนสายยางเชื่อมสีแดงใช้กับแก๊สอะเซทิลีน และข้อต่อเป็นเกลียวซ้าย

ทั้งหมดสายยางเชื่อมมีหลายขนาดจะวัดที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของรูตั้งแต่ 4.6 มม., 6 มม., 7.8 มม.,12.5 มม. ส่วนความยาวของสายยางสามารถตัดแบ่งได้ตามความต้องการของผู้ใช้เองดังแสดงในรูปที่2.23

รูปที่ 2.23แสดงลักษณะสายยางเชื่อมแก๊ส

2. ข้อต่อ ทำจากวัสดุที่เป็นโลหะทองเหลือง ใช้สำหรับต่อเข้าไปในสายเชื่อมและยึดด้วยเข็มขัดรัดสายให้แน่น โดยข้อต่อของแก๊สออกซิเจนเป็นเกลียวขวาและข้อต่อของแก๊สอะเซทิลีนเป็นเกลียวซ้ายดังแสดงในรูปที่2.24



รูปที่ 2.24 แสดงภาพของข้อต่อออกซิเจนกับอะเซทิลีน

2.2.4ทอร์ชเชื่อม (Welding Torch)

ทอร์ชเชื่อม เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รวมแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน เป็นตัวควบคุมความดันและปริมาณของแก๊สที่เข้าสู่ภายในห้องผสมแก๊สแล้วออกไปสู่หัวทิพ ทอร์ชเชื่อมมีส่วนประกอบใหญ่ ๆ ดังนี้

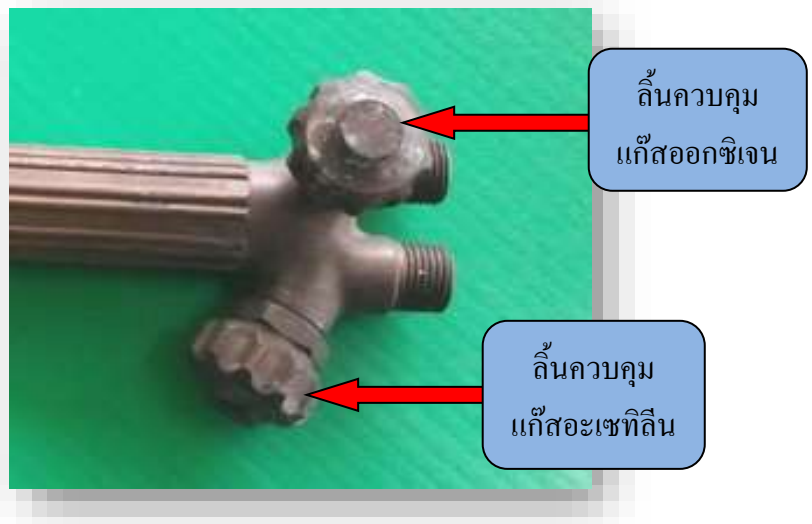
1. ตัวทอร์ชเชื่อม (Torch Body) มีลักษณะเป็นท่อกลมกลวงมีท่อแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนอยู่ภายใน มีการออกแบบขนาดให้พอเหมาะสำหรับจับเชื่อมดังแสดงในรูปที่2.25

รูปที่ 2.25แสดงลักษณะตัวทอร์ชเชื่อม

2. ห้องผสมแก๊ส (Mixing Chamber) จะเป็นห้องผสมแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน ให้รวมตัวกันแล้วแก๊สก็จะไหลไปที่หัวทิพ เพื่อจุดเป็นเปลวไฟแล้วนำไปใช้งานตามที่ต้องการดังแสดงในรูปที่2.26

รูปที่ 2.26แสดงห้องผสมแก๊ส

3. ลิ้นควบคุมการไหล (Control Valves) ที่ตัวทอร์ชเชื่อมจะมีลิ้นควบคุมการไหลของแก๊ส 2 ตัว เป็นลิ้นที่ใช้ควบคุมแก๊สออกซิเจน ซึ่งต่อประกอบไว้กับตัวทอร์ชเชื่อมที่มีตัวอักษรว่า OXY แสดงให้รู้ว่าเป็นแก๊สออกซิเจนและเกลียวต่อเป็นเกลียวขวา ส่วนอีกตัวหนึ่งใช้กับแก๊สอะเซทิลีน ซึ่งต่อประกอบไว้กับตัวทอร์ชเชื่อมที่เขียนตัวอักษรว่าACET แสดงให้รู้ว่าเป็นแก๊สอะเซทิลีนและเกลียวต่อเป็นเกลียวซ้ายดังแสดงในรูปที่2.27 และ 2.28



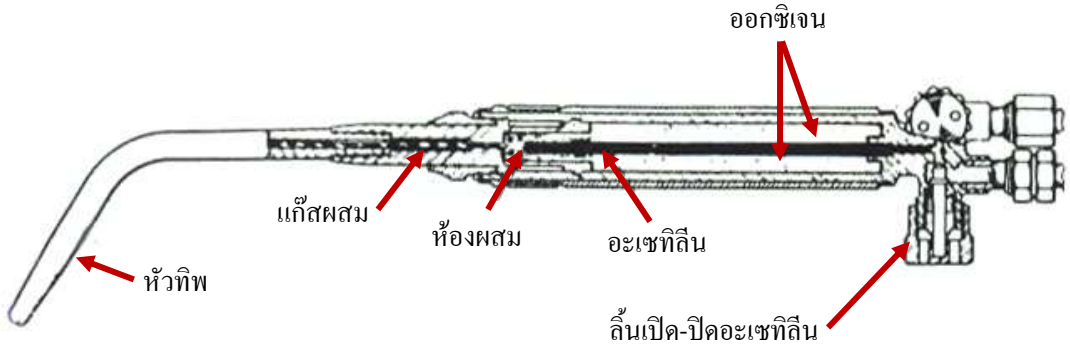
รูปที่ 2.27แสดงลิ้นควบคุมการไหล

รูปที่ 2.28 แสดงลักษณะหัวของทอร์ชเชื่อมแก๊ส

ทอร์ชเชื่อมแก๊สแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะแรงดันของแก๊สอะเซทิลีนเนื่องจากแก๊สอะเซทิลีนที่ใช้กันอยู่ทั้งชนิดบรรจุถังสำเร็จรูปที่มีความดันสูง ทำให้สามารถควบคุมแรงดันในการนำออกมาใช้งานได้ดี และยังสะดวกต่อการใช้งาน ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นแบบที่เตรียมขึ้นเองโดยการนำแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมกับน้ำในเครื่องกำเนิดแก๊ส

1. แบบความดันสมดุล (Equal – pressure Type)

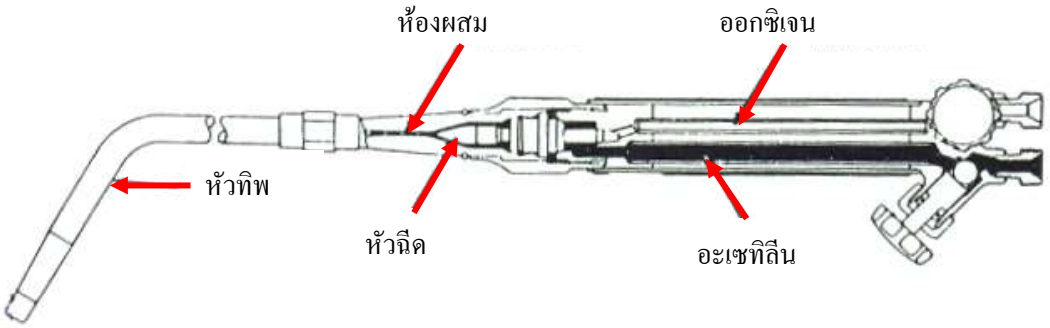
หัวเชื่อมแบบความดันสมดุล ใช้กับแก๊สอะเซทิลีนแบบบรรจุถังสำเร็จซึ่งให้ความดันของแก๊สสูงกว่าชนิดเครื่องกำเนิดจากแคลเซียมคาร์ไบด์ ทอร์ชเชื่อมชนิดนี้ต้องใช้ความดันของแก๊สสูงกว่าชนิดเครื่องกำเนิดจากแคลเซียมคาร์ไบด์ โดยที่ทอร์ชเชื่อมชนิดนี้ต้องใช้ความดันของแก๊สสูงพอที่จะดันเข้าไปยังห้องผสม สำหรับความดันของแก๊สโดยทั่วไปแล้วอยู่ระหว่าง 1 – 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หัวเชื่อมชนิดนี้บางทีเรียกว่าBalanced Pressureความดันของแก๊สอะเซทิลีนและของแก๊สออกซิเจนโดยปกติแล้วจะใช้เท่ากันดังแสดงในรูปที่2.29



รูปที่ 2.29 แสดงภาพตัดของกระบอกเชื่อมแบบความดันสมดุล

2. แบบหัวฉีด (Injector – Type)

ทอร์ชเชื่อมแบบหัวฉีดหรือหนึ่งเรียกอีกชื่อว่า Low – Pressure Type ซึ่งเป็นทอร์ช เชื่อมที่ใช้ความดันของแก๊สอะเซทิลีนต่ำโดยเฉพาะแก๊สอะเซทิลีนที่ได้จากเครื่องกำเนิดแก๊สและยังสามารถใช้กับชนิดบรรจุถังสำเร็จได้อีกด้วย ทอร์ชเชื่อมแบบหัวฉีดมีโครงสร้างภายในแตกต่างจากทอร์ชเชื่อมแบบความดันสมดุล คือ ด้านในมีท่อทางเดินของแก๊สออกซิเจนอยู่กลางและล้อมรอบด้วยแก๊สอะเซทิลีน โดยที่ท่อออกซิเจนจะมีความดันสูงกว่าที่ใช้กับทอร์ชเชื่อมแบบความดันสมดุล และแก๊สออกซิเจนที่มีความดันสูงจะผ่านหัวฉีดเข้าไปยังห้องผสม พร้อมกับดึงแก๊สอะเซทิลีนที่ความดันต่ำเข้าไปยังห้องผสมดังแสดงในรูปที่2.30



รูปที่2.30 แสดงภาพตัดของหัวเชื่อมแบบหัวฉีด

2.2.5 หัวทิพ (Welding Tip)

หัวทิพ เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบเข้ากับทอร์ชเชื่อม เป็นทางผ่านให้แก๊สที่ผ่านการผสมตามอัตราส่วนไหลออกมาที่ปลายหัวทิพและเผาไหม้เป็นเปลวไฟตามต้องการหัวทิพทำด้วยทองแดง จะมีหลายขนาดให้เลือกใช้ตามความหนาของชิ้นงาน ถ้าเป็นงานบางใช้ความร้อนน้อยควรเลือกใช้หัวทิพที่มีรูขนาดเล็ก ส่วนชิ้นงานที่มีความหนาต้องการใช้ปริมาณความร้อนมากก็ควรเลือกใช้หัวทิพที่มีรูขนาดใหญ่ให้พอเหมาะกับความหนาของงานดังแสดงในรูปที่2.31

รูปที่ 2.31 แสดงลักษณะหัวทิพ

2.2.6เข็มแยงหัวทิพ (Tip Cleaner)

ในขณะที่ทำการเชื่อมแก๊สจะเกิดมีเม็ดโลหะเล็ก ๆ กระเด็นมากบริเวณภายในรูและปากรูของหัวทิพทำให้การไหลของแก๊สไม่สะดวก จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ทำความสะอาดภายใน หัวทิพ โดยใช้อุปกรณ์ซึ่งมีลักษณะคล้ายเส้นลวดและมีคมคล้ายตะไบเรียกว่าเข็มแยง มีหลายขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดของรูหัวทิพดังแสดงในรูปที่2.32 และ 2.33

รูปที่ 2.32 แสดงลักษณะเข็มแยง

รูปที่2.33แสดงลักษณะการใช้งานของเข็มแยง

2.2.7ที่จุดไฟ(Spark Lighter)

ในการจุดเปลวไฟเชื่อมที่ปลายของหัวทิพ ควรใช้ที่จุดไฟซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับจุดเปลวไฟไม่ควรใช้ไม้ขีดไฟ ไฟแช็คหรือจุดจากหัวเชื่อมอื่นเพราะเปลวไฟที่จุดอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้จุดได้ดังแสดงในรูปที่2.34 และ 2.35

รูปที่2.34แสดงลักษณะที่จุดไฟ

รูปที่2.35แสดงลักษณะการใช้งานที่จุดไฟ

2.2.8แว่นตาเชื่อมแก๊ส(Gas Goggles)

แว่นตาเชื่อมแก๊ส เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันสะเก็ดไฟเชื่อม รังสีอุลตราไวโอเลตจากการเชื่อมและกรองแสงสว่างอันเกิดจากเนื้อโลหะหลอมละลายและแสงจากเปลวไฟเชื่อมเพื่อป้องกันสายตา ขณะปฏิบัติการเชื่อมทุกครั้งต้องสวมแว่นตาป้องกัน การเลือกเลนส์หรือกระจกกรองแสงควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน เช่น การเชื่อมเหล็กบางควรใช้เลนส์กรองแสงเบอร์4 – 5 สำหรับงานตัดแก๊สควรใช้เลนส์กรองแสงเบอร์ 6 – 8 ดังแสดงในรูปที่2.36

รูปที่ 2.36 แสดงลักษณะแว่นตาเชื่อม

2.2.9 ประแจ (Wrench)

ประแจเป็นอุปกรณ์ชนิดพิเศษผลิตขึ้นเพื่อใช้งานในการเชื่อมแก๊ส มีขนาดเหมาะสมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในงานเชื่อมแก๊สมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันไปแล้วแต่บริษัทผู้ผลิตดังแสดงในรูปที่2.37

รูปที่ 2.37 แสดงลักษณะประแจเปิด-ปิดหัวถังแก๊สอะเซทิลีน

2.3 การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส

การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส ผู้ปฏิบัติต้องตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ต้องศึกษาขั้นตอนและวิธีการประกอบและติดตั้งให้ถูกต้อง ขั้นตอนประกอบและติดตั้งมีดังนี้

1. นำถังแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจนที่บรรจุเต็มถังวางแล้วรัดด้วยโซ่ให้แน่นดังแสดงในรูปที่2.38

รูปที่ 2.38แสดงการวางถังแก๊สแล้วรัดด้วยโซ่ให้แน่น

2. ถอดฝาครอบหัวถังของแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจนออกแล้วเก็บไว้ให้เรียบร้อยดังแสดงในรูปที่2.39

รูปที่ 2.39แสดงการถอดฝาครอบหัวถังแก๊ส

3. เปิดวาล์วที่หัวถังแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีนให้ไหลออกมาเล็กน้อยเพื่อเป่าไล่สิ่งสกปรกออกจากรูทางไหลออกของแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีนแล้วปิดวาล์วให้เรียบร้อยดังแสดงในรูปที่2.40

รูปที่ 2.40แสดงการเปิดวาล์วที่หัวถังแก๊สออกซิเจนให้ไหลออกมาเล็กน้อย

4. ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สออกซิเจนด้วยประแจแล้วขันให้แน่นดังแสดงในรูปที่2.41

รูปที่ 2.41แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สออกซิเจน

5. ต่อสายเชื่อมเข้ากับอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สออกซิเจนดังแสดงในรูปที่2.42

รูปที่ 2.42แสดงต่อสายเชื่อมกับอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สออกซิเจน

6. ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สอะเซทิลีนด้วยประแจแล้วขันให้แน่นดังแสดงในรูปที่2.43

รูปที่ 2.43แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สอะเซทิลีน

7. ต่อสายเชื่อมเข้ากับอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สอะเซทิลีนดังแสดงในรูปที่2.44

รูปที่ 2.44แสดงการต่อสายเชื่อมกับอุปกรณ์ปรับความดันแก๊สอะเซทิลีน

8. ประกอบสายเชื่อมเข้ากับหัวเชื่อม (Torch) ซึ่งต่อเข้ากับหัวทิพแล้วดังแสดงในรูปที่2.45

รูปที่ 2.45แสดงการประกอบสายเชื่อมเข้ากับหัวเชื่อม

9. เปิดวาล์วที่ถังแก๊สออกซิเจนโดยหมุนให้สุดเกลียวดังแสดงในรูปที่2.46

รูปที่ 2.46แสดงการเปิดวาล์วที่ถังแก๊สออกซิเจน

10. เปิดวาล์วที่ถังแก๊สอะเซทิลีนโดยปกติจะเปิดหรือหมุนวาล์วเพียง ¼ - ½ รอบดังแสดงในรูปที่2.47

รูปที่ 2.47แสดงการเปิดวาล์วที่ถังแก๊สอะเซทิลีน

11. หมุนปรับความดันแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจน ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา จนกระทั่งเข็มวัดความดันกระดิกขึ้นและให้แก๊สไหลผ่านสายแก๊สดังแสดงในรูปที่2.48 และ 2.49

รูปที่ 2.48แสดงการหมุนปรับความดันแก๊สอะเซทิลีน

รูปที่ 2.49แสดงการหมุนปรับความดันแก๊สออกซิเจน

12. ตรวจสอบรอยรั่วทุกข้อต่อด้วยน้ำสบู่ถ้าเกิดฟองสบู่ปูดขึ้น แสดงว่าเกิดการรั่วไหลของแก๊สต้องแก้ไขโดยขันตัวต่อให้แน่นดังแสดงในรูปที่2.50

รูปที่ 2.50แสดงการตรวจสอบรอยรั่วทุกข้อต่อด้วยน้ำสบู่

สรุป

ในการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส เพื่อให้การปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย ผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษาวิธีการปฏิบัติงานการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส และปฏิบัติตามกฎของโรงงานอย่างเคร่งครัดและเป็นนิสัยในการทำงาน

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส ได้แก่ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีนและถังออกซิเจน อุปกรณ์ปรับความดัน สายเชื่อม และหัวเชื่อมการประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊ส ผู้ปฏิบัติต้องตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ต้องศึกษาขั้นตอนและวิธีการประกอบและติดตั้งให้ถูกต้อง

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมแก๊ส **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานปรับเปลวไฟเชื่อมแก๊ส

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	ความหมายของการเชื่อมแก๊ส	×				
2	ชนิดของเปลวไฟที่ใช้เชื่อมแก๊ส	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานปรับเปลวไฟเชื่อมแก๊ส **ระดับชั้น** : ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. บอกความหมายของการเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง	×						
2. บอกชนิดของเปลวไฟต่าง ๆ ในงานเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง	×						
3. บอกชนิดของแก๊สเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง	×						
4. ปฏิบัติงานปรับเปลวไฟเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง					×		
5. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย					×		

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 8
	หน่วยที่ 2 งานเชื่อมแก๊ส	**เวลา** 4 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100 -1004	งานปรับเปลวไฟเชื่อมแก๊ส	

สาระการเรียนรู้

2.4 ความหมายของการเชื่อมแก๊ส

2.5 ชนิดของเปลวไฟที่ใช้เชื่อมแก๊ส

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของการเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง
2. บอกชนิดของเปลวไฟต่าง ๆ ในงานเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง
3. บอกชนิดของแก๊สเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง
4. ปฏิบัติงานปรับเปลวไฟเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง
5. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน
3. สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน
4. นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้เรื่อง 2.4 ความหมายของการเชื่อมแก๊ส
   2.5 ชนิดของเปลวไฟที่ใช้เชื่อมแก๊ส
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติ สรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน (ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย (ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2. ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วยที่ 2 : งานเชื่อมแก๊ส

ชื่องาน : งานปรับเปลวไฟเชื่อมแก๊ส

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษย์สัมพันธ์ดี	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**<u>20</u>**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ 5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

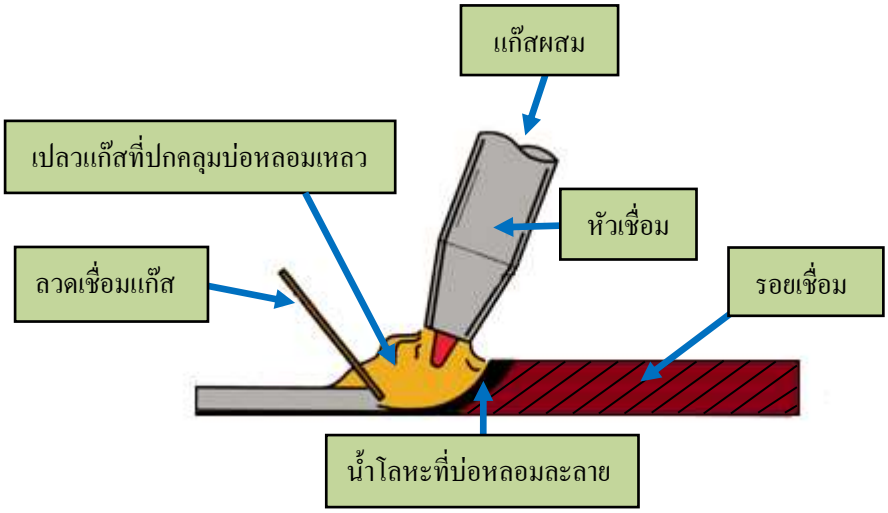
หน่วยที่ 2

งานเชื่อมแก๊ส

สัปดาห์ที่ 8 งานปรับเปลวไฟเชื่อมแก๊ส

2.4 ความหมายของการเชื่อมแก๊ส

การเชื่อมแก๊ส (Gas welding) หมายถึง การเชื่อมโลหะแบบหลอมเหลวโดยใช้ความร้อนจากเปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงจะหลอมเหลวโลหะชิ้นงานให้ติดกัน โดยการใช้ลวดเชื่อมเติมเป็นตัวประสาน หรือไม่ใช้ลวดเชื่อมก็ได้ โดยทั่วไปงานเชื่อมแก๊สจะนิยมใช้แก๊สอะเซทีลีนเป็นแก๊สเชื้อเพลิง เรียกว่า การเชื่อมออกซิ-อะเซทีลีน (Oxyacetylene welding) เนื่องจากเป็นเปลวไฟที่ให้อุณหภูมิสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงชนิดต่างๆกับแก๊สออกซิเจนแล้วจะให้ความร้อนสูงประมาณ 6,000 °F (3,316 °C) ดังแสดงในรูปที่ 2.64



รูปที่ 2.64 แสดงการเชื่อมแก๊ส

ชนิดของแก๊สเชื่อมที่นำมาใช้ในการเชื่อมมีอยู่หลายชนิด จะมีค่าความร้อนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับส่วนผสมระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับแก๊สออกซิเจน ซึ่งเหมาะแก่การเชื่อมเหล็กและโลหะผสมต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของแก๊สเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

ชนิดของแก๊สเชื้อเพลิง	ความร้อนสูงสุดโดยประมาณ
ออกซิเจน + อะเซทิลีน	6,000° F หรือ 3,316° C
ออกซิเจน + โปรเพน	4,600° F หรือ 2,500° C
ออกซิเจน + ไฮโดรเจน	4,300° F หรือ 2,400° C
อากาศ + อะเซทิลีน	4,500° F หรือ 2,500° C
อากาศ + โปรเพน	3,200° F หรือ 1,750° C

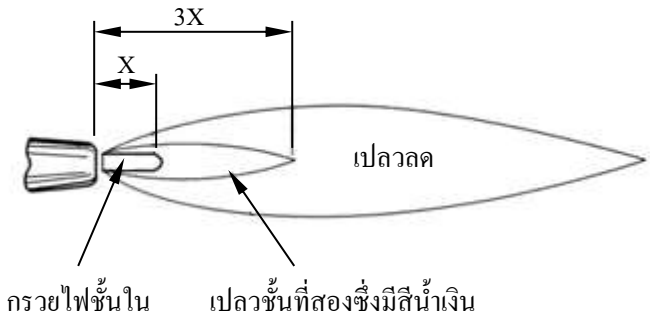
2.5 ชนิดของเปลวไฟ

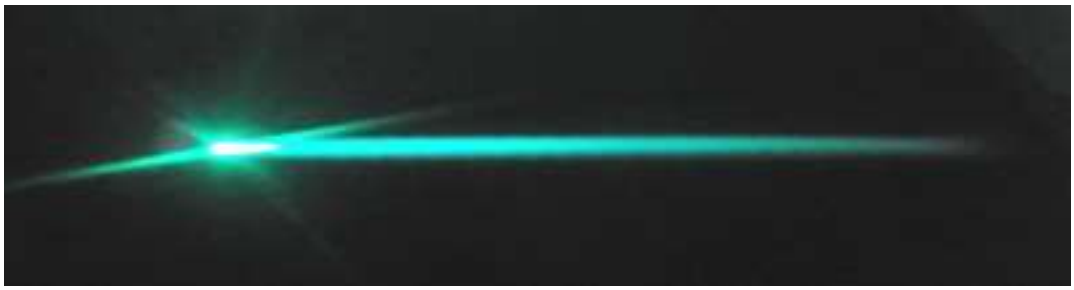
การเชื่อมแก๊สในปัจจุบันที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปคือใช้เปลวไฟจากแก๊สอะเซทิลีนเผาไหม้ซึ่งให้อุณหภูมิสูงถึง 6,000°F (3,316°C) ซึ่งเปลวไฟแก๊สอะเซทิลีนแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. เปลวคาร์บูไรซิง (Carburizing Flame)
2. เปลวนิวทรัล (Neutral Flame)
3. เปลวออกซิไดซิง (Oxidizing Flame)

2.5.1 เปลวคาร์บูไรซิง (Carburizing Flame)

เป็นเปลวที่เกิดขึ้นจากการจุดแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจนผสมกัน เป็นเปลวที่มีปริมาณแก๊สอะเซทิลีนมากกว่าแก๊สออกซิเจน ลักษณะเปลวเป็นกรวยไฟ 3 ชั้น เปลวไฟชั้นนอกมีลักษณะเป็นเปลวยาวสีส้มอ่อน ล้อมเปลวชั้นในและเปลวชั้นที่สองซึ่งมีสีน้ำเงิน เปลวไฟนี้มีความร้อนประมาณ 5,700° F (3,150° C) เป็นเปลวไฟที่ไม่เหมาะแก่การเชื่อมโลหะ เพราะจะเป็นการเติมคาร์บอนที่ผิวโลหะทำให้แนวเชื่อมเปราะ แต่เหมาะสำหรับงานเชื่อมที่ต้องการเติมคาร์บอนที่ผิวโลหะ ที่ต้องใช้อุณหภูมิหลอมละลายไม่มากนัก เช่น อลูมิเนียม แมกนีเซียม และการแล่นประสาน (Brazing) ดังแสดงในรูปที่ 2.65

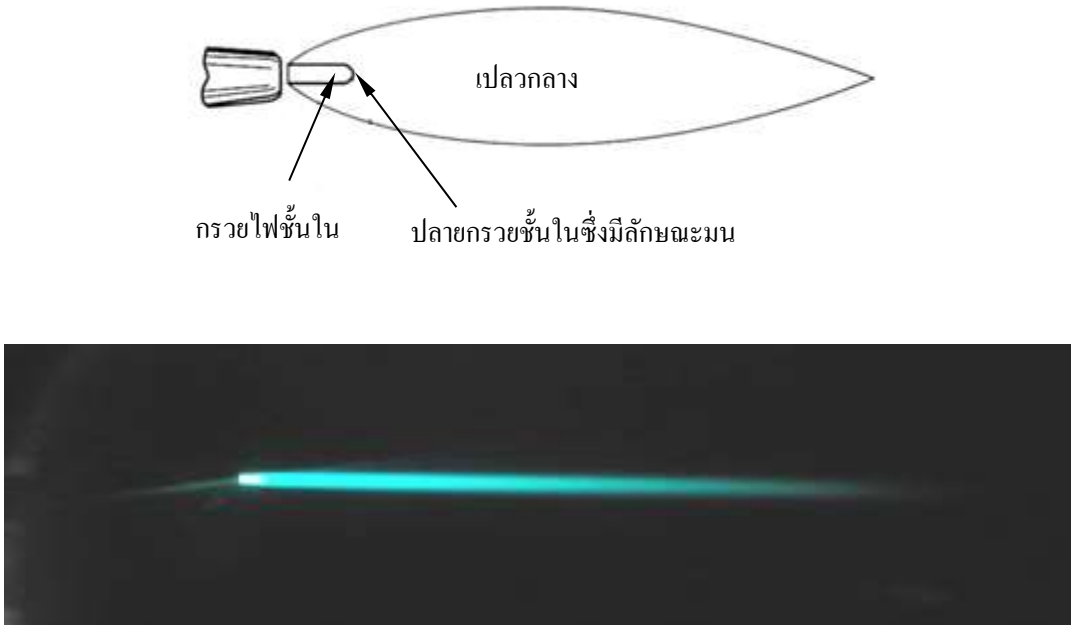




รูปที่ 2.65 แสดงลักษณะเปลวคาร์บูไรซิง

2.5.2 เปลวนิวทรัล (Neutral Flame)

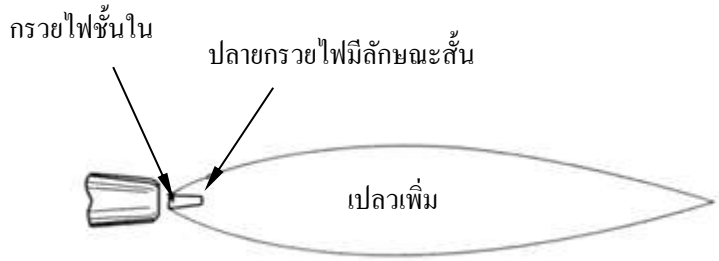
เป็นเปลวที่มีลักษณะเป็นกรวยไฟ 2 ชั้น เกิดจากการผสมกันระหว่างแก๊สอะเซทิลีนกับแก๊สออกซิเจนในอัตราส่วน 1 : 1 เปลวไฟชั้นในจะเป็นกรวยมลสีขาวนวลสว่างจ้าชัดเจน ให้ความร้อนประมาณ 6,000°F (3,315°C) เป็นเปลวไฟที่เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ เหมาะแก่การเชื่อมโลหะเกือบทุกชนิด ดังแสดงในรูปที่ 2.66

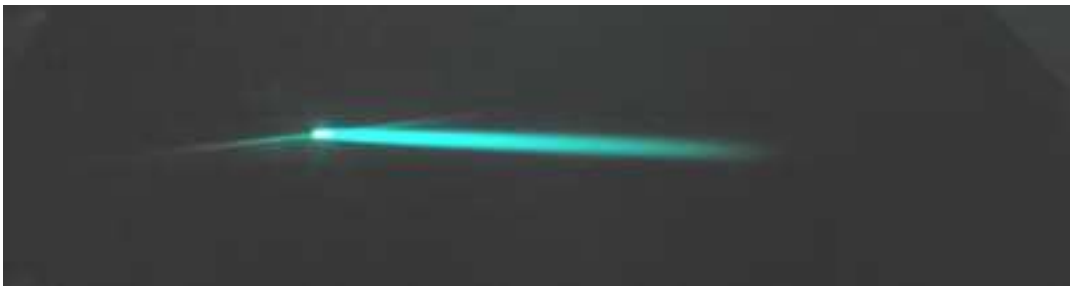


รูปที่ 2.66 แสดงลักษณะเปลวนิวทรัล

2.5.3 เปลวออกซิไดซิง (Oxidizing Flame)

เป็นเปลวที่มีลักษณะเป็นกรวยไฟ 2 ชั้น กรวยไฟชั้นนอกจะสั้นกว่ากรวยไฟของเปลวกลาง เปลวชั้นในจะเป็นรูปกรวยแหลมจะมีความร้อนประมาณ 6,300°F (3,400°C) การเผาไหม้ของเปลวชนิดนี้ไม่สมบูรณ์เนื่องจากมีปริมาณของแก๊สออกซิเจนมากกว่าแก๊สอะเซทิลีน จะมีแก๊สออกซิเจนเหลืออยู่ในเปลวถ้าใช้ในงานเชื่อม ออกซิเจนส่วนที่เหลือนี้จะถูกเติมลงในแนวเชื่อม ทำให้แนวเชื่อมเปราะ ความแข็งแรงต่ำ สังเกตได้จากบ่อหลอมละลายจะเป็นฟอง ดังแสดงในรูปที่ 2.66





รูปที่ 2.67 แสดงลักษณะเปลวออกซิไดซิง

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย :งานเชื่อมแก๊ส **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานเชื่อมเดินแนวไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบ

: งานเชื่อมรอยต่อมุมไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบ

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	ลักษณะของแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจน	×				
2	ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา :งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต:** 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานเชื่อมเดินแนวไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบ **ระดับชั้น**: ปวช.

: งานเชื่อมรอยต่อมุมไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบ

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. บอกลักษณะของแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจนได้ถูกต้อง	×						
2. อธิบายวิธีการเตรียมแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจนได้ถูกต้อง		×					
3. บอกตำแหน่งท่าเชื่อมในงานเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง	×						
4. บอกชนิดของรอยต่อในงานเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง	×						
5. ปฏิบัติงานเชื่อมเดินแนวไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบได้ถูกต้อง					×		
6. ปฏิบัติงานเชื่อมรอยต่อมุมไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบได้ถูกต้อง					×		
7. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย					×		

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 9
	หน่วยที่ 2 งานเชื่อมแก๊ส	**จำนวน** 4**ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100-1004	งานเชื่อมเดินแนวไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบ งานเชื่อมรอยต่อมุมไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบ	

สาระการเรียนรู้

2.6 ลักษณะของแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจน

2.7 ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกลักษณะของแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจนได้ถูกต้อง
2. อธิบายวิธีการเตรียมแก๊สอะเซทิลีนและแก๊สออกซิเจนได้ถูกต้อง
3. บอกตำแหน่งท่าเชื่อมในงานเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง
4. บอกชนิดของรอยต่อในงานเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง
5. ปฏิบัติงานเชื่อมเดินแนวไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบได้ถูกต้อง
6. ปฏิบัติงานเชื่อมรอยต่อมุมไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบได้ถูกต้อง
7. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดีและปลอดภัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2.นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน

3.สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน

4.นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

5.ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน

6.ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

2.ใบความรู้เรื่อง 2.6 ลักษณะของแก๊สอะเซทิลีน และแก๊สออกซิเจน

2.7 ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส

3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1.ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติสรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2.ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1.สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)

2.ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน(ภาคทฤษฎี)

3.ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย(ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2.ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วยที่ 2 :งานเชื่อมแก๊ส

ชื่องาน :งานเชื่อมเดินแนวไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบ

: งานเชื่อมต่อมุมไม่เติมลวดเชื่อม

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษย์สัมพันธ์ดี	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**<u>20</u>**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ

	5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน
กิจนิสัย	**พฤติกรรมบ่งชี้** (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 2

งานเชื่อมแก๊ส

สัปดาห์ที่ 9 งานเชื่อมเดินแนวไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบ
งานเชื่อมรอยต่อมุมไม่เติมลวดเชื่อมท่าราบ

2.6 ลักษณะของแก๊สอะเซทิลีน และแก๊สออกซิเจน

2.6.1 แก๊สอะเซทิลีน(Acetylene Gas) แก๊สอะเซทิลีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีสัญลักษณ์ทางเคมี C_2H_2 ประกอบด้วยคาร์บอน 92.3% และไฮโดรคาร์บอน 7.7% เป็นแก๊สติดไฟ เมื่อเผาไหม้รวมตัวกับแก๊สออกซิเจนให้เปลวไฟที่มีความร้อนสูงแก๊สอะเซทิลีนผลิตได้โดยการนำแคลเซียมคาร์ไบด์รวมกับน้ำ จะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้น โดยคาร์บอนที่อยู่ในแคลเซียมคาร์ไบด์กับไฮโดรเจนที่อยู่ในน้ำจะรวมตัวกันเป็นแก๊สอะเซทิลีน (C_2H_2) ดังสมการดังนี้

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

แคลเซียมคาร์ไบด์ + น้ำ → อะเซทิลีน + แคลเซียมไฮดรอกไซด์

แคลเซียมคาร์ไบด์เป็นสารประกอบระหว่างแคลเซียมกับคาร์บอนมีสูตรทางเคมี คือCaC_2 ผลิตได้โดยนำหินปูน (Calcium Oxide)ไปเผารวมกับถ่านโค้ก (Coke) ในเตาไฟฟ้า (Electro Furnace)

$CaO + 3C \longrightarrow CaC_2 + CO$

แคลเซียมออกไซด์ + ถ่านโค้ก → แคลเซียมคาร์ไบด์ + คาร์บอนมอนอกไซด์

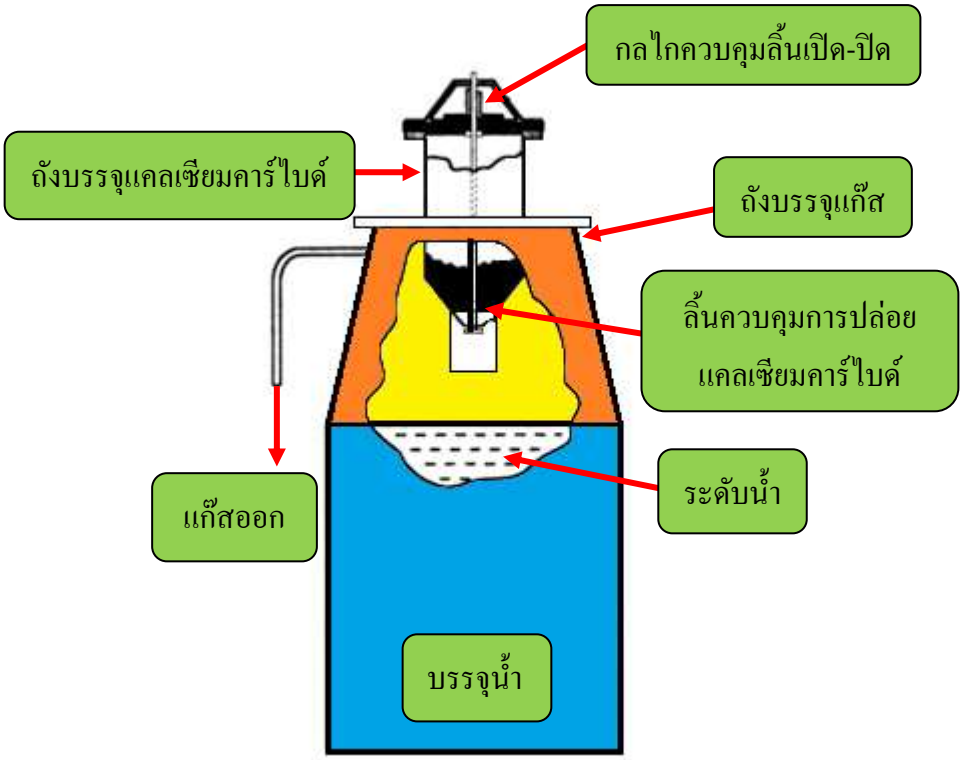
คุณสมบัติของแก๊สอะเซทิลีน

1. ติดไฟได้ เมื่อรวมตัวกับออกซิเจนแล้วเปลวไฟให้ความร้อนสูงมากประมาณ 6,000°F
2. ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนรุนแรงคล้ายกระเทียม
3. เบากว่าอากาศปกติ
4. แก๊สอะเซทิลีน ละลายในของเหลวได้

การผลิตแก๊สอะเซทิลีน

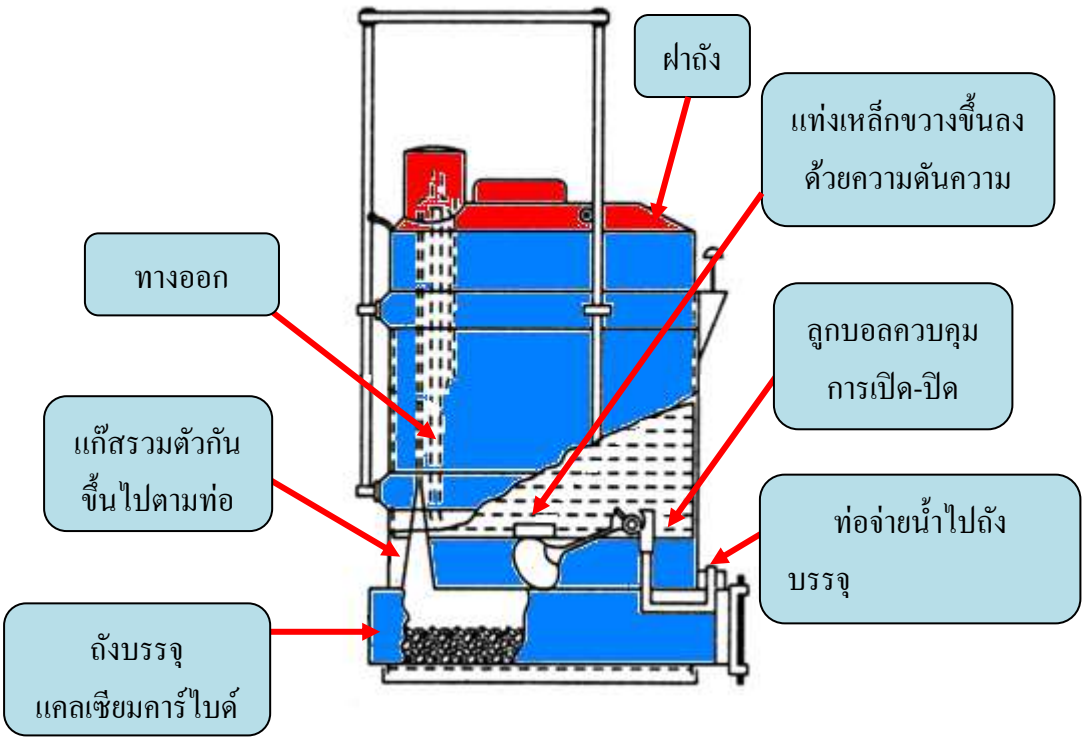
การผลิตแก๊สอะเซทิลีน ด้วยเครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Generators) แบ่งเป็น 2 ประเภทได้ดังนี้คือ

1. แบบเติมแคลเซียมคาร์ไบด์ลงน้ำ (Carbide to Water)ถังจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนล่างจะเป็นถังบรรจุน้ำขนาดใหญ่ ส่วนด้านบนจะบรรจุแคลเซียมคาร์ไบด์ เมื่อต้องการใช้งานจะปล่อยแคลเซียมคาร์ไบด์ลงในน้ำ แคลเซียมคาร์ไบด์จะทำปฏิกิริยากับน้ำอย่างรวดเร็ว แล้วเป็นแก๊สอะเซทิลีนลอยขึ้นข้างบนตามท่อแล้วถูกนำออกไปใช้งานดังแสดงในรูปที่ 2.82



รูปที่ 2.82 แสดงลักษณะถังผลิตแก๊สอะเซทิลีนแบบเติมแคลเซียมคาร์ไบด์ลงน้ำ

2. แบบเติมน้ำลงแคลเซียมคาร์ไบด์ (Water to Carbide)ถังจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนล่างจะเป็นที่บรรจุแคลเซียมคาร์ไบด์ โดยบรรจุไว้ในรางหรือกระบะโลหะที่ยกเข้าออกได้ ส่วนด้านบนจะบรรจุน้ำและที่ว่างสำหรับแก๊ส เมื่อต้องการใช้งานจะเปิดน้ำให้ไหลลงในกระบะแคลเซียมคาร์ไบด์ น้ำจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์ไบด์อย่างรวดเร็วเกิดเป็นแก๊สอะเซทิลีนขึ้นไปเก็บไว้ส่วนบน การผลิตแก๊สอะเซทิลีนแบบนี้จะแตกต่างจากแบบเติมแคลเซียมคาร์ไบด์ลงน้ำตรงที่จะสลับที่กันระหว่างน้ำกับแคลเซียมคาร์ไบด์ดังแสดงในรูปที่ 2.83



รูปที่ 2.83แสดงลักษณะถังผลิตแก๊สอะเซทิลีนแบบเติมน้ำลงแคลเซียมคาร์ไบด์

2.6.2แก๊สออกซิเจน (Oxygen)ออกซิเจนเป็นแก๊สชนิดหนึ่ง ที่มีความสำคัญมากในโลกต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือO_2ในงานเชื่อมออกซิเจนเป็นแก๊สที่ช่วยให้ไฟติด แต่ไม่ติดไฟ เมื่อมีส่วนผสมที่สมบูรณ์จะทำให้เกิดความร้อนสูงสุด ทำให้โลหะละลายได้ ปริมาณของแก๊สออกซิเจนที่มีอยู่ในบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกนี้ประมาณ 21% มีไนโตรเจน ประมาณ 78% และอีก 1% เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนและอื่น ๆ แก๊สออกซิเจนที่รวมตัวกับแก๊สอะเซทิลีนแล้วให้ความร้อนในการเผาไหม้สูงสุดนั้นต้องเป็นออกซิเจนที่บริสุทธิ์

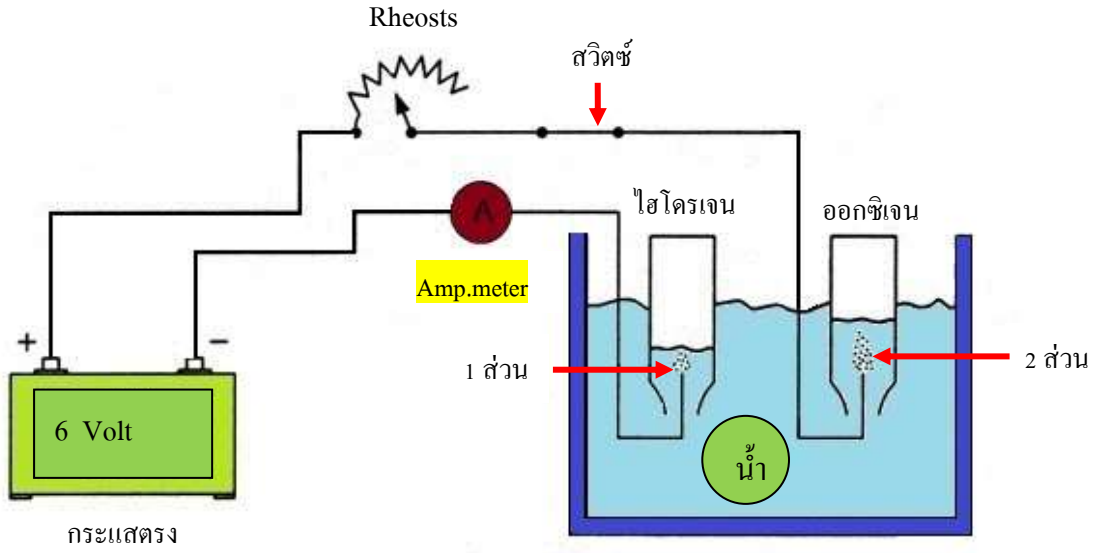
คุณสมบัติของแก๊สออกซิเจน

1. ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี ไม่มีรส
2. เป็นได้ 3 สถานะ คือ แก๊ส ของเหลว และของแข็ง
3. ในสถานะของเหลวและของแข็ง จะมีสีน้ำเงินอ่อน
4. มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ -183°C และกลายเป็นของแข็งที่อุณหภูมิ -218°C

การผลิตแก๊สออกซิเจน

การผลิตแก๊สออกซิเจนในทางอุตสาหกรรมมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือ

1. การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) เนื่องจากน้ำมีสูตรทางเคมี คือ H_2O ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจนในอัตราส่วน 2 : 1 โดยปริมาตร เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าลงไปในน้ำ จะทำให้น้ำแยกตัวออกเป็นแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน การผลิตแก๊สออกซิเจนด้วยวิธีนี้ไม่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเนื่องจากต้นทุนการผลิตสูงดังแสดงในรูปที่ 2.84



รูปที่ 2.84 แสดงการผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า

2. การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการทำให้เป็นอากาศเหลว (Liquefying) วิธีนี้ทำได้โดยนำอากาศเข้าไปเก็บในถังเก็บหลังจากขจัดสิ่งสกปรกออกแล้วหลังจากนั้นทำให้เป็นอากาศเหลวโดยจะลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจนถึง -200°C ภายใต้ความกดดันสูง อากาศเหลวจะถูกส่งเข้าไปยังหอกลั่นเพื่อแยกแก๊สต่าง ๆ ออกจากกันตามความแตกต่างของจุดเดือด จากจุดเดือดที่แตกต่างกันนี้ทำให้สามารถแยกแก๊สไนโตรเจนออกจากแก๊สออกซิเจนได้ จากนั้นจะเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเมื่ออากาศเหลวร้อนถึง -196°C แก๊สไนโตรเจนมีจุดเดือด ณ อุณหภูมินี้ ก็จะระเหยออกมาอากาศเหลวที่เหลืออยู่ก็จะมีเพียงแก๊สออกซิเจนเหลวเท่านั้นและเมื่อลดความดันลงอีกแล้วก็เพิ่มอุณหภูมิประมาณ -183°C แก๊สออกซิเจนเหลวจะเริ่มระเหยออกมาอีก จากนั้นก็นำแก๊สออกซิเจนที่ระเหยออกมาเข้าสู่ถังจัดเก็บทำให้ได้แก๊สออกซิเจนที่มีความบริสุทธิ์ถึง 99%

2.7 ตำแหน่งท่าเชื่อมและรอยต่อในงานเชื่อมแก๊ส

2.7.1ตำแหน่งท่าเชื่อม (Welding Position)ตำแหน่งในการเชื่อมหรือท่าเชื่อม คือ ตำแหน่งและทิศทางการเชื่อมของแนวเชื่อมสามารถแบ่งออกได้เป็น4ตำแหน่งคือ

1. ท่าราบ (Flat Position) ท่าราบเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในระนาบเดียวกันกับพื้นราบซึ่ง ไม่มีปัญหาเรื่องแรงดึงดูดของโลก จึงทำให้สามารถควบคุมการหลอมละลายของน้ำโลหะได้ง่าย จึงเป็นท่าเชื่อมที่เชื่อมง่ายกว่าท่าเชื่อมอื่น ๆดังแสดงในรูปที่ 2.85

รูปที่ 2.85 แสดงลักษณะท่าเชื่อมท่าราบ

2. ท่าระดับ (Horizontal Position)หรือท่าขนานนอนเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระดับซึ่งขนานกับแนวระนาบกับพื้น ในการเชื่อมท่าเชื่อมนี้ แรงดึงดูดของโลกจะมีผลต่อการเชื่อมทำให้แนวเชื่อมไหลย้อยลงด้านล่างเสมอทำให้เกิดข้อบกพร่อง คือรอยแหว่ง (Undercut) ของขอบด้านบนของแนวเชื่อมดังแสดงในรูปที่ 2.86

รูปที่ 2.86 แสดงลักษณะท่าเชื่อมท่าขนานนอน

3. ท่าตั้ง (Vertical Position)ท่าตั้งเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวดิ่ง ซึ่งตั้งฉากกับแนวระดับ ในการเชื่อมท่าตั้งนี้แรงดึงดูดของโลก จะมีผลต่อการเชื่อมเช่นเดียวกันกับท่าขนานนอน การเชื่อมท่าตั้งจะมีอยู่ 2 แบบ คือท่าตั้งเชื่อมขึ้น (Vertical Up)ซึ่งเหมาะกับการเชื่อมงานที่มีความหนา และท่าตั้งเชื่อมลง (Vertical Down) ซึ่งเหมาะกับการเชื่อมงานที่มีความหนาไม่มากนัก ดังแสดงในรูปที่ 2.87 และ 2.88

รูปที่ 2.87 แสดงลักษณะท่าเชื่อมท่าตั้งเชื่อมขึ้น

รูปที่ 2.88 แสดงลักษณะท่าเชื่อมท่าตั้งเชื่อมลง

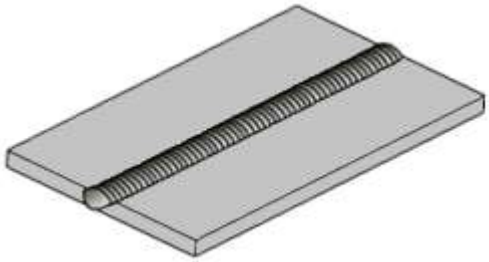
4. ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position)ท่าเหนือศีรษะเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระนาบ ในระดับเหนือศีรษะของผู้เชื่อม การเชื่อมท่านี้จะยากกว่าท่าเชื่อมอื่นๆ เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกจะทำให้น้ำโลหะของแนวเชื่อมที่กำลังหลอมละลายไหลย้อยลงมา ซึ่งมีผลต่อการเชื่อมเป็นอย่างมาก เช่น เกิดข้อบกพร่องในรอยเชื่อมและอันตรายจากสะเก็ดไฟโลหะจากการเชื่อม ดังแสดงในรูปที่2.89

รูปที่ 2.89 แสดงลักษณะท่าเชื่อมท่าเหนือศีรษะ

2.7.2ชนิดของรอยต่อ (Joint of Type)ในงานเชื่อมโลหะ จะมีอยู่ **5** ลักษณะ ดังต่อไปนี้

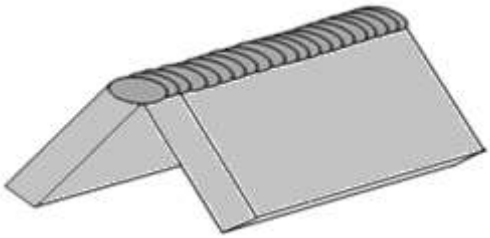
1. รอยต่อชน (Butt Joint)
2. รอยต่อมุม (Conner Joint)
3. รอยขอบ (Edge Joint)
4. รอยต่อเกย (Lap Joint)
5. รอยต่อตัวที (T-Joint)

1.รอยต่อชน(Butt Joint) คือการนำชิ้นงานสองชิ้นมาชนกันโดยให้ขอบของชิ้นงานทั้งสองอยู่ในระดับเดียวกัน ซึ่งจะเว้นช่องว่างหรือไม่เว้นก็ได้ขึ้นอยู่กับความหนาของงานดังแสดงในรูปที่ 2.90



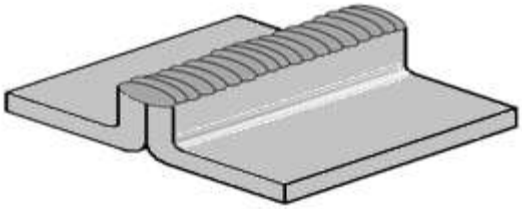
รูปที่ 2.90 แสดงลักษณะรอยต่อชน

2. รอยต่อมุม (Corner Joint)คือการนำขอบของชิ้นงานทั้งสองชิ้นมาชนกัน ในบริเวณปลายสุดของชิ้นงานเกิดเป็นมุมตั้งฉาก**90**องศาหรืออาจจะมากหรือน้อยกว่า **90**องศา โดยจะเชื่อมด้านมุมในหรือด้านมุมนอกก็ได้ มีอยู่หลายลักษณะขึ้นอยู่กับการออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.91



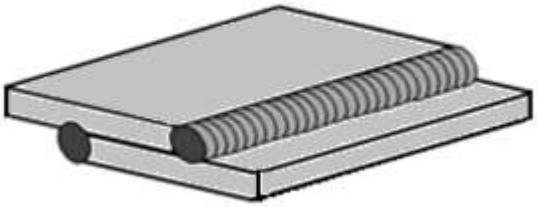
รูปที่ 2.91 แสดงลักษณะรอยต่อมุม

3. รอยต่อขอบ (Edge Joint) คือการนำขอบของชิ้นงานสองชิ้นมาชนกันโดยให้ผิวงานทั้งสองชิ้นทาบแนบชิดกับขอบของงานทั้งสองโดยจะชิดและขนานกันไปตลอดแนวเชื่อมในการเชื่อมจะต้องเชื่อมที่ผิวหน้าของขอบชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.92



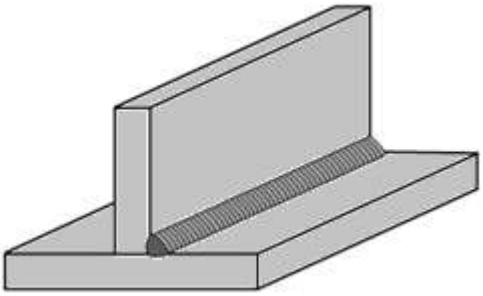
รูปที่ 2.92 แสดงลักษณะรอยต่อขอบ

4.รอยต่อเกย (Lap Joint) คือการนำชิ้นงานสองชิ้นมาวางในลักษณะเกยซ้อนกันแนวเชื่อมที่เกิดขึ้นจะรับแรงเฉือนได้ดีใช้กับการเชื่อมด้วยความต้านทาน เช่นเชื่อมจุดหรือใช้รอยเชื่อมอุดดังแสดงในรูปที่ 2.93



รูปที่ 2.93 แสดงลักษณะรอยต่อเกย

5.รอยต่อตัวที(T-Joint) คือการนำขอบของชิ้นงานชิ้นหนึ่งวางตั้งลงบนผิวชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งให้มีลักษณะเป็นรูปอักษรตัว **T**จะบากงานหรือไม่ขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงานรอยต่อรูปตัวทีจัดเป็นรอยเชื่อมแบบ ฟิลเล็ท**(Fillet Weld)**ดังแสดงในรูปที่ 2.94



รูปที่ 2.94 แสดงลักษณะรอยต่อตัวที

สรุป

การผลิตแก๊สอะเซทิลีน ด้วยเครื่องกำเนิดแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Generators) แบ่งเป็น 2 ประเภทได้ดังนี้คือแบบเติมแคลเซียมคาร์ไบด์ลงน้ำ (Carbide to Water)และแบบเติมน้ำลงแคลเซียมคาร์ไบด์ (Water to Carbide)

การผลิตแก๊สออกซิเจนในทางอุตสาหกรรมมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือ การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis)และการผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการทำให้เป็นอากาศเหลว (Liquefying)

ตำแหน่งท่าเชื่อมที่ใช้ในงานเชื่อมมีอยู่ 4 ท่าเชื่อม คือท่าราบ ท่าระดับหรือท่าขนานนอน ท่าตั้ง และท่าเหนือศีรษะ

ชนิดของรอยต่อที่เป็นพื้นฐานมีอยู่ 5 แบบคือ ต่อชน ต่อมุม ต่อขอบ ต่อเกย และต่อรูปตัวที ในการเชื่อมทุกครั้งผู้ปฏิบัติงานจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมให้พร้อมรวมทั้งต้องศึกษาเทคนิควิธีการเชื่อมให้ถูกต้อง

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมแก๊ส **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานเชื่อมเดินแนวเติมลวดเชื่อมท่าราบ

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	ลวดเชื่อมแก๊ส	×				
2	องค์ประกอบและเทคนิคในงานเชื่อมแก๊ส	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานเชื่อมเดินแนวเติมลวดเชื่อมท่าราบ **ระดับชั้น** : ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. อธิบายมาตรฐานลวดเชื่อมแก๊สตามมาตรฐาน AWS ได้ถูกต้อง		×					
2. บอกองค์ประกอบในการเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง	×						
3. บอกเทคนิคในการเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง	×						
4. ปฏิบัติงานเชื่อมเดินแนวเติมลวดเชื่อมท่าราบได้ถูกต้อง					×		
5. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย					×		

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 10
	หน่วยที่ 2 งานเชื่อมแก๊ส	**จำนวน** 4 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100-1004	งานเชื่อมเดินแนวเติมลวดเชื่อมท่าราบ	

สาระการเรียนรู้

2.8 ลวดเชื่อมแก๊ส

2.9 องค์ประกอบและเทคนิคในงานเชื่อมแก๊ส

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายมาตรฐานลวดเชื่อมแก๊สตามมาตรฐาน AWS ได้ถูกต้อง
2. บอกองค์ประกอบในการเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง
3. บอกเทคนิคในการเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง
4. ปฏิบัติงานเชื่อมเดินแนวเติมลวดเชื่อมท่าราบได้ถูกต้อง
5. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน
3. สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน
4. นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้เรื่อง 2.8 ลวดเชื่อมแก๊ส
   2.9 องค์ประกอบและเทคนิคในงานเชื่อมแก๊ส
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติสรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน (ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย (ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2. ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมแก๊ส

ชื่องาน : งานเชื่อมเดินแนวเติมลวดเชื่อมท่าราบ

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษย์สัมพันธ์ดี	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**20**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ

	5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน
กิจนิสัย	**พฤติกรรมบ่งชี้** (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 2

งานเชื่อมแก๊ส

สัปดาห์ที่ 10 งานเชื่อมเดินแนวเติมลวดเชื่อมท่าราบ

2.8 ลวดเชื่อมแก๊ส (Filler Rod)

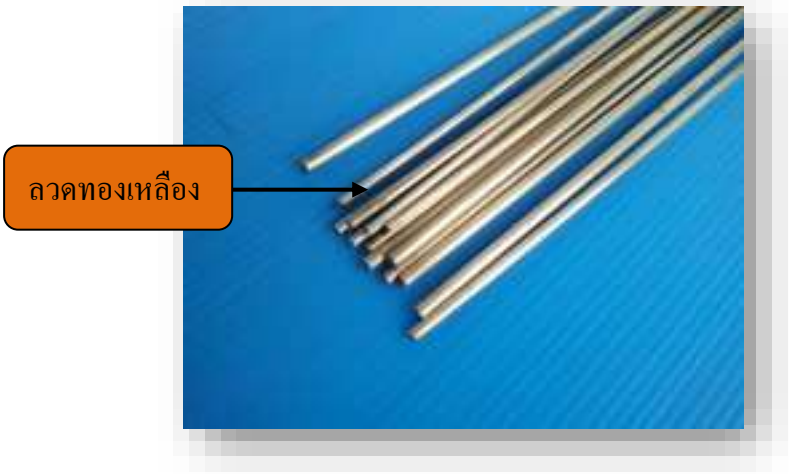
2.8.1 ลวดเชื่อมแก๊ส

ลวดเชื่อมแก๊ส เป็นตัวประสานโลหะให้ติดเป็นเนื้อเดียวกัน เนื่องจากลวดเชื่อมแก๊สมีหน้าที่เติมเข้าไปในรอยเชื่อม แต่ในงานเชื่อมก็ไม่จำเป็นต้องเติมลวดเชื่อมก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการเชื่อมรอยต่อต่าง ๆ ของชิ้นงาน ในการเลือกลวดเชื่อมแก๊สต้องเลือกลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับโลหะงาน หรือใช้ลวดเชื่อมที่เป็นโลหะชนิดเดียวกัน ลวดเชื่อมแก๊สโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) ลวดเชื่อมที่เป็นเหล็ก (Ferrous Rod) มีส่วนผสมของธาตุเหล็กเป็นหลัก และธาตุอื่น ๆ อีก เช่น ลวดเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอน ลวดเชื่อมเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง ลวดเชื่อมเหล็กหล่อเพื่อเพิ่มคุณสมบัติอื่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด ลวดเชื่อมมีลักษณะเป็นเส้นกลมเปลือยไม่มี ฟลักซ์หุ้มไว้จึงต้องเคลือบด้วยทองแดงไว้เพื่อป้องกันสนิม ดังแสดงในรูปที่ 2.114

รูปที่ 2.114 แสดงลักษณะลวดเชื่อมที่เป็นเหล็ก

2) ลวดเชื่อมที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous Rod) มีส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง นิกเกิล ส่วนใหญ่แล้วการเชื่อมโลหะที่ไม่ใช้เหล็กจำเป็นต้องใช้ฟลักซ์ (Flux) ดังแสดงในรูปที่ 2.115



รูปที่ 2.115 แสดงลักษณะลวดเชื่อมที่ไม่ใช่เหล็ก

3) ฟลักซ์ (Flux) คือ สารป้องกันไม่ให้ออกซิเจนในอากาศเข้าไปรวมตัวกับแนวเชื่อม ซึ่งจะเป็นสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง ฟลักซ์ช่วยให้การเชื่อมแก๊สง่ายขึ้น โดยปกติอาจจะเคลือบกับลวดเชื่อมแก๊สสำเร็จรูปมา หรือแยกฟลักซ์บรรจุอยู่ในกระป๋อง ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด

1. ฟลักซ์สำหรับโลหะที่เป็นเหล็กบอแรกซ์โซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมซิลิเกต ดังแสดงในรูปที่ 2.116

รูปที่ 2.116 แสดงลักษณะฟลักซ์บอแรกซ์โซเดียมคาร์บอเนต

2. ฟลักซ์สำหรับอะลูมิเนียม และอะลูมิเนียมผสม เป็นสารประกอบพวกฟลูออไรด์ คลอไรด์ และไบซัลเฟต

ลวดเชื่อมแก๊สทั้งสองชนิดอาจจะทำเป็นเส้นหรือเป็นม้วน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1, 1.6, 2.6, 3.2, 4, 5 และ 6 มม. ยาว 1 เมตร (36 นิ้ว)

2.8.2 มาตรฐานของลวดเชื่อมแก๊ส

มาตรฐาน AWS (American Welding Society) เป็นมาตรฐานของประเทศอเมริกา ได้กำหนดชนิดและคุณสมบัติของลวดเชื่อมแก๊ส โดยระบุเป็นตัวอักษรและตัวเลข เช่น RG45, RG60, RG65 เป็นต้น

ตัวอย่าง RG60			
ตัวอักษร	R	หมายถึง	ลวดเชื่อม
ตัวอักษร	G	หมายถึง	แก๊ส
ตัวเลข 2 หลัก		หมายถึง	ค่าความเค้นแรงดึงต่ำสุดของเนื้อโลหะเชื่อม มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว คูณด้วย 1,000 เช่น 60 x 1,000 = 60,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
	RG60	หมายถึง	ลวดเชื่อมแก๊สมีค่าความเค้นแรงดึงที่ต่ำสุด 60,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2.9 องค์ประกอบและเทคนิคในงานเชื่อมแก๊ส

2.9.1 องค์ประกอบในการควบคุมแนวเชื่อม

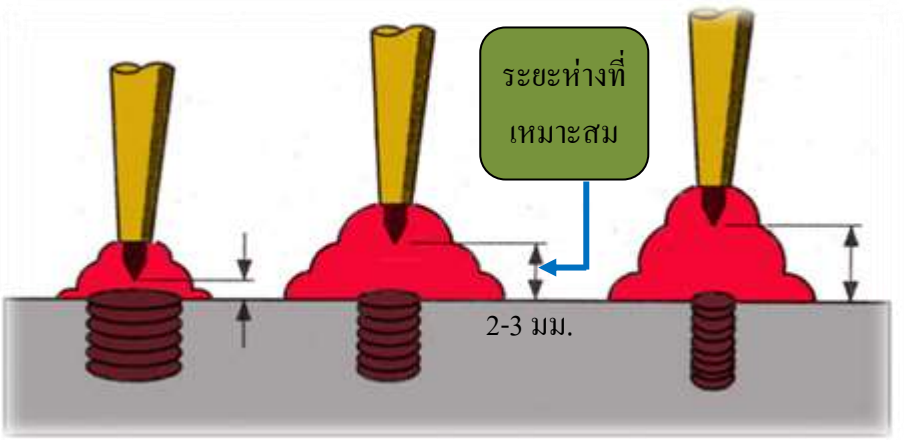
การควบคุมแนวเชื่อมให้ได้ประสิทธิภาพที่สมบูรณ์นั้นจะต้องมีการควบคุมองค์ประกอบ ต่าง ๆ หลายอย่าง ที่สำคัญมี 5 ประการดังนี้

1) การเลือกลวดเติมให้ถูกต้อง (Correct Filler rod) สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการเลือกลวดเชื่อมแก๊สมี 2 ประการคือ

1. คุณสมบัติของลวดเชื่อมจะต้องเหมือนหรือใกล้เคียงกับชิ้นงาน
2. ขนาดของลวดเชื่อมจะต้องสัมพันธ์กับความหนาของชิ้นงาน

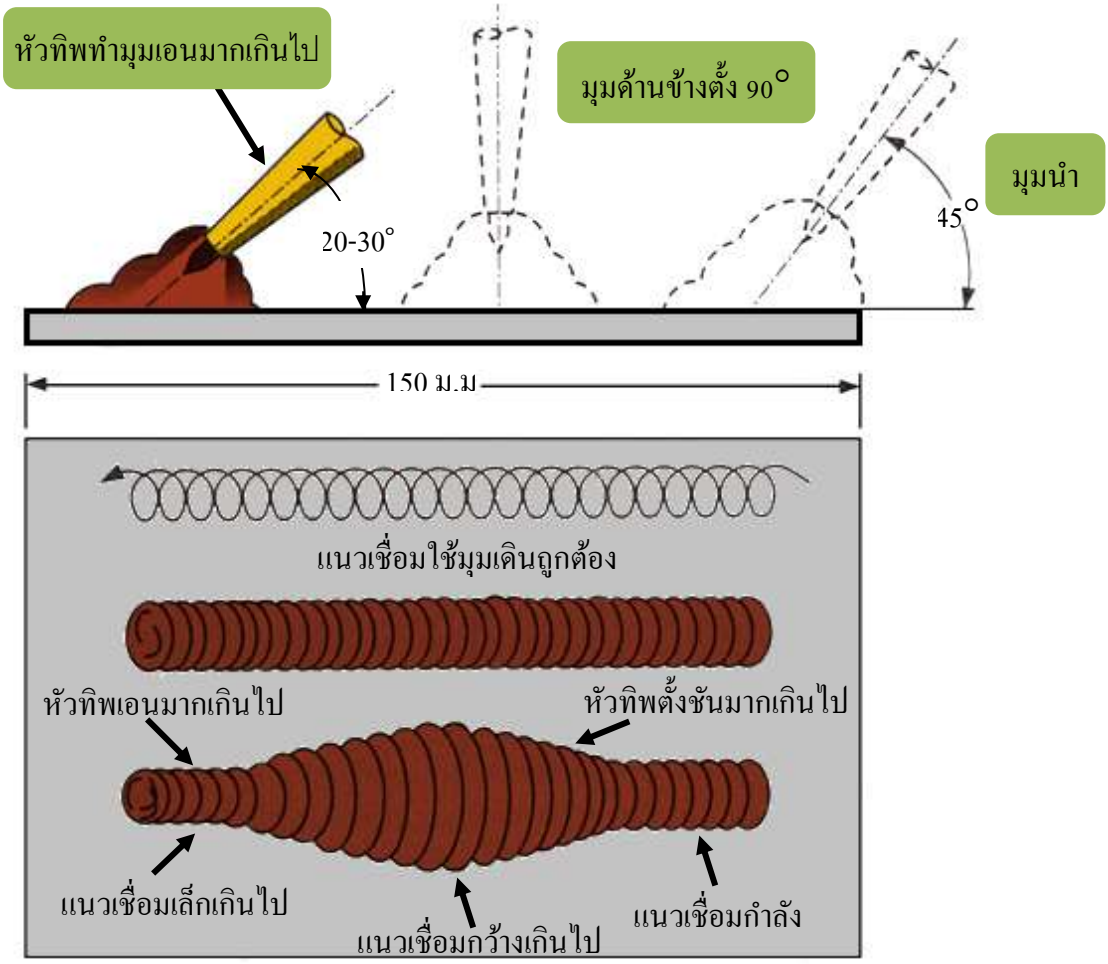
2) ปริมาณความร้อนที่เหมาะสม (Correct Volume of Heat) ปริมาณความร้อนขึ้นอยู่กับปริมาณของแก๊สที่ผ่านหัวทิพและขนาดของหัวทิพ ต้องสัมพันธ์กับความหนาของชิ้นงาน ถ้าใช้ขนาดของหัวทิพเล็กความร้อนที่เกิดขึ้นจะไม่เพียงพอในการหลอมละลายชิ้นงาน และถ้าใช้หัวทิพขนาดใหญ่ชิ้นงานอาจจะทะลุได้การพิจารณาขนาดของชิ้นหัวทิพที่เหมาะสมกับงานดูได้จากคำแนะนำของผู้ผลิต

3) ระยะห่างกรวยไฟที่เหมาะสม (Correct Cone Flame Distance) ขนาดของเปลวไฟเชื่อมจากปลายหัวทิพถึงเปลวไฟแต่ละจุดจะมีอุณหภูมิแตกต่างกัน จุดที่อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่บริเวณห่างกรวยไฟ ประมาณ 2 – 3 มม. ถ้าใช้ระยะห่างกรวยไฟมาก ความร้อนจะกระจายมากทำให้แอ่งหลอมเหลวกว้าง และถ้าชิดมากเกินไปจะเกิดการป๊อบได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.117



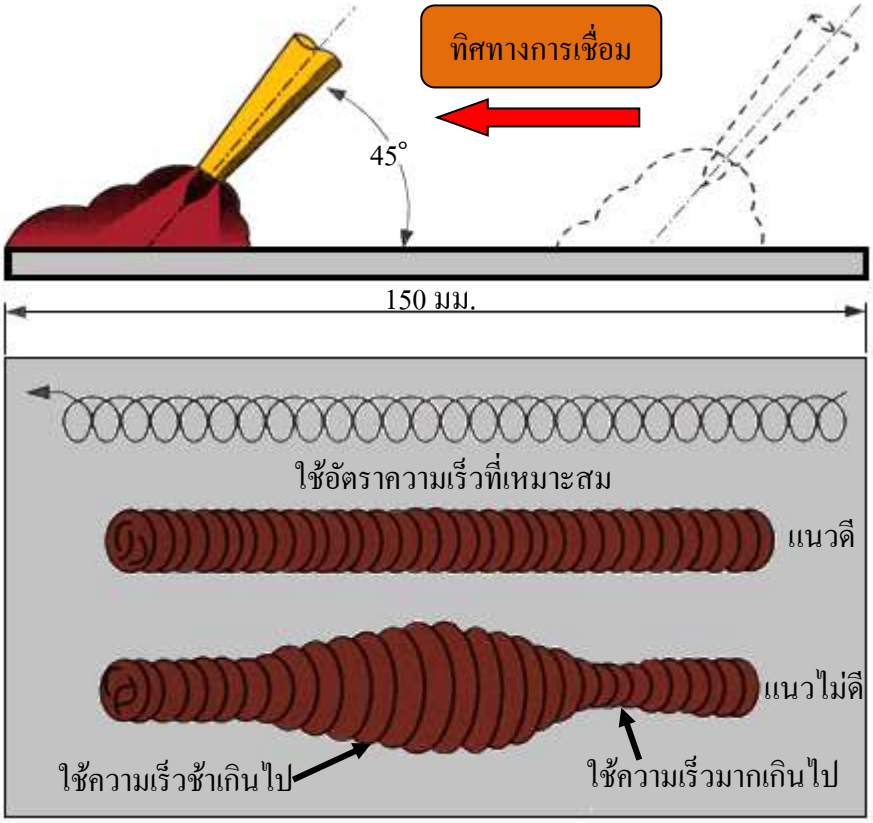
รูปที่ 2.117 แสดงลักษณะระยะห่างกรวยไฟที่เหมาะสม

4) มุมหัวทิพและมุมลวดเชื่อมที่เหมาะสม (Correct Tip and Rod Angle) มุมหัวทิพมีผลต่อความร้อน ถ้ามุมตั้งมากการกระจายความร้อนจะน้อย ถ้ามุมนอนมากการกระจายความร้อนจะมาก ดังนั้นมุมที่ใช้ในการเชื่อมโดยทั่ว ๆ ไปมุมนำประมาณ 45° มุมด้านข้างตั้ง 90° ดังแสดงในรูปที่ 2.118



รูปที่ 2.118 แสดงการเปรียบเทียบการเอียงมุมหัวทิพเชื่อมที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง

5) ความเร็วในการเดินแนวเชื่อม (Correct Travel Speed) การเดินแนวเชื่อมเร็วจะทำให้แอ่งหลอมเหลวเล็กและตื้น หรืองานไม่หลอมเหลว ถ้าเดินช้าแอ่งหลอมเหลวจะกว้าง หรือชิ้นงานอาจจะทะลุมาก การเดินแนวเชื่อมด้วยความเร็วที่เหมาะสมนั้นทำให้แอ่งหลอมเหลวคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2.119



รูปที่ 2.119 แสดงการเปรียบเทียบการเคลื่อนหัวทิพเร็วและช้าที่มีผลต่อแนวเชื่อม

2.9.2 เทคนิคในงานเชื่อมแก๊ส

เทคนิคการเคลื่อนที่หัวเชื่อมแก๊สมีความแตกต่างกันไปแล้วแต่ความหนาและรูปร่างลักษณะชิ้นงานหรือลักษณะของรอยต่อ แม้กระทั่งลักษณะของท่าเชื่อมเพราะบางครั้งการปฏิบัติงานในสถานการณ์บังคับให้ต้องใช้ท่าเชื่อมที่เหมาะสมกับชิ้นงานด้วย เพราะฉะนั้นในการเชื่อมแก๊สจึงต้องศึกษาเทคนิคการเชื่อมแก๊สดังต่อไปนี้

1) การเชื่อมแบบลวดเชื่อมนำหน้าหัวเชื่อม (Forehand Welding) เป็นเทคนิคการเชื่อมที่นิยมมากสำหรับการเชื่อมเหล็กที่มีขนาดความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ปกติจะให้หัวเชื่อมทำ มุมเอียง 45 องศากับแนวดิ่งเพื่อให้เปลวไฟโดยให้ความร้อนชิ้นงานก่อนที่จะทำการเชื่อมจนเกิด บ่อ

หลอมละลายต่อไปจึงเอาปลายลวดเชื่อมจุ่มลงในบ่อหลอมโดยให้ลวดเชื่อมทำมุมเอียงประมาณ 30 - 45 องศากับชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.120

รูปที่ 2.120 แสดงทิศทางการเชื่อมแบบลวดเชื่อมนำหน้า (Forehand Welding)

ช่างเชื่อมที่มีความชำนาญสามารถเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของหัวเชื่อมและลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงานที่ทำการเชื่อม ถ้าให้มุมหัวเชื่อมเอียงจากแนวดิ่งมากกว่า 15 องศา จะเกิดแรงดันบ่อหลอม ให้เคลื่อนไปทางด้านหน้าของทิศทางเชื่อมเร็วขึ้น ซึ่งช่วยป้องกันงานเชื่อมทะลุ และเหมาะสมกับการเชื่อมงานบาง ถ้ามุมเอียงของหัวเชื่อมทำมุมกับแนวดิ่งน้อยกว่า 15 องศาจะได้แนวเชื่อมซึมลึกมาก การดึงลวดเชื่อมออกจากบ่อหลอมละลายในขณะเชื่อม จะต้องให้ปลายของลวดเชื่อมคงอยู่ในบริเวณที่ทำการเชื่อม เพื่อป้องกันไม่ให้ปลายของลวดเชื่อมสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ กลายเป็นเหล็กออกไซด์ที่ปลายลวดเชื่อม

การใช้เทคนิคการเชื่อมไปข้างหน้าจะต้องใช้ขอบล่างของรอยต่องานหลอมละลายอยู่ตลอดแล้วจึงเติมลวดเชื่อม ถ้าหากขอบด้านล่างของรอยต่อไม่หลอม แล้วเติมลวดเชื่อมไปจะทำให้เกิดการหลอมตัวระหว่างเนื้อเชื่อมกับเนื้อชิ้นงานไม่เข้ากัน (Lack of Fusion) ปัญหาการเชื่อมแบบนี้สามารถแก้ไขได้โดยการให้หัวเชื่อมทำมุมตั้งดิ่งกับพื้นผิวหน้างานที่จะทำการเชื่อมให้มากและให้เปลวไฟเชื่อมหลอมงานจนเป็นรูกุญแจ (Keyhole) แล้วจึงเติมลวดเชื่อมเพื่อให้ได้การหลอมละลายของแนวเชื่อมที่สมบูรณ์และแข็งแรง

2) การเชื่อมแบบหัวเชื่อมนำหน้าลวดเชื่อม (Backhand Welding) เทคนิคการเชื่อมอีกแบบหนึ่งคือ การเชื่อมแบบเดินถอยหลังไม่ค่อยนิยมเหมือนกับการเชื่อมไปข้างหน้า สำหรับการเชื่อมแบบเดินถอยหลังนั้น เหมาะกับการเชื่อมโลหะที่มีความหนาเกินกว่า 3 มิลลิเมตรเพราะการ

เชื่อมแบบเดินถอยหลังสามารถควบคุมบ่อหลอมได้ง่ายกว่าการเชื่อมแบบเดินไปข้างหน้า จึงเหมาะกับการเชื่อมซึมลึก (Penetration) การเชื่อมแบบเดินถอยหลังหัวเชื่อม จะอยู่หลังบ่อหลอม และต้องเจาะบ่อหลอมของชิ้นงาน (Keyhole) ด้านหน้าทิศทางเชื่อม สำหรับช่างเชื่อมที่ถนัดขวาจะเริ่มเชื่อมจากซ้ายไปขวา มุมเอียงของหัวเชื่อมขึ้นอยู่กับความหนางานเพื่อให้ได้การซึมลึกที่ดี มุมเอียงของหัวเชื่อมเอียงมากชิ้นงานจะมีความหนาน้อยกว่าชิ้นงานที่มีมุมเอียงน้อย ในการเติมลวดเชื่อมต้องให้ลวดเชื่อมเกิดการหลอมพร้อมกับการเจาะรูกุญแจ (Keyhole) เพื่อการเชื่อมซึมลึกที่สมบูรณ์ หรือการกวนลวดเชื่อมในบ่อหลอมเพื่อให้เนื้อโลหะเข้ากันดี และสามารถควบคุมการเชื่อมในงานซึมลึกได้ดีกว่าการเชื่อมไปข้างหน้า ดังแสดงในรูปที่ 2.121

รูปที่ 2.121 แสดงทิศทางการเชื่อมแบบหัวเชื่อมนำหน้าลวดเชื่อม (Backhand Welding)

ข้อดีของทิศทางการเชื่อมแบบหัวเชื่อมนำหน้าลวดเชื่อม (Backhand Welding) คือ

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

สรุป

การเลือกลวดเชื่อมแก๊สต้องเลือกลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับโลหะงาน หรือใช้ลวดเชื่อมที่เป็นโลหะชนิดเดียวกัน ลวดเชื่อมแก๊สโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ลวดเชื่อมที่เป็นเหล็ก (Ferrous Rod) และลวดเชื่อมที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous Rod)

การควบคุมแนวเชื่อมให้ได้ประสิทธิภาพที่สมบูรณ์นั้นจะต้องมีการควบคุมองค์ประกอบ ต่าง ๆ หลายอย่าง ที่สำคัญมี 5 ประการ เช่น การเลือกลวดเติมให้ถูกต้อง (Correct Filler rod) ปริมาณความร้อนที่เหมาะสม (Correct Volume of Heat) ปริมาณความร้อนขึ้นอยู่ระยะห่างกรวยไฟที่เหมาะสม (Correct Cone Flame Distance) มุมหัวทิพและมุมลวดเชื่อมที่เหมาะสม (Correct Tip and Rod Angle) ความเร็วในการเดินแนวเชื่อม (Correct Travel Speed)

การเชื่อมแก๊สจึงต้องศึกษาเทคนิคการเชื่อมแก๊ส เช่นการเชื่อมแบบลวดเชื่อมนำหน้าหัวเชื่อม (Forehand Welding) การเชื่อมแบบหัวเชื่อมนำหน้าลวดเชื่อม (Backhand Welding)

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมแก๊ส **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานเชื่อมรอยต่อตัวทีท่าราบ

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	การตัดเหล็กด้วยแก๊ส	×				
2	ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานเชื่อมรอยต่อตัวทีท่าราบ **ระดับชั้น** : ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. อธิบายหลักการตัดเหล็กด้วยแก๊สได้ถูกต้อง		×					
2. บอกชื่อและหน้าที่ของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแก๊สได้ถูกต้อง	×						
3. บอกข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไขได้ถูกต้อง	×						
4. ปฏิบัติงานเชื่อมรอยต่อตัวทีท่าราบได้ถูกต้อง					×		
5. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย					×		

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 11
	หน่วยที่ 2 งานเชื่อมแก๊ส	**เวลา** 4 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100-1004	งานเชื่อมรอยต่อตัวทีท่าราบ	

สาระการเรียนรู้

2.10 การตัดเหล็กด้วยแก๊ส

2.11 ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายหลักการตัดเหล็กด้วยแก๊สได้ถูกต้อง
2. บอกชื่อและหน้าที่ของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแก๊สได้ถูกต้อง
3. บอกข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไขได้ถูกต้อง
4. ปฏิบัติงานเชื่อมรอยต่อตัวทีท่าราบได้ถูกต้อง
5. ปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ประณีต ซื่อสัตย์ มีกิจนิสัยที่ดี และปลอดภัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน
3. สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน
4. นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้เรื่อง 2.10 การตัดเหล็กด้วยแก๊ส
   2.11 ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติ สรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน (ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย (ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2. ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมแก๊ส

ชื่องาน : งานเชื่อมรอยต่อตัวทีท่าราบ

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษย์สัมพันธ์ดี	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**20**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม (กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ

	5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน
กิจนิสัย	**พฤติกรรมบ่งชี้** (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 2

งานเชื่อมแก๊ส

สัปดาห์ที่ 11 งานเชื่อมรอยต่อตัวทีท่าราบ

2.10 การตัดเหล็กด้วยแก๊ส

2.10.1 หลักการตัดเหล็กด้วยแก๊ส

งานตัดเหล็กด้วยแก๊สเกิดจากการให้ความร้อนด้วยเปลวไฟจากหัวตัดซึ่งเกิดจากการผสมกันระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สเชื้อเพลิง แต่ชิ้นงานบริเวณที่ต้องการตัดจนมีอุณหภูมิสูงถึงจุดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation) อย่างรวดเร็ว แล้วพ่นแก๊สออกซิเจนที่มีแรงดันสูงเข้าไป ณ จุดที่ต้องการตัดนั้น ชิ้นงานก็จะถูกตัดขาดออกจากกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.132

สำหรับแก๊สที่ใช้ในการเผาชิ้นงานนั้นมีหลายชนิดด้วยกันดังนี้

1. แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Gas)
2. แก๊สโพรเพน (Propane Gas)
3. แก๊สธรรมชาติ (Natural Gas)
4. แก๊สไฮโดรเจน (Hydrogen Gas

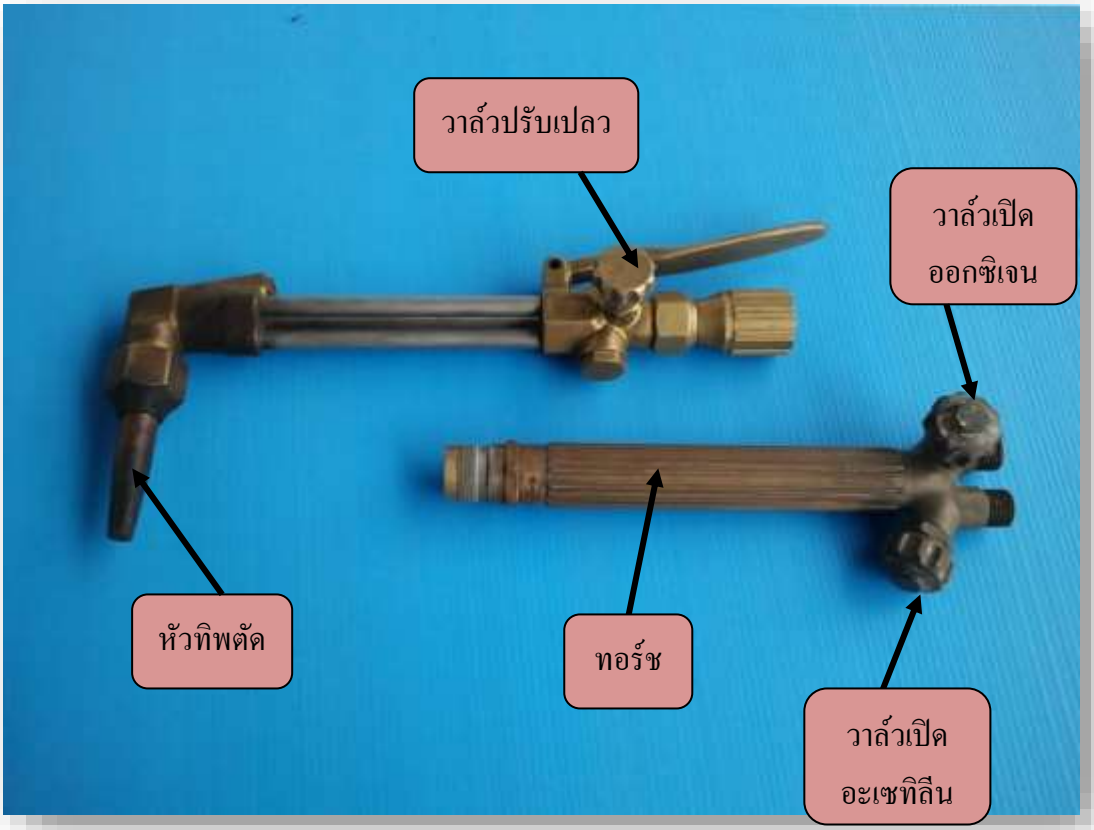
รูปที่ 2.132 แสดงลักษณะการตัดด้วยแก๊ส

แก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้ในการตัดนั้นมีอยู่ด้วยการหลายชนิด แต่แก๊สที่สามารถนำไปใช้ตัดได้ดี มีปริมาณความร้อนสูง คือ แก๊สอะเซทิลีน เนื่องจากแก๊สอะเซทิลีนเมื่อผสมกับแก๊สออกซิเจนแล้วจะมีปริมาณการให้ความร้อนสูงกว่าแก๊สชนิดอื่น

2.10.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดเหล็กด้วยแก๊ส

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดโลหะด้วยแก๊สออกซิ – อะเซทิลีนส่วนมากจะเหมือนกับการเชื่อมด้วยแก๊สออกซิ – อะเซทิลีนดังได้กล่าวมาแล้วแต่เปลี่ยนจากหัวเชื่อม(Welding Tip) เป็นหัวตัด (Cutting Head) อุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดมีดังนี้

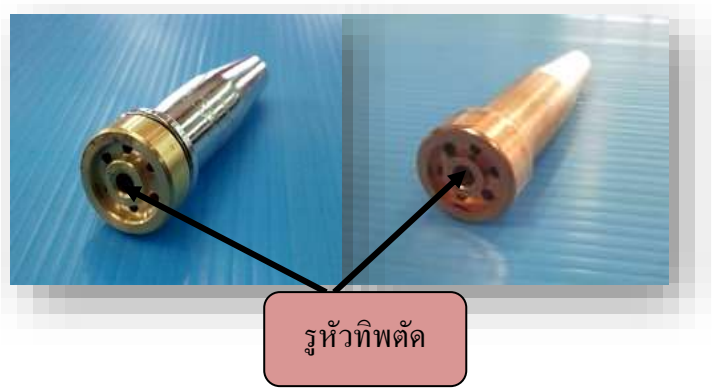
1. หัวตัด (Cutting torch) เป็นเครื่องมือที่ใช้ผสมแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน เช่นเดียวกันกับหัวทอร์ชเชื่อมแต่มีส่วนประกอบเพิ่มเติมคือ มีท่อสำหรับส่งแก๊สออกซิเจนไปยังรู้ที่หัวทิพเพื่อพ่นตัดชิ้นงาน โดยแยกต่างหากกับเปลวไฟให้ความร้อนแก่โลหะชิ้นงาน หัวตัดจะมีวาล์วควบคุม 3 หรือ 4 วาล์ว คือ วาล์ว หมุนเปิด – ปิดของแก๊สออกซิเจน วาล์วแก๊สอะเซทิลีนใช้ปรับเปลวไฟแก๊สสำหรับอุ่นงาน วาล์วหมุนเปิด – ปิด อีกตัวเป็นวาล์วของแก๊สออกซิเจนสำหรับตัด และวาล์วตัวสุดท้ายเป็นวาล์วกด มีลักษณะเป็นด้ามสำหรับกดตัด สำหรับเปลวไฟที่ใช้จะปรับเป็นเปลวนิวทรัล (Nentral Flame) ดังแสดงในรูปที่ 2.133



รูปที่ 2.133 แสดงลักษณะของหัวตัดแก๊ส

2. หัวทิพตัด (Cutting Tip) เป็นส่วนประกอบของหัวตัดจะอยู่ส่วนปลายของหัวตัด มีรูอย่างน้อย 2 รู หรือรูเล็ก ๆ เรียงกันเป็นวงรอบนอกใช้เป็นรูเปลวไฟอุ่นงาน (Preheat) เพื่อให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน หัวทิพตัดมีรูสำหรับพ่นแก๊สออกซิเจนเพิ่มอีก 1 รู เพื่อใช้ตัดซึ่งจะอยู่ตรงกลางหัวทิพ จะมีขนาดแตกต่างกันไปตามความต้องการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2.134, 2.135 และดังตารางที่ 2.2

รูปที่ 2.134 ลักษณะของหัวทิพตัด



รูปที่ 2.135 ลักษณะรูหัวทิพตัดแบบต่างๆ

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบขนาดความหนาของโลหะชิ้นงาน ขนาดหัวทิพตัดและความดันของแก๊ส

ขนาดความหนาของโลหะชิ้นงาน	ขนาดหัวทิพตัด	ความดันแก๊สออกซิเจน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	ความดันแก๊สอะเซทิลีน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
$\frac{1}{8}$ นิ้ว	1	20 – 25	3 – 5

$\frac{1}{4}$ นิ้ว	2	20 – 25	3 – 5
$\frac{3}{8}$ นิ้ว	3	25 – 30	3 – 5
$\frac{1}{2}$ นิ้ว	4	30 – 35	3 – 5

3. เทคนิคในการตัดเหล็กด้วยแก๊ส

สิ่งสำคัญที่ต้องระวังในการตัดเหล็กด้วยแก๊สเพื่อให้ได้รอยตัดที่ดีมีคุณภาพ คือ มีรอยเรียบแคบ มีส่วนของรอยตัดที่แหลมคมทั้งขอบบนและขอบล่างมีเทคนิคดังนี้

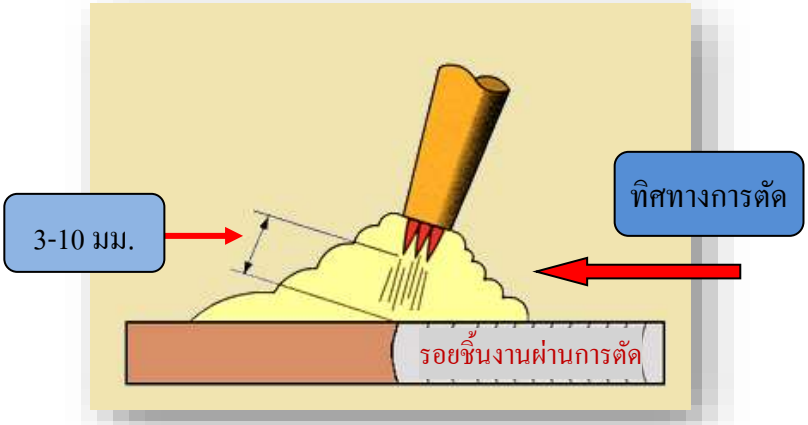
1) ปริมาณความร้อนที่ให้กับชิ้นงาน ปริมาณความร้อนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของหัวทิพ โดยจะต้องใช้ขนาดของหัวทิพให้เหมาะสมกับงาน เพราะถ้าใช้หัวตัดขนาดเล็กตัดชิ้นงานที่มีความหนามากเกินไปปริมาณความร้อนอาจไม่เพียงพอให้ชิ้นงานร้อนจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ หรือกว่าชิ้นงานจะร้อนต้องใช้เวลานาน ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถตัดต่อเนื่องได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.136

รูปที่ 2.136 แสดงลักษณะการใช้ขนาดของหัวทิพให้เหมาะสมกับงาน

2) แรงดันแก๊สออกซิเจน การใช้แรงดันออกซิเจนในการตัดเหล็กต้องให้เหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน เพราะถ้าขนาดของแรงดันต่ำเกินไป จะไม่สามารถตัดชิ้นงานให้ขาดออกจากกันได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.137

รูปที่ 2.137 แสดงลักษณะการใช้แรงดันออกซิเจนในการตัด

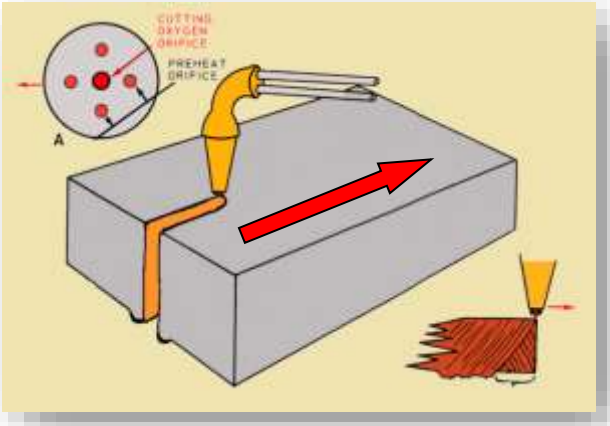
3) ระยะห่างระหว่างหัวตัดกับชิ้นงาน การตัดชิ้นต้องควบคุมให้กรวยไฟ (Inner Cone) อยู่ห่างจากผิวชิ้นงานประมาณ 3 – 10 มิลลิเมตร ไม่ควรชิดขอบหรือห่างขอบมากเกินไปจะทำให้ร่องตัดไม่เรียบ ดังแสดงในรูปที่ 2.138



รูปที่ 2.138 แสดงระยะห่างระหว่างกรวยไฟกับชิ้นงานที่เหมาะสมในการตัด

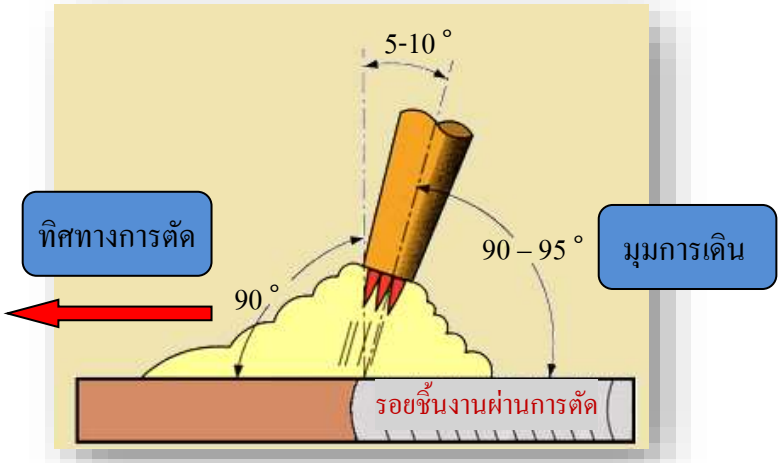
4) ความเร็วในการเคลื่อนของหัวทิพตัด ผู้ปฏิบัติงานต้องเคลื่อนหัวตัดด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ถ้าเคลื่อนที่เร็วชิ้นงานจะไม่ขาดออกจากกัน หรืออาจจะขาดเป็นระยะ เนื่องจากได้รับความร้อนน้อยดังนั้น ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวตัดจึงขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน ถ้า

ชิ้นงานหนาต้องใช้ความร้อนในการออกซิเดชั่นนาน จึงจำเป็นต้องเดินหัวทิพตัดอย่างช้า ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.139



รูป 2.139 แสดงการเคลื่อนของหัวทิพตัด

5) มุมของแก๊สออกซิเจนที่กระทำกับชิ้นงาน ผู้ปฏิบัติงานควรถือหัวทิพตัดเอนไปทางด้านหลังเล็กน้อยประมาณ 5 – 10 องศา หรือมีมุมเดิน 90 – 95 องศา เพื่อช่วยให้สามารถตัดโลหะแผ่นบางได้ดี ดังแสดงในรูปที่ 2.140



รูป 2.140 แสดงการถือหัวตัดที่มีมุมเดิน 90 – 95 องศา

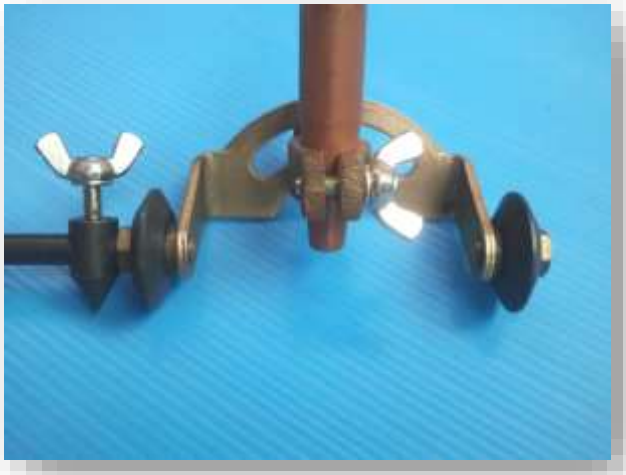
6) ความสะอาดของหัวตัดมีผลงานเชื่อม เพราะถ้าหัวทิพตัดไม่สะอาดแล้วการปรับเปลวไฟจะไม่สามารถกระทำได้ตามที่ต้องการ จึงต้องทำความสะอาดและปรับปลายหัวทิพให้ได้ฉากกับรูของหัวตัดเสมอ โดยใช้เครื่องมือทำความสะอาดเช่นเดียวกับงานเชื่อมแก๊ส ดังแสดงในรูปที่ 2.141

รูปที่ 2.141 แสดงการทำความสะอาดหัวตัดด้วยเข็มแยง

7) อุปกรณ์ช่วยในการตัดเหล็ก การตัดเหล็กด้วยเปลวไฟแก๊สออกซิอะเซทิลีน สามารถตัดเป็นเส้นตรง เส้นโค้งหรือรูปร่างอื่น ๆ ได้ตามต้องการ แล้วแต่การเคลื่อนที่ของหัวตัด ซึ่งสามารถควบคุมการตัดด้วยมือ เครื่องตัดหรือจะใช้อุปกรณ์และเทคนิคการตัดเข้าช่วยเพื่อป้องกันการผิดพลาดได้ดังนี้

1. ล้อตัด เป็นอุปกรณ์ช่วยในการตัดโดยควบคุมการตัดด้วยมือ ช่วยให้สามารถตัดตรงตัดโค้ง หรือรูปทรงอื่น ๆ ได้โดยสะดวกและสามารถควบคุมระยะห่างระหว่างเปลวไฟกับชิ้นงานได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.142, 2.143 และ2.144

รูปที่ 2.142 แสดงลักษณะอุปกรณ์ช่วยในการตัด



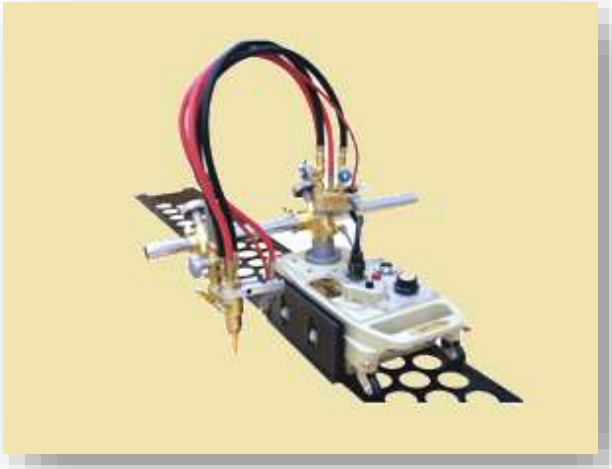
รูปที่ 2.143 แสดงลักษณะอุปกรณ์ช่วยในการตัด

รูปที่ 2.144 แสดงลักษณะอุปกรณ์ช่วยในการตัด

2. ควบคุมการตัดด้วยเครื่อง เครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติมีหลักการทำงานเหมือนกับเครื่องตัดด้วยมือ แต่เครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติจะเคลื่อนที่ด้วยแรงขับจากมอเตอร์ โดย

เคลื่อนที่ไปตามราง สามารถปรับความเร็วตัดได้คงที่ ตัดได้ทั้งแนวตรงและแนวโค้ง ดังแสดงในรูปที่ 2.145 และ2.146

รูปที่ 2.145 แสดงลักษณะของเครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติ



รูปที่ 2.146 แสดงลักษณะของเครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติ

2.10.3 ลักษณะของรอยตัด

การตัดชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊สออกซิ–อะเซทิลีน สามารถทำการตรวจสอบรอยตัดด้วยสายตาได้ เพื่อหาสาเหตุของจุดบกพร่องที่เกิดขึ้น ลักษณะของรอยตัดที่ดี จะต้องเรียบสม่ำเสมอ เกิดสแลกหรือมีขี้ตะกรันเกาะติดกับชิ้นงานน้อย ลักษณะของรอยตัดสามารถวิเคราะห์สาเหตุได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.147

รูปที่ 2.147 แสดงการตัดชิ้นงานด้วยเครื่องตัดอัตโนมัติ

1) รอยตัดที่มีลักษณะดี เนื่องจากการใช้ แรงดันแก๊ส ระยะห่างของหัวตัดกับชิ้นงานและใช้ความเร็วในการตัดเหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 2.148

รูปที่ 2.148 แสดงลักษณะรอยตัดที่เรียบ

2) รอยตัดที่มีลักษณะเกิดรอยกัดแหว่งด้านล่างของรอยตัดตลอดแนว เนื่องจากการใช้แรงดันแก๊สไม่เหมาะสม ระยะห่างของหัวตัดกับชิ้นงานน้อยเกินไป และใช้ความเร็วในการตัดช้าเกินไป ดังแสดงในรูปที่ 2.149

รูปที่ 2.149 แสดงลักษณะรอยตัดที่เกิดรอยกัดแหว่งด้านล่าง

3) รอยตัดที่มีสแลกหรือขี้ตะกรันเกาะติดที่รอยตัดมากถึงแม้รอยตัดจะเรียบ ดังแสดงในรูปที่ 2.150

รูปที่ 2.150 แสดงลักษณะรอยตัดที่มีสแลกหรือขี้ตะกรันเกาะติดมาก

4) รอยตัดที่มีลักษณะไม่ดี ลักษณะรอยตัดไม่เรียบเป็นรอยหยักหรือคลื่นตลอดแนว เนื่องจากการใช้แรงดันแก๊สไม่เหมาะสม ระยะห่างของหัวตัดกับชิ้นงานน้อยเกินไปและใช้ความเร็วในการตัดสูง ดังแสดงในรูปที่ 2.151

รูปที่ 2.151 แสดงลักษณะรอยตัดไม่เรียบเป็นรอยหยัก

2.10.5 ข้อควรระวังในการตัดโลหะด้วยแก๊ส

ผู้ที่ทำหน้าที่ในการตัดโลหะต้องรู้วิธีการป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อตนเอง และผู้อื่น จะต้องสวมใส่อุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และจะต้องสวมใส่ขณะปฏิบัติงานได้แก่

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

12. เมื่อตัดเสร็จแล้ว ควรดับเปลวไฟตัดแล้วถอดเอาหัวตัดออกมาเก็บ

2.11 ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข

ลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากงานเชื่อมแก๊สมีดังนี้

1. รอยเชื่อมเกย (Overlap)

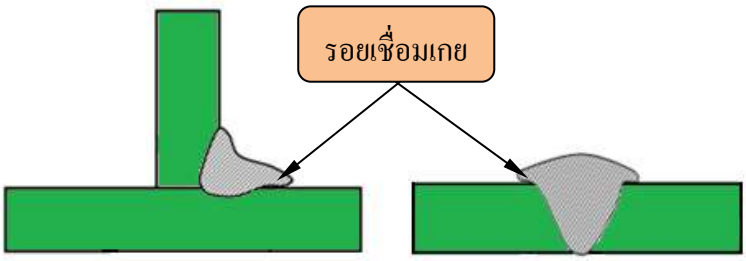
รอยเชื่อมเกยเป็นลักษณะของเนื้อรอยเชื่อมที่ไม่มีการหลอมรวมเป็นเนื้อเดียวกันกับชิ้นงาน และนูนเกินผิวของชิ้นงาน หรือล้นออกจากแนวของรอยเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 2.152

สาเหตุ

1. การหลอมละลายของลวดเชื่อมและชิ้นงานไม่สัมพันธ์กัน
2. ปรับเปลวไฟเชื่อมไม่ถูกต้อง
3. ขนาดของหัวทิพเล็กเกินไป

วิธีแก้ไข

1. เลือกขนาดของหัวทิพให้เหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน
2. ปรับเปลวไฟเชื่อมให้ถูกต้อง



รูปที่ 2.152 แสดงลักษณะการรอยเชื่อมเกย

2. การแหว่งขอบแนวเชื่อม (Undercut)

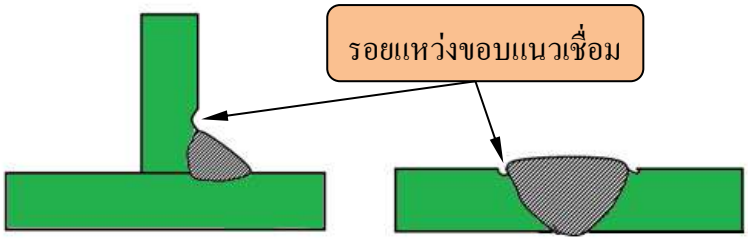
รอยแหว่งขอบแนวเชื่อม เป็นจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นบริเวณขอบของรอยเชื่อมที่มีลักษณะเป็นร่องเนื่องจากการกัดเซาะของน้ำโลหะขณะทำเกิดการหลอมเหลวของโลหะงานถูกการกัดเซาะเกิดเป็นรอยแหว่งขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.153

สาเหตุ

1. ขนาดของหัวทิพใหญ่เกินไป
2. ปรับเปลวไฟเชื่อมมีปริมาณความร้อนสูงเกินไป

วิธีแก้ไข

1. เลือกหัวทิพให้เหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน
2. ปรับเปลวไฟเชื่อมให้ถูกต้อง



รูปที่ 2.153 แสดงลักษณะการรอยแหว่งขอบแนวเชื่อม

3. รอยเชื่อมเว้าเกินไป (Insufficiency Throat)

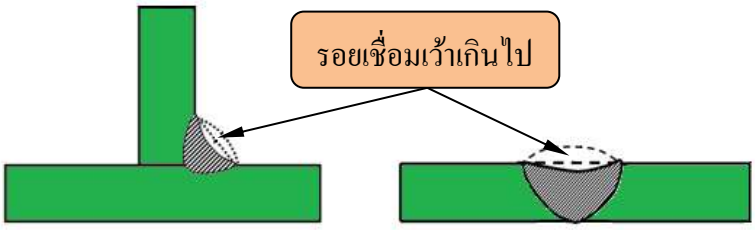
รอยเชื่อมเว้าเกินไป หรือรอยเว้าต่ำ เป็นลักษณะรูปร่างรอยเชื่อมที่มีผิวเว้าต่ำกว่าขนาดโทรทที่กำหนดในการเชื่อมรอยต่อฉาก ดังแสดงในรูปที่ 2.154

สาเหตุ

1. ใช้เทคนิควิธีการเชื่อมไม่ถูกต้อง
2. ใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมเร็วเกินไปทำให้การเติมลวดเชื่อมไม่เพียงพอ

วิธีแก้ไข

1. ปรับเทคนิคการเชื่อมให้เหมาะสม เช่น มุมหัวทิพเชื่อม ความเร็ว และการส่ายหัวทิพเชื่อม
2. เดินลวดเชื่อมให้ช้าลง เพื่อให้มีการเติมเนื้อเชื่อมได้อย่างสมบูรณ์



รูปที่ 2.154 แสดงลักษณะรอยเชื่อมเว้าเกินไป

4. รอยเชื่อมนูนเกินไป (Convexity)

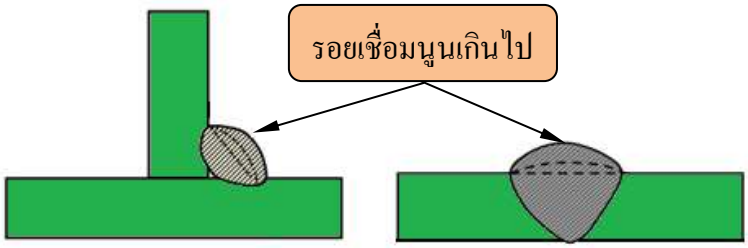
รอยเชื่อมนูนเกินไปเป็นลักษณะของรอยเชื่อมที่มีรูปทรงนูนเกินความต้องการ ถือเป็นรอยเชื่อมที่ไม่สมบูรณ์อีกแบบหนึ่งที่ไม่ควรให้เกิดขึ้น เพราะจะเป็นการเพิ่มพื้นที่ของรอยเชื่อมเกินความจำเป็น ดังแสดงในรูปที่ 2.155

สาเหตุ

1. ใช้เทคนิควิธีการเชื่อมไม่ถูกต้อง
2. วางมุมหัวทิพเชื่อมไม่ถูกต้อง
3. ไม่ส่ายหัวทิพเชื่อม

วิธีแก้ไข

1. ปรับมุมลวดเชื่อมให้ถูกต้อง
2. ปรับเทคนิคการเชื่อมให้เหมาะสม เช่น มุมหัวทิพเชื่อม ความเร็ว
3. การส่ายหัวทิพเชื่อมให้ถูกต้อง



รูปที่ 2.155 แสดงลักษณะรอยเชื่อมนูนเกินไป

3. การหลอมไม่สมบูรณ์ (Lack of fusion)

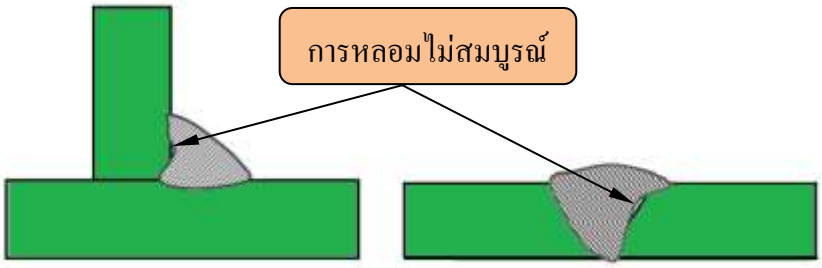
การหลอมไม่สมบูรณ์เป็นลักษณะของเนื้อรอยเชื่อมไม่หลอมเป็นเนื้อเดียวกับชิ้นงานหรือจุดบกพร่องซึ่งเกิดขึ้นในรอยเชื่อมแต่ละรอยที่ซ้อนกันอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.156

สาเหตุ

1. เลือกใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท
2. เดินแนวเชื่อมเร็วเกินไป
3. ใช้ลวดขนาดโตกว่าของร่องห่าง (Root opening) มากเกินไป
4. ปรับเปลวไฟเชื่อมมีปริมาณความร้อนน้อยเกินไป
5. มุมลวดเชื่อมหรือการส่ายลวดไม่ถูกต้อง

วิธีแก้ไข

1. เลือกลวดเชื่อมที่มีส่วนผสมสามารถเชื่อมซึมลึกได้ดี
2. ลดความเร็วในการเคลื่อนที่ให้ช้าลง
3. ใช้ลวดเชื่อมที่มีขนาดเล็กให้เหมาะสมกับการเตรียมชิ้นงาน
4. ปรับเปลวไฟให้ปริมาณความร้อนสูงขึ้น
5. ปรับมุมลวดเชื่อมให้ถูกต้อง



รูปที่ 2.156 แสดงลักษณะการหลอมไม่สมบูรณ์

4. ขอบงานเยื้อง (Mish match)

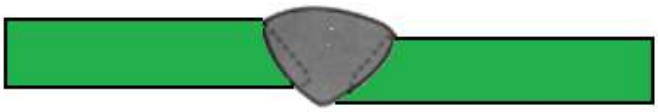
ขอบงานเยื้อง เป็นจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเตรียมงานไม่ดี ของผู้ปฏิบัติงานเอง ดังแสดงในรูปที่ 2.157

สาเหตุ

1. การเตรียมชิ้นงานไม่ดีพอ
2. รอยเชื่อมยึดไม่แข็งแรง
3. พื้นรองงานไม่เรียบ

วิธีแก้ไข

1. ต้องเตรียมชิ้นงานเชื่อมอย่างถูกต้องและได้มาตรฐาน
2. เชื่อมยึดชิ้นงานให้แข็งแรงก่อนทำการเชื่อม
3. จัดพื้นรองงานให้เรียบเสมอกัน



รูปที่ 2.157 ลักษณะขอบงานเยื้อง

5. การบิดงอ (Distorsion)

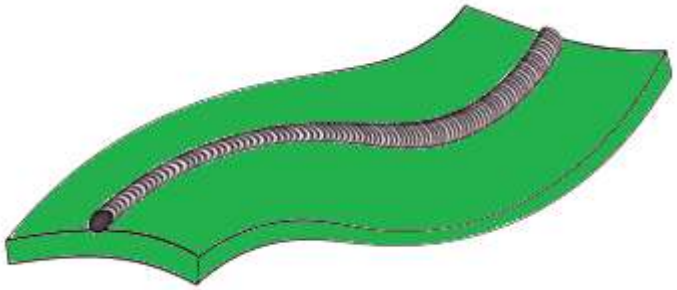
การบิดงอ เป็นจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นได้ง่าย มักพบกับชิ้นงานเชื่อมประเภทงานบางและโลหะที่มีคุณสมบัติในการขยายตัวได้เร็ว ดังแสดงในรูปที่ 2.158

สาเหตุ

1. ให้ความร้อนไม่สม่ำเสมอ
2. ให้ความร้อนมากเกินไป
3. เตรียมรอยต่อไม่เหมาะสม
4. ใช้เทคนิคและวิธีการเชื่อมไม่เหมาะสม

วิธีแก้ไข

1. ใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน
2. เผื่อระยะที่จะหดหรือขยายตัวของชิ้นงาน
3. ขจัดความเครียดออกจากชิ้นงานที่ผ่านการแปรรูปจะช่วยลดการฟิตตัวได้
4. ปรับเทคนิคและวิธีการเชื่อมให้เหมาะสมกับขนาดและความหนาของชิ้นงานเชื่อม



รูปที่ 2.158 แสดงลักษณะการบิดงอของชิ้นงาน

สรุป

งานตัดเหล็กด้วยแก๊สเกิดจากการให้ความร้อนด้วยเปลวไฟจากหัวตัด ซึ่งเกิดจากการผสมกันระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สเชื้อเพลิง แต่ชิ้นงานบริเวณที่ต้องการตัดจนมีอุณหภูมิสูงถึงจุดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation) อย่างรวดเร็ว แล้วพ่นแก๊สออกซิเจนที่มีแรงดันสูงเข้าไป ณ จุดที่ต้องการตัดนั้น ชิ้นงานก็จะถูกตัดขาดออกจากกัน สำหรับแก๊สที่ใช้ในการเผาชิ้นงานนั้นมีหลายชนิด เช่น แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Gas) แก๊สโพรเพน (Propane Gas) แก๊สธรรมชาติ (Natural Gas) แก๊สไฮโดรเจน (Hydrogen Gas

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย : งานโลหะแผ่น **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานตัดตรง

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	การตัดตรง	×				
2	ข้อบกพร่องในงานตัดตรงและวิธีการแก้ไข	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานตัดตรง **ระดับชั้น** : ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. บอกความปลอดภัยและเครื่องมือเครื่องจักรในงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นได้	×						
2. บอกความปลอดภัยในการจัดเก็บและเคลื่อนย้ายโลหะแผ่นได้	×						
3. บอกความปลอดภัยในการปฏิบัติงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น	×						

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 12
	หน่วยที่ 3 งานโลหะแผ่น	**เวลา** 4 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100-1004	งานตัดตรง	

สาระการเรียนรู้

3.1 ความปลอดภัยและเครื่องมือเครื่องจักรในงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

3.2 ความปลอดภัยในการจัดเก็บและเคลื่อนย้ายโลหะแผ่น

3.3 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความปลอดภัยและเครื่องมือเครื่องจักรในงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นได้
2. บอกความปลอดภัยในการจัดเก็บและเคลื่อนย้ายโลหะแผ่นได้
3. บอกความปลอดภัยในการปฏิบัติงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน
3. สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน
4. นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติ สรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน (ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย (ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2.ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ชื่องาน : งานเริ่มต้นอาร์กหรือเชื่อมจุด

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษยสัมพันธ์	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**20**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ 5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 3	เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น	เวลา 1 ชั่วโมง

3. ความปลอดภัยและเครื่องมือเครื่องจักรในงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

3.1 ความหมายของความปลอดภัย

ความปลอดภัยหมายถึงการดูแลป้องกันควบคุมให้รอดพ้นปราศจากอุบัติภัยซึ่งอาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินในการปฏิบัติงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นผู้ปฏิบัติงานต้องให้ความสำคัญกับ ความปลอดภัยในการทำงานเป็นอันดับแรก เพราะงานด้านนี้ต้องปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับเครื่องมือเครื่องจักร ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้อาจเกิดอันตราย หรืออุบัติเหตุต่างๆได้ สาเหตุสำคัญของความไม่ปลอดภัยในการทำงานมักเกิดจากสาเหตุหลักๆดังนี้

3.1.1 สาเหตุจากผู้ปฏิบัติงานขาดการวางแผนงานไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนวิธีการทำงานขาดความรอบคอบ ประมาท เลินเล่อแต่งกายไม่รัดกุมไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตราย เลือกใช้เครื่องมือ เครื่องจักรไม่เหมาะสมกับลักษณะงาน

3.1.2 สาเหตุจากเครื่องมือเครื่องจักรก่อนการปฏิบัติงานต้องตรวจสอบ เครื่องมือ เครื่องจักรให้มีความสมบูรณ์ ไม่ชำรุด มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายหากเกิดข้อผิดพลาดจากการทำงานเกิดขึ้น

3.1.3 สาเหตุจากสภาพแวดล้อม ในโรงงาน หรือบริเวณปฏิบัติงานสภาพบรรยากาศในการทำงานต้องเหมาะสมเช่น แสงสว่างต้องเพียงพอ เสียงดังไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด ฝุ่นละอองมาก เหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุที่อาจเกิดความไม่ปลอดภัยในการทำงาน

3.2 ความปลอดภัยในการจัดเก็บและเคลื่อนย้ายโลหะแผ่น

การทำงานผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการขึ้นรูปจากโลหะแผ่น วัสดุที่จะนำมาขึ้นรูปส่วนใหญ่จะถูกตัดมาเป็นแผ่น หรือเป็นม้วน อันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขณะจัดเก็บหรือเคลื่อนย้ายวัสดุเพื่อนำไปผ่านขบวนการขึ้นรูปคือการได้รับบาดเจ็บจาก คมครีบแหลมของมุมและขอบโลหะแผ่นดังนั้นเมื่อต้องจัดเก็บหรือเคลื่อนย้ายวัสดุโลหะแผ่นจึงควรปฏิบัติดังนี้

3.2.1 สวมถุงมือ และสวมใส่ชุดทำงานให้รัดกุม ดังภาพที่ 1.1

รูปที่ 3.1 ผู้ปฏิบัติงานสวมชุดทำงานได้เหมาะสม

3.2.2 การเคลื่อนย้ายโลหะแผ่นที่เป็นม้วนให้จับม้วนโลหะแผ่นตั้งขึ้นใช้มือเอียงม้วนโลหะแผ่นแล้วใช้มืออีกข้างจับประคองหมุนม้วนโลหะให้เคลื่อนที่ไปตาม และควรสวมถุงมือให้เรียบร้อยในขณะที่เคลื่อนย้ายแผ่นโลหะ ดังภาพที่ 3.2

รูปที่ 3.2 สวมถุงมือเมื่อจับและเคลื่อนย้ายโลหะแผ่น

3.2.3 ขณะคลี่ม้วนโลหะแผ่นให้ระวังอย่าจับตรงมุมของแผ่นโลหะเพราะมีความแหลมคมมาก อาจทิ่มหรือบาดมือได้ ดังภาพที่ 3.3

รูปที่ 3.3 แสดงการขณะคลี่ม้วนโลหะแผ่น

3.2.4 บริเวณที่จะคลี่โลหะแผ่นต้องไม่มีใครยืนอยู่ใกล้ๆเพราะขณะคลี่แผ่นโลหะจะมีแรงดีดมาก ต้องใช้มือและเข่ากดม้วนโลหะแผ่นให้ยุบลงเล็กน้อยเพื่อป้องกันแรงดีดจากม้วนโลหะแผ่น

3.2.5 แผ่นโลหะที่เหลือหรือไม่ต้องการใช้งานต่อไปให้ม้วนเก็บ มัดด้วยลวด หรือเชือก ให้แข็งแรงป้องกันการดีดตัวของโลหะแผ่น โดยให้ปมมัดลวดอยู่ด้านตรงข้ามกับปลายของแผ่นโลหะ ดังภาพที่ 3.4

รูปที่ 3.4 แสดงการเก็บแผ่นโลหะ

3.3 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

การปฏิบัติงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นนั้นต้องอาศัยเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ช่วยเพื่อขึ้นรูปงานผลิตภัณฑ์ให้มีรูปร่างตามแบบที่กำหนดไว้ ซึ่งกระบวนการขึ้นรูปงานผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันบ่อยจนเป็นพื้นฐานก็คือ การตัด การพับ การม้วน การตี การรีด การเจาะ ล้วนต้องใช้เครื่องมือและเครื่องจักรทั้งสิ้นถ้าผู้ปฏิบัติงานขาดความรู้ ขาดทักษะ หรือใช้เครื่องมือเครื่องจักรไม่เหมาะสมกับลักษณะของงานอาจเกิดอันตรายในขณะทำงานได้ อันตรายที่พบและมักเกิดขึ้นได้แก่ เครื่องตัดนิ้ว เครื่องบีบมือ, ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกระแทรกศีรษะ, เครื่องจักรเหยียบเท้า, เครื่องจักรหมุนเสื้อผ้าเข้าไปติดกับเครื่อง เป็นต้น เพื่อให้เกิดความปลอดภัย และเป็นการป้องกันอันตรายจากการทำงาน ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติดังนี้

31.3.1 สวมใส่ชุดปฏิบัติงาน ให้รัดกุมไม่รุ่มร่าม และสวมรองเท้านิรภัยทุกครั้งเมื่อต้องทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร ดังภาพที่ 3.5

รูปที่ 3.5 ผู้ปฏิบัติงานสวมสวมรองเท้านิรภัยทุกครั้ง

3.3.2 เลือกใช้เครื่องมือ เครื่องจักรให้ตรงตามหน้าที่และลักษณะการทำงานเช่น ใช้ค้อนตีหรือเคาะโลหะแผ่นให้เรียบ ดังภาพที่ 3.6

รูปที่ 3.6 แสดงการตัดชิ้นงานด้วยกรรไกร

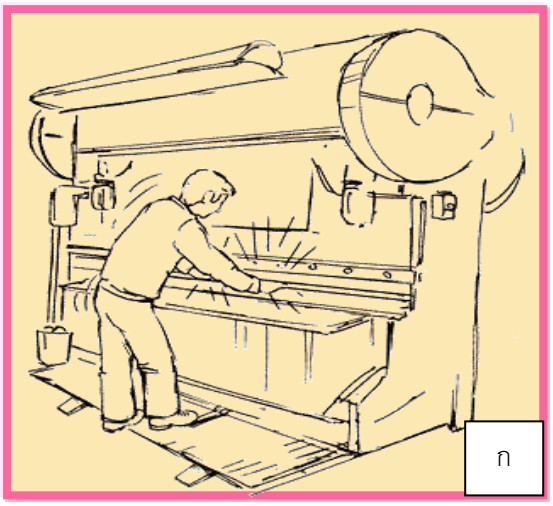
3.3.3 ไม่ควรใช้บรรทัดเหล็กไปงัดกับอุปกรณ์อื่น เช่นนำไปงัดเปิดกระป๋องสี เป็นต้น

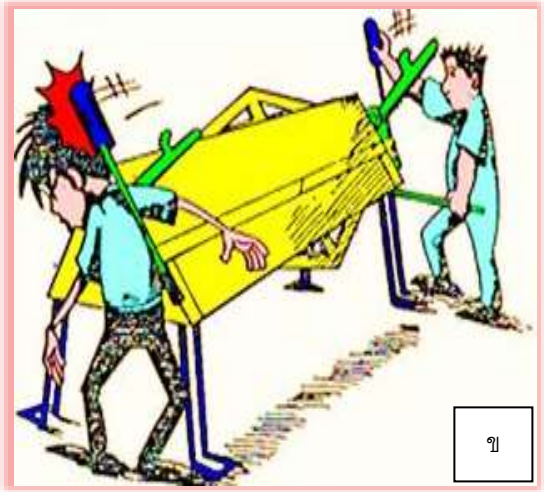
3.3.4 ไม่ควรใช้กรรไกรตัดแผ่นงานที่มีความหนามากเกินไปเพราะอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บจากแรงบีบกดที่มากเกินไปได้ ดังภาพที่ 3.7

รูปที่ 3.7 แสดงการตัดชิ้นงานด้วยกรรไกร

3.3.5 ไม่ควรใช้เหล็กขีด หรือเหล็กถ่ายแบบแทนเหล็กตอกนำศูนย์

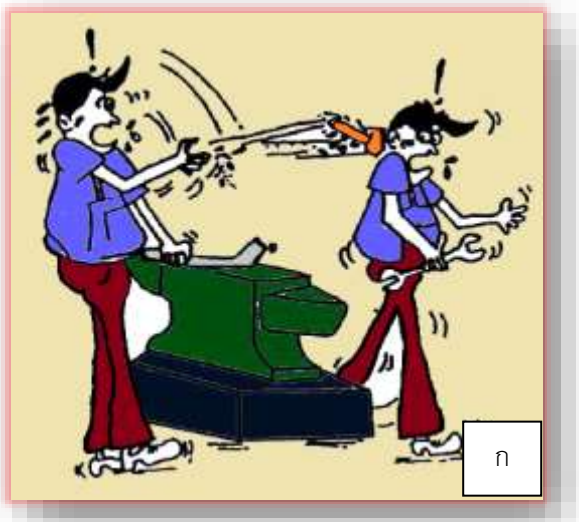
3.3.6 เมื่อต้องใช้เครื่องตัด เครื่องพับ เครื่องม้วน ต้องระวังอวัยวะของร่างกายให้พ้นจากการหมุนหรือให้พ้นจากรัศมีการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ ดังภาพที่ 3.8 ก และ ข





รูปที่ 3.8 อุบัติเหตุจากการทำงานเครื่องพับ

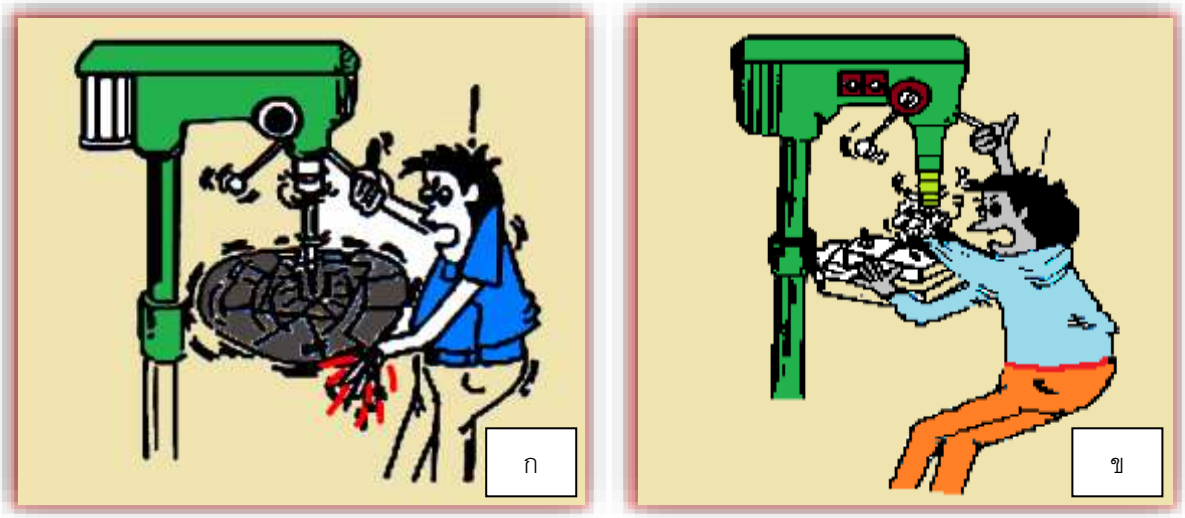
3.3.7 ไม่ใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักรที่ชำรุดเพราะอาจได้รับอันตรายได้และไม่ควรนำเครื่องมือและอุปกรณ์ของมีคมใส่ไว้ในกระเป๋ากางเกง เช่น ไขควง เหล็กขีด เพราะขณะปฏิบัติงาน อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อตนเองและผู้ปฏิบัติงานข้างเคียง ดังภาพที่ 3.10 ก และ ข



รูปที่ 3.9 อุบัติเหตุจากการใช้เครื่องมือชำรุด

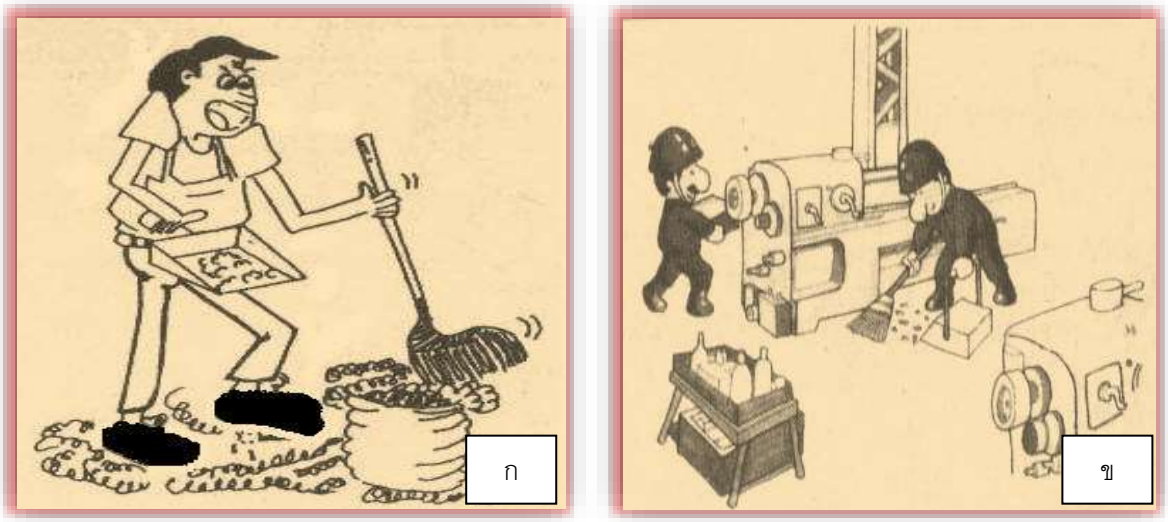
รูปที่ 3.10 แสดงการไม่ควรนำเครื่องมือและอุปกรณ์ใส่ไว้ในกระเป๋ากางเกง

3.3.8 ห้ามใส่เครื่องประดับและควรสวมชุดให้รัดกุม ขณะใช้เครื่องเจาะเพราะเครื่องประดับอาจเกี่ยวหรือพันกับสว่านทำให้เกิดอันตรายได้ และไม่ควรจับชิ้นงานด้วยมือเปล่า เมื่อต้องการเจาะแผ่นโลหะด้วยเครื่องเจาะ อาจทำให้ชิ้นงานหลุดมือได้ ดังภาพที่ 3.11 ก และ ข



รูปที่ 3.11 อุบัติเหตุจากการทำงาน เครื่องเจาะสว่าน

3.3.9 ปฏิบัติตามคำแนะนำและวิธีการใช้เครื่องมือเครื่องจักรอย่างเคร่งครัด จัดเก็บ และทำความสะอาดเครื่องมือเครื่องจักรทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน เพื่อลดอุบัติเหตุจากการทำงานได้ ดังภาพที่ 3.12 ก และ ข



รูปที่ 3.12 ทำความสะอาดเครื่องมือเครื่องจักรทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต
ชื่อหน่วย : งานโลหะแผ่น **ระดับชั้น** : ปวช.
ชื่องาน : งานตัดโค้ง

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	การตัดโค้ง	×				
2	ข้อบกพร่องในงานตัดโค้งและวิธีการแก้ไข	×				

Resources A : Having ago yourself
B : Observation of the Job
C : Performer interviews
D : Simulation
E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานตัดโค้ง **ระดับชั้น** : ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
บอกความปลอดภัยและเครื่องมือเครื่องจักรในงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นได้	×						

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 13
	หน่วยที่ 3 งานโลหะแผ่น	**เวลา** 4 **ชั่วโม**ง
รหัสวิชา 20100-1004	งานตัดโค้ง	

สาระการเรียนรู้

3.4 ความปลอดภัยและเครื่องมือเครื่องจักรในงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยนี้แล้วนักเรียนสามารถบอกความปลอดภัยและเครื่องมือเครื่องจักรในงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นได้

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน
3. สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน
4. นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติ สรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน (ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย (ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. **ด้านความรู้**

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2.ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. **ด้านกิจนิสัย**

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานโลหะแผ่น

ชื่องาน : งานตัดโค้ง

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษยสัมพันธ์	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**20**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ 5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 3	เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น	เวลา 1 ชั่วโมง

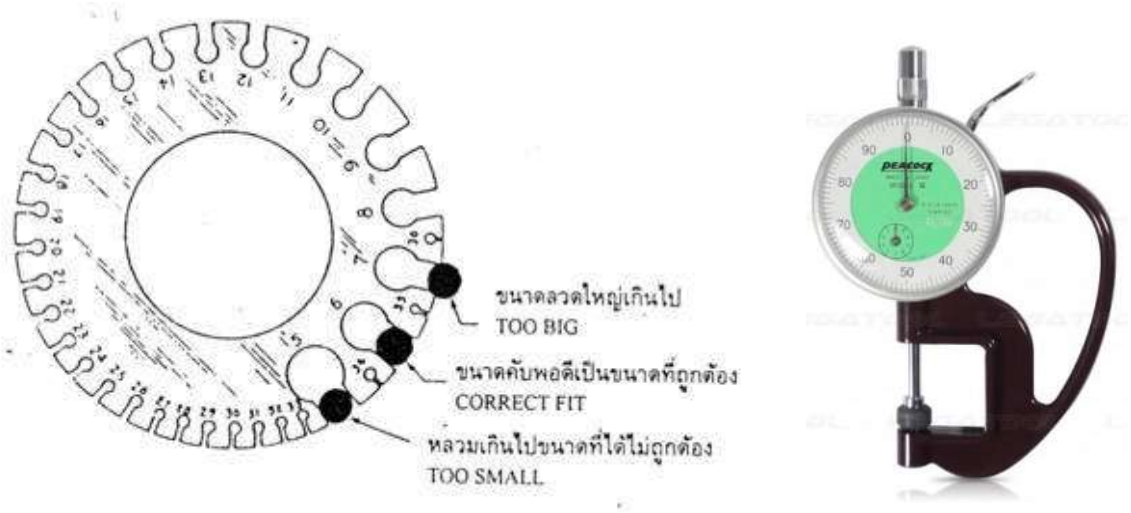
3.4 เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

ในกระบวนการผลิต งานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น นอกจากการศึกษาคุณสมบัติเพื่อเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมแล้ว เครื่องมือ เครื่องจักรตลอดจนอุปกรณ์ในการทำงานต้องมีความทันสมัย สามารถใช้งานได้ตามความต้องการ เพื่อให้งานที่ผลิตได้ประสบผลสำเร็จ มีคุณภาพ ซึ่งเครื่องมือเครื่องจักรพื้นฐานในงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นแบ่งตามลักษณะงานได้ดังนี้

3.4.1 เครื่องมือวัดและร่างแบบ

1. เกจวัดความหนาโลหะแผ่นทำจากเหล็กแผ่นกลม ซึ่งเป็นเหล็กแข็งอย่างดี มีลักษณะกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง $3\frac{1}{2}$ นิ้วและมีความหนาประมาณ $\frac{1}{8}$ นิ้ว ด้านหน้าของเกจวัดจะเจาะเป็นร่องเพื่อบอกความหนาของเหล็กเป็นตัวเลขจาก 0, 1, 2, 3 ..., 36 ส่วนด้านหลังของเกจวัดจะมีตัวเลขบอกเป็นทศนิยม เช่น ความหนาของโลหะแผ่นเบอร์ 16 จะหนาเท่ากับ 0.0625 นิ้ว หรือประมาณ $\frac{1}{16}$ นิ้ว ซึ่งเปรียบเทียบได้ดังนี้

นัมเบอร์	ความหนา หน่วยเป็นนิ้ว (หรือมิลลิเมตร)
1.1	0.0625 นิ้ว หรือประมาณ $\frac{1}{16}$ นิ้ว (1.5 มม.)
22	0.0312 นิ้ว หรือประมาณ $\frac{1}{32}$ นิ้ว (0.8 มม.)
28	0.0156 นิ้ว หรือประมาณ $\frac{1}{64}$ นิ้ว (0.47 มม.)



รูปที่ 3.20 เกจวัดความหนาโลหะแผ่น

2. บรรทัดเหล็ก เป็นเครื่องมือวัดอีกประเภทหนึ่งที่ใช้วัดความยาวและสำหรับขีดเส้นตรง มีความละเอียดค่อนข้างเหมาะสมกับงานด้านโลหะแผ่น ปัจจุบันนิยมทำด้วยสเตนเลส บรรทัดเหล็กแต่ละอันจะแบ่งความยาวออกเป็นช่วง ๆ แล้วแต่ระบบ เช่น ระบบอังกฤษ (นิ้ว) ระบบเมตริก(เซนติเมตร) หรืออาจมีทั้งสองระบบในบรรทัดเดียวกันก็ได้ ส่วนด้านของหลังบรรทัดเหล็กบางครั้งอาจมีตารางเปรียบเทียบความยาวของระบบเมตริกกับอังกฤษไว้ให้ความยาวของบรรทัดเหล็ก จะมีความยาวตั้งแต่ 6 นิ้ว (15 เซนติเมตร), 12 นิ้ว(30เซนติเมตร), 36 นิ้ว (100 เซนติเมตร) และ 48 นิ้ว (120 เซนติเมตร) เป็นต้น

รูปที่ 3.21 บรรทัดเหล็ก

3. บรรทัดพับ มีรูปร่างเหมือนกับบรรทัดเหล็กมีทั้ง 2 ระบบ แตกต่างกันตรงพับได้ เพื่อให้สั้นลงและสะดวกในการเก็บรักษา นิยมทำด้วยไม้ ทองเหลือง หรืออลูมิเนียม เป็นแผ่นเล็ก ใช้วิธีการต่อกันด้วยหมุดย้ำ ปัจจุบันไม่นิยมใช้เพราะหมุดย้ำมักจะหลวมเนื่องจากการใช้งาน จึงทำให้การวัดขนาดผิดพลาดได้

4. ตลับเมตร เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวัดชิ้นงาน วัสดุ หรือระยะทางอย่าหยาบ ๆ สะดวกในการวัดงานยาว ๆ โดยปลายจะมีตะขอเกี่ยวชิ้นงานและสามารถม้วนเก็บได้สะดวก เพราะทำจากเหล็กสปริงและมีปุ่มบังคับไม่ให้เคลื่อนที่เข้าออกได้ตามต้องการ ขนาดที่นิยมใช้มีตั้งแต่ 2 เมตร ถึง 5 เมตร สเกลสำหรับวัดมีทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบอังกฤษ (นิ้ว) และระบบ เมตร (เซนติเมตร)

รูปที่ 3.22 ตลับเมตร

5. ฉากเหล็ก

เป็นเครื่องมือที่ทำจากเหล็กเครื่องมือชุบแข็งใช้สำหรับร่างแบบหรือวัดมุมฉากเหล็กที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่น จะมีความยาว 24 x 18 นิ้ว

รูปที่ 3.23 ฉากเหล็ก

6. ฉากผสม เป็นเครื่องมือที่รวมเครื่องมือหลาย ๆ อย่างเข้าไว้ด้วยกันเพื่อประโยชน์ใช้งานอย่างกว้าง ๆ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังรูป

หัววัดมุมฉาก เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากในการร่างแบบ ใช้สำหรับวัดมุม 45 และ 90 องศา มีระดับน้ำสำหรับวัดระดับชิ้นงานในแนวระนาบ สามารถเคลื่อนที่ไปมาในบรรทัดได้ การปรับระยะหรือเลื่อนตำแหน่งของหัวมุมฉากทำได้โดยการขันหรือคลายและจะมีเหล็กขีดอยู่ในตัวด้วย

หัวปรับแบ่งมุม เป็นเครื่องมือที่วัดหรือร่างแบบให้เป็นมุมต่าง ๆ โดยเริ่มตั้งแต่มุม 0 ถึง 180 องศา นอกจากนี้ ยังใช้วัดระยะได้ตามต้องการ การใช้ให้ใช้รวมกับใบบรรทัด หัวหาศูนย์กลาง ทำจากเหล็กหล่อรูปตัว V มีมุมรวม 90 องศา และมีร่องที่สามารถใส่ใบบรรทัด ให้เคลื่อนที่ไปมา
เพื่อร่างแบบและวัดระยะของชิ้นงานตามต้องการ

รูปที่ 3.24 ชุดฉากผสม

7. วงเวียน ใช้เขียนวงกลมหรือส่วนโค้งสำหรับงานโลหะแผ่น โดยเฉพาะงานร่างแบบจึงจำเป็นต้องทำให้ขาวงเวียนแหลมทั้งสองข้าง เพื่อยึดกับศูนย์กลางข้างหนึ่ง และปลายแหลมอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับเขียนส่วนโค้ง วงเวียนแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1) วงเวียนขาสปริง การปรับระยะห่างของปลายขาทั้งสองข้างของวงเวียนชนิดนี้ สามารถปรับได้โดยขันหรือคลายขาของวงเวียนจะเคลื่อนออกหรือเข้าหากันได้โดยสปริง จึงไม่ต้องดึงขาวงเวียนทั้งสองข้าง

รูปที่ 3.25 วงเวียนขาสปริง

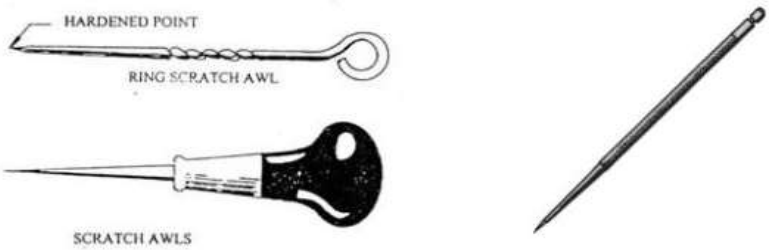
2) วงเวียนขาตาย การปรับระยะห่างของปลายขาทั้งสองข้างของวงเวียนชนิดนี้ สามารถปรับได้โดยขันหรือคลาย และดึงขาวงเวียนออกทั้งสอง ข้างให้ได้ ตามต้องการและจึงขันให้แน่

รูปที่ 3.26 วงเวียนขาตาย

3) วงเวียนเลื่อน เป็นวงเวียนที่ออกแบบไว้สำหรับใช้งานที่มีรัศมีของวงกลมโตกว่า 24 นิ้ว ทำด้วยอะลูมิเนียมสามารถเลื่อนได้บนแกนที่ทำด้วยเหล็ก

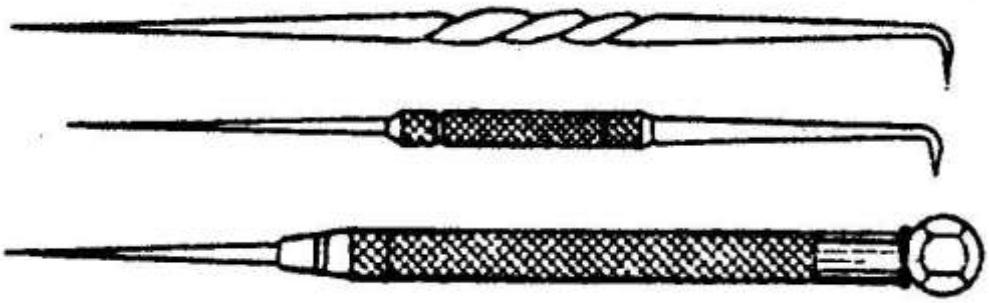
รูปที่ 3.27 วงเวียนเลื่อน

4) เหล็กขีด ทำหน้าที่คล้ายดินสอเพื่อขีดเขียนลงไปบนแผ่นโลหะในการร่างแบบต่าง ๆ เหล็กขีดจะต้องมีความแข็งกว่าโลหะแผ่น ส่วนมากจะนิยมใช้เหล็กกล้าคาร์บอน บริเวณปลายแหลมจะผ่านการชุบแข็งเพื่อให้ทนต่อการสึกหรอ



รูปที่ 3.28 เหล็กขีด

5) เหล็กถ่ายแบบ ใช้สำหรับทำเครื่องหมายถ่ายแบบต่าง ๆ จากกระดาษเขียนลงบนแผ่นโลหะเพื่อให้เกิดจุดหรือรอยลึกบนแผ่นโลหะเพื่อให้เกิดจุดศูนย์กลางการเขียนส่วนโค้งด้วยวงเวียน ทำจากเหล็กเครื่องมือมีลักษณะเป็นแท่งกลม สวนปลายจะเรียวแหลมทำมุม 30 องศา



รูปที่ 3.29 เหล็กถ่ายแบบ

6) เหล็กนำศูนย์ มีลักษณะคล้ายเหล็กถ่ายแบบทำด้วยเหล็กเครื่องมือเป็นแท่งกลม ส่วนปลายจะเรียวแหลมทำมุม 90 องศา

รูปที่ 3.30 เหล็กน้ำศูนย์

8. เครื่องมือขึ้นรูปด้วยมือ

ค้อน เป็นเครื่องมืออีกชนิดหนึ่งมีใช้กันมากในงานโลหะแผ่น และสามารถแยกออกเป็นประเภทต่าง ๆ แต่ละประเภทตามการใช้งาน

1) ค้อนหัวกลม เป็นค้อนที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป หัวด้านหนึ่งจะมีลักษณะเรียบ ใช้สำหรับเคาะหรือตอกเหล็กถ่ายแบบหรือนำศูนย์ ด้านหัวจะมลกลมใช้สำหรับเคาะย้ำหัวมุดย้ำ ขนาดที่นิยมใช้กันโดยส่วนมากคือขนาด 113 กรัม และ 170 กรัม

รูปที่ 3.31 ค้อนหัวกลม

2) ค้อนย้ำหัวหมุด ลักษณะของหัวค้อนจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผิวหน้านูนเล็กน้อย ขอบทั้งสี่ด้านลบมุมคม ส่วนด้านหัวค้อนเรียวเข้าหากันใช้สำหรับเคาะตะเข็บโลหะมีขนาดตั้งแต่ 133-850 กรัม

รูปที่ 3.32 ค้อนย้ำหัวหมุด

3) ค้อนย้ำตะเข็บ ลักษณะหัวค้อนเป็นรูปสี่เหลี่ยม ไม่ลบคม หัวด้านหน้าจะแบนเรียบ ส่วนด้านหลังจะเรียวเพียงด้านเดียวไว้สำหรับเคาะตะเข็บให้แน่นสวยงาม

รูปที่ 3.23 ค้อนย้ำตะเข็บ

4) ค้อนเคาะขึ้นรูป ลักษณะของค้อนชนิดนี้จะมีหัวค้อนที่มีรูปร่างแตกต่างกัน ใช้ขึ้นรูปโลหะแผ่นกลมโค้ง

รูปที่ 3.34 ค้อนเคาะขึ้นรูป

5) ค้อนหัวอ่อน หรือบางครั้งเรียกว่า Mallets
หัวของค้อนนี้จะทำจากวัสดุหลายชนิดทีมีความแข็งต่างกัน
และมีรูปร่างแตกต่างกันออกไปส่วนมากจะทำด้วยวัสดุประเภทไม้ พลาสติก ยาง หรือโลหะอ่อน เช่น อะลูมิเนียม หรือทองแดง เป็นต้น

รูปที่ 3.35 ค้อนยาง

9. เครื่องมือสำหรับตัดและเจาะรูโลหะแผ่น

กรรไกร สามารถแบ่งออกเป็นประเภทดังนี้

1) กรรไกรตัดตรง ใช้สำหรับตัดตรงแผ่นโลหะที่มีความหนาได้ถึงเบอร์ 18

รูปที่ 3.36 กรรไกรตัดตรงชนิดต่าง

2) กรรไกรตัดแบบผสม ใช้สำหรับตัดตรงหรือโค้งแผ่นโลหะที่มีความหนาได้ถึงเบอร์ 24 มีหลายขนาด

3) กรรไกรตัดโค้งใบตัดมีลักษณะโค้ง ใช้สำหรับตัดโค้งที่แผ่นเหล็กที่มีความหนาได้ถึงเบอร์ 22

รูปที่ 3.37 กรรไกรตัดโค้ง

4) กรรไกรแบบโทรเจน มีลักษณะใบตัดเล็กยาว สามารถใช้ตัดในที่แคบ ๆ ได้ ตัดได้ทั้งแนวตรงและแนวโค้ง ใช้ตัดแผ่นโลหะที่มีความหนาได้ถึงเบอร์ 20

5) กรรไกรเอวิเอชั่น จะมีอยู่ขนาดเดียว คือจะยาวทั้งหมดประมาณ 25 เซนติเมตร สามารถตัดโลหะแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 16 เป็นกรรไกรที่นิยมใช้มาก เพราะสามารถเลือกได้ 3 แบบ คือ กรรไกรตัดโค้งจากซ้ายไปขวา ด้ามสีเขียว การไกรตัดตรง ด้ามสีเหลือง และกรรไกรตัดโค้งจากขวาซ้าย ด้ามสีแดง

รูปที่ 31.38 กรรไกรโยก

10. เครื่องเจาะรูด้วยมือ (Hand Punch)

การเจาะรูบนโลหะแผ่นด้วยเครื่องเจาะรูด้วยมือเป็นการทำงานระหว่างแท่งพั๊นซ (Punch) กับดาย (Die)ซึ่งเป็นตัวรองรับเมื่อออกแรงกดแท่งพั๊นซ์จะทะลุผ่านดายทำให้ชิ้นงานเป็นรูตามขนาดความโตของแท่งพั๊นซ์ สามารถเจาะโลหะแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 16 และสามารถเจาะรูได้หลายขนาดโดยการเปลี่ยนขนาดของ Punch และ Die

รูปที่ 3.39 เครื่องเจาะรู้ด้วยมือ

11. เหล็กย้ำตะเข็บ

ทำด้วยเหล็กเครื่องมือ ใช้สำหรับย้ำตะเข็บเกี่ยวให้แน่น ลักษณะปลายข้างหนึ่งของเหล็กย้ำหัวตะเข็บจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และมีร่องขนาดต่าง ๆ เพื่อใช้ย้ำตะเข็บที่มีขนาดต่างกันส่วนด้ามจะมีขนาดเล็กและกลมไว้สำหรับสำหรับใช้ค้อนเคาะ

รูปที่ 3.40 ชุดเหล็กย้ำตะเข็บ

12. เหล็กย้ำหัวหมุด

ชุดหนึ่ง ๆ จะมีอยู่หลายขนาดขึ้นอยู่กับขนาดต่าง ๆ กัน ลักษณะจะเป็นแท่งเหล็กที่มีปลายด้านหนึ่งใช้สำหรับตอก ปลายอีกด้านหนึ่งเรียบเจาะรูลึกตามความยาวของแท่นเหล็กเพื่อกดแผ่นโลหะให้แน่น และปลายด้านเดียวกันนี้จะทำเป็นร่องบุ๋มครึ่งวงกลมไว้สำหรับย้ำขึ้นรูปปลายหมุดให้เป็นหัวกลม

รูปที่ 3.41 ชุดเหล็กย้ำหัวหมุด

13. คีมย้ำหมุด

ใช้สำหรับย้ำหมุดแบบป๊อบรีเวท ซึ่งมีหลายรูปแบบซึ่งเหมาะสมกับการทำงานในแต่ละอย่างต่างกันและสามารถเปลี่ยนหัวเพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของลูกรีเวทหรือ Pop Rivet ได้

รูปที 3.42 คีมยำหมุด

14. คีมพับตะเข็บ

ลักษณะคล้ายกับคีมทั่วไปปากจะแบบ กว้าง 3 ½ นิ้ว และลึก 1 นิ้ว ใช้สำหรับการพับแผ่นโลหะนั้นด้วยมือเมื่อแผ่นโลหะนั้นไม่สามารถพับได้ด้วยเครื่องจักรหรือใช้เวลาในการพับมาก เหมาะสำหรับพับตะเข็บข้อต่อของท่อส่งลม

รูปที่ 3.43 คีมพับตะเข็บ

15. แท่นขึ้นรูป

แท่นขึ้นรูปหรือที่เรียกว่า Stake ทำจากเหล็กชุบแข็งส่วนขาทำด้วยเหล็กอ่อนต่อกับตัวด้วยการเชื่อมมีรูปร่างต่าง ๆ กันหลายชนิด ได้ออกแบบมาเพื่อให้เหมาะสมกับงานแต่ละอย่าง จะมีขาเรียวเล็กน้อย ซึ่งใช้ใส่ในรูปแบบแผ่นรองรับได้พอดีในขณะใช้งาน

ในการย้ำหมุด การย้ำตะเข็บ การเข้าขอบลวด การขึ้นรูปงานรูปทรงต่าง ๆ ต้องอาศัยแท่นขึ้นรูปรองรับช่วยงานเสมอ โดยเฉพาะงานที่ไม่สามารถทำกับเครื่องจักรได้ ช่างโลหะแผ่นจะต้องรู้ถึงชนิดรูปร่างของแท่นขึ้นรูป เพื่อที่จะสามารถเลือกใช้ได้เหมาะสมกับรูปร่างและขนาดของงาน ส่วนต่าง ๆ ของแท่นขึ้นรูป ซึ่งมี ก้าน หัว และแขน ปกติจะมีขนาดมาตรฐาน ส่วนหัวและแขนจะเปลี่ยนรูปร่างและขนาดตามชนิดของแท่นขึ้นรูป

รูปที่ 3.44 โต๊ะรองแท่นขึ้นรูป Stand No.985

1) เบกฮอร์น (Beak horn Stake No.901) มีลักษณะปลายข้างหนึ่งเรียวสั้นและกว้างเป็นรูปกรวย อีกข้างมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าอาจเรียวเล็กใช้สำหรับขึ้นรูป ย้ำหัวหมุดและเข้าตะเข็บ ที่มีลักษณะงานเรียวทรงกระบอก เช่น รูปทรงกรวย และทรงสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ปกติใช้ขนาด 30 X 8 นิ้ว

รูปที่ 3.45 แสดงแท่นขึ้นรูปแบบเบกฮอร์น

2)โบรฮอร์น (Blow horn Stake No.925) มีปลายข้างหนึ่งตันกลมเรียวยาว ส่วนอีกข้างหนึ่งจะมีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กรูปสามเหลี่ยมกลางเรียวใหญ่และสั้น ซึ่งเรียกว่า Apron ใช้ในการขึ้นรูปงาน การย้ำหมุด และย้ำตะเข็บ ที่มีขนาดใช้กับ Needle case Stake ไม่ได้ ปกติ Blow horn Stake ใช้ขนาด 24 นิ้ว

รูปที่ 3.46 แสดงแท่นขึ้นรูปแบบโบรฮอร์น

3) คอนดัทเทอร์ (Conducor Stake No.971) มีแขนกลมยาว 2 ข้าง แต่ละขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน ใช้สำหรับการย้ำหมุด การขึ้นรูปงาน การย้ำตะเข็บงานท่อหรือรูปทรงกระบอกเล็ก ๆ ในโรงฝึกงานใช้ขนาด 24 นิ้ว

รูปที่ 3.47 แสดงแท่นขึ้นรูปแบบคอนดัทเทอร์

4) แคนเดินโมสลต์ (Candle Mould Stake No.956) ใช้ในการขึ้นรูปต่าง ๆ การย้ำหัวหมุด และการย้ำตะเข็บงานที่มีขนาดเล็กและเรียว โดยเฉพาะรูปกรวยหรือท่อเล็ก ๆ เพราะ Stake ชนิดนี้มีแขน (Horn) เล็กเรียวสองข้างขนาดและความยาวไม่เท่ากัน คือใช้ในโรงฝึกงานขนาด 24 นิ้ว

5) Needle case Stake (No.957) มีขนาดเล็กคือ
ปลายข้างหนึ่งกลมเรียวยาวส่วนอีกข้างหนึ่งเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว ใช้ในการขึ้นรูปที่เป็นท่อเล็ก ๆ รูปท่อเรียวงอ, ม้วนลวดเป็นรูปวงแหวนและรูปสี่เหลี่ยมใช้กับงานเล็ก ซึ่งเป็นงานละเอียด ปกติใช้ขนาด 16 นิ้ว

6) ครีซซิ่ง(Creasing Stake with horn No.927) แขน 2
ข้างของข้างหนึ่งเป็นแท่งรูปเหลี่ยมด้านบนผิวหน้ามีร่องไว้ 4-5 ร่องเพื่อทำรอยย่น หรือทำร่องแก่โลหะงาน รวมทั้งการตัดลวดการเข้าขอบลวดปลายอีกข้างหนึ่ง มีลักษณะกลมเรียวยาว
ใช้ในงานขึ้นรูปและเข้าตะเข็บทรงกรวยยาว แท่นขึ้นรูปชนิดนี้ยังสามารถใช้ในการขึ้นรูป การย้ำหมุด การเข้าตะเข็บเล็ก ๆ และงานที่มีรูปเรียวต่าง ๆ ในโรงฝึกงานใช้ขนนาด 16 นิ้ว

รูปที่ 3.48 แสดงลักษณะครีซซิ่ง

7) Hollow Mandrel Stake (No.910) มีขาสองด้าน เพื่อให้ผู้เลือกใช้แขนได้ตามความต้องการ เพราะเป็นแท่นยาว ด้านโค้งอีกด้านหนึ่งแบบ ความสามารถในการใช้งานคล้ายกับ Hollow Mandrel Stake เหมาะกับงานที่มีความยาวมากขึ้นหัวขึ้นรูป 4 หัวรูปร่างต่าง ๆ กันสำหรับสับเปลี่ยนและขา 2 ข้าง สามารถที่จะวางแขน

8) ดับเบิลซีม (Double Seaming Stake No. 921) มีแนวนอนหรือแนวตั้งก็ได้ โดยตามความต้องการใช้งานอื่นโดยทั่วไป โดยเฉพาะการย้ำหมุด และการเย็บตะเข็บในรูปงานโค้ง ในโรงฝึกงานใช้ขนาด 24 นิ้ว

รูปที่ 3.49 แสดงลักษณะ. Double Seaming Stake

9) ฮอลโลแมนเดล (Hollow Mandrel No.910)
เป็นแท่นขึ้นรูปที่มีร่องด้านใต้ยาวตลอดความยาวของตัวแท่น และมีสลักเกลียว เลื่อนได้ตลอด ซึ่งจะสามารถให้แท่นขึ้นรูปทำมุมและปรับความยาวต่าง ๆ ได้ ปลายข้างหนึ่งครึ่งวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สามารถที่จะทำการย้ำหมุดหรือตะเข็บท่อได้ ปลายอีกด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 6 x 9 นิ้ว มีขนาดความยาวที่ใช้กันสามขนาดคือ 40, 36 และ 60 นิ้ว

10) แฮทเชท(Hatchet Stake No.943) ลักษณะหัวเป็นขอบคมบาง และตรงบากมุมด้านเดียวตลอดความยาว ใช้สำหรับงอขอบที่คม พับมุม และขึ้นรูปต่าง ๆ การทำกล่องโดยใช้มือ มีขนาด12นิ้ว

รูปที่ 3.50 แสดงลักษณะแฮทเชท

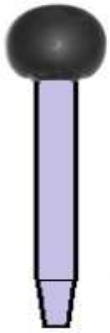
11) คอมมอนสแควร์ (Common Square Stake No.936) มีขายาว ตอนหัวเป็นรูปแท่นสี่เหลี่ยมแบน ใช้ในการปฏิบัติงานทั่ว ๆ ไป เช่น การย้ำหมุด การเม้มตะเข็บ, พับขึ้นรูปมีใช้อยู่ 2 ชนิดคือ แบบก้านงอเยื้องศูนย์ มีขางอไม่ตรงตลอดกับแบบ Common Square Stake จะมีขาตรงตลอดเป็นรูปสี่เหลี่ยมแบน ขนาดที่ใช้ในโรงฝึกงาน 2 x 4 นิ้ว

รูปที่ 3.51 แสดงลักษณะคอมมอนสแควร์

11. บีเวลเอจ (Bevel – Edge) เหมาะสำหรับการพับตะเข็บ 2 ชั้น (Double Seam) เครื่องมือชนิดนี้จะออกแบบก้านให้เยื้องศูนย์ หัวด้านบนเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นมุมฉาก ที่ขอบมุมฉากจะมีการบากความหนาให้เอียงกลับจากบนลงข้างล่างเล็กน้อย มีขนาด 62×112×150 มม.

รูปที่ 3.52 แสดงลักษณะบีเวลเอจ

13. ราวเฮด (Round Head Stake) ส่วนหัวมีลักษณะเป็นรูปร่างกลม ด้านบนผิวจะโค้งนูนเล็กน้อยใช้สำหรับเคาะขึ้นรูปทั่ว ๆ ไป ดังแสดงในรูปที่ 3.53



รูปที่ 3.53 แสดงลักษณะราวเฮด

14. คอบเปอร์สมิท (Copper Smith Stake) หัวมีลักษณะเป็นเหลี่ยม ส่วนอีกข้างมีลักษณะโค้งใช้สำหรับเคาะขึ้นรูปทั่ว ๆ ไป เช่นงานโค้ง งานเข้าตะเข็บ และงานย้ำหมุด ขนาด 68×112 มม.

รูปที่ 1.54 แสดงลักษณะคอบเปอร์สมิท

15. บอร์ททอม (Bottom Stake) มีลักษณะเป็นแท่งยาว
ส่วนหัวมีรูปร่างเหมือนพัดขนาดเล็กบากมุมด้านเดียวที่ขอบ
มีความโค้งเล็กน้อยเหมาะสำหรับพับขอบและครีบของก้นกระป๋องที่เป็นวงกลม ดังแสดงในรูปที่ 3.55

รูปที่ 3.55 แสดงลักษณะบอร์ททอม

14. เครื่องจักรที่ใช้ในงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

เครื่องตัด เป็นเครื่องจักรใช้สำหรับตัดโลหะแผ่นซึ่งมี 2 ลักษณะ คือเครื่องตัดตรง
เป็นเครื่องจักรใช้สำหรับตัดตรงแผ่นโลหะให้ขาดออกจากกัน สามารถตั้งระยะการตัดโดยการใช้เท้าเหยียบ
สามารถตัดแผ่นโลหะได้หนาถึงเบอร์ 18 มีขนาดที่นิยมใช้ คือ ขนาดความกว้าง 3 ฟุตและ 4 ฟุต
สำหรับงานตัดเพื่อการอุตสาหกรรมจะใช้เครื่องตัดไฮดรอลิกส์ที่มีโปรแกรมควบคุมสามารถตั้งค่าการตัดได้ถูกต้องแม่นยำ ตัดชิ้นงานที่มีความหนามากได้

รูปที่ 3.56 เครื่องตัดชนิดเท้าเหยียบ

เครื่องพับ เป็นเครื่องจักรที่ช่วยการทำงานโลหะแผ่นเกี่ยวกับการพับขึ้นรูปได้อย่างรวดเร็ว เพื่อเป็นมุมต่าง ๆ ตามต้องการ และมีขนาดหลายรูปแบบเครื่องพับที่นิยมใช้กันมีอยู่

รูปที่ 3.57 เครื่องพับ

เครื่องม้วน
เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการตัดโลหะแผ่นหรือม่วนให้เป็นรูปทรงกระบอกหรืออาจม้วนขึ้นเป็นท่อเรียงก็ได้ โดยการหมุนลูกกลิ้ง 3 ลูก ซึ่งเป็นโลหะแท่งกลมตัน ลูกกลิ้งหน้า 2 ลูก จะดึงแผ่นโลหะเข้ามา ส่วนลูกกลิ้งตัวที่ 3 ที่อยู่ด้านล่างจะกดชิ้นงานให้โค้งงอตามต้องการ
โดยการขันสกรูนัตด้วยมือและด้านข้างของลูกกลิ้งจะมีร่องไว้สำหรับม้วนชิ้นงานที่เป็นเส้นได้อีกด้วย สามารถม้วนโลหะแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 16 และเส้นลวดหรือเหล็กเส้นขนาด นิ้ว

รูปที่ 3.58 เครื่องม้วน

สรุป

การให้ความสำคัญในเรื่องของความปลอดภัย เพื่อป้องกันร่างกาย ชีวิต และทรัพย์สิน ในขณะปฏิบัติงาน ไม่ให้เกิดอุบัติเหตุหรือเกิดความเสียหาย ผู้ปฏิบัติงานต้องฝึกให้เป็นกิจนิสัย มีความรอบคอบ ตั้งสติให้ดี มีการวางแผนก่อนการทำงาน และปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ถูกวิธีก็จะทำให้งานนั้นสำเร็จและมีคุณภาพ

การศึกษาหน้าที่การทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญ เพราะถ้ามีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือเครื่องจักรดี สามารถเลือกกระบวนการผลิตที่มีความสัมพันธ์กับวัสดุ ผลงานของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความถูกต้องตามแบบ สวยงาม ใช้เวลาในการทำงานน้อย มีผลกำไรถ้าผลิตเพื่อการค้า ช่างผู้ทำงานเกี่ยวข้องกับงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นจึงต้องมีความรู้เรื่อง ความปลอดภัย ชนิด ขนาด คุณสมบัติ เครื่องมือ เครื่องจักร ขั้นตอนการทำงานเกี่ยวกับโลหะแผ่นให้ดีศึกษาและพัฒนาแสวงหาความรู้และเทคนิคการทำงานใหม่ๆเสมอเพื่อผลิตงานให้มีคุณภาพเป็น

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต :** 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย : งานโลหะแผ่น **ระดับชั้น :** ปวช.

ชื่องาน : งานพับขอบ

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	งานพับขอบ	×				
2	ข้อบกพร่องในงานพับขอบและวิธีการแก้ไข	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานพับขอบ **ระดับชั้น** : ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. บอกการพับขอบงานได้	×						
2. บอกการเข้าขอบลวดได้	×						
3. บอกการเสริมขอบด้วยเหล็กเส้นแบบได้	×						
4. บอกการเสริมขอบงานด้วยฉากได้	×						
5. บอกการพับตะเข็บได้	×						

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 14
	หน่วยที่ 3 งานโลหะแผ่น	**เวลา** 4 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 2100-1005	งานพับขอบ	

สาระการเรียนรู้

3.5 การพับขอบงาน

3.6 การเข้าขอบลวด (Wired edge)

3.7 การเสริมขอบด้วยเหล็กเส้นแบบ (Flat Iron Edge)

3.8 การเสริมขอบงานด้วยฉาก (Angle Bar Edge)

3.9 การพับตะเข็บ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกการพับขอบงานได้
2. บอกการเข้าขอบลวดได้
3. บอกการเสริมขอบด้วยเหล็กเส้นแบบได้
4. บอกการเสริมขอบงานด้วยฉากได้
5. บอกการพับตะเข็บได้

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน
3. สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน
4. นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติ สรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน (ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย (ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2.ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานโลหะแผ่น

ชื่องาน : งานพับขอบ

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีนิสัยสัมพันธ์	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**20**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ 5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 3	เรื่อง งานโลหะแผ่น	เวลา 1 ชั่วโมง

3. เทคนิควิธีการผลิตงานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น

3.5 การพับขอบงาน

งานผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปด้วยโลหะแผ่นบาง จำเป็นต้องพับขอบงาน เพื่อให้เกินความสวยงาม ไม่มีมุมที่แหลมคม ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง คงทน คงรูปได้นาน มีอายุการใช้งานนานนอกจากนี้ยังมีการเข้าลดสำหรับงานที่ต้องการความแข็งแรงมากขึ้น การพับขึ้นรูปงานผลิตภัณฑ์โลหะได้ 2วิธี คือการพับด้วยมือ และการพับด้วยเครื่องจักร การพับขอบงานมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การพับขอบงานชั้นเดียว (Single Hem) และการพับขอบงานสองชั้น (Double Hem)

3.5.1 การพับขอบชั้นเดียว (Single Hem)

เป็นการพับขอบงาน เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์ และเพิ่มความปลอดภัยกับผู้ใช้งาน เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก ซึ่งไม่ต้องการความแข็งแรงมาก
การพับขอบชั้นเดียวก็เพียงพอกับโครงสร้าง และการใช้งานของผลิตภัณฑ์นี้แล้ว

สูตรการหาระยะความเผื่อของการพับขอบชั้นเดียว

สูตรการหาระยะเผื่อ A = W

ถ้ากำหนดให้ A (Allowance) = ระยะเผื่อตะเข็บ

W (Width) = ความกว้างของตะเข็บที่ต้องการ

จากสูตร A = W

แทนค่า A = 5 มิลลิเมตร

ตัวอย่าง การพับขอบงานชั้นเดียว (Single Hem) ต้องการความกว้าง 5 มม. ดังนั้นระยะเผื่อเท่ากับ 5 มม. จากสูตร **A = W**แทนค่าจากสูตร A = 5 มม.

รูปที่ 3.67 แสดงขอบพับขอบชั้นเดียว (Single Hem)

3.5.2 การพับขอบสองชั้น (Double Hem)

วิธีการพับมีลักษะคล้ายกับการพับขอบชั้นเดียว แต่ต้องพับเข้ามาเป็นสองชั้น เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้มากขึ้น ระยะเผื่อ เท่ากับสองเท่าของตะเข็บ

สูตรการหาระยะเผื่อของตะเข็บสองชั้น A = 2 x W

A (Allowance) = ระยะเผื่อตะเข็บ

W (Width) = ความกว้างของตะเข็บที่ต้องการ

ตัวอย่าง

การพับขอบงานสองชั้น (Double Hem) ต้องการตะเข็บความกว้าง 5 มิลลิเมตรหาระยะเผื่อของการพับของการพับตะเข็บสองชั้นได้ ดังนี้

จากสูตรการหาระยะเผื่อของตะเข็บสองชั้น A = 2 x W

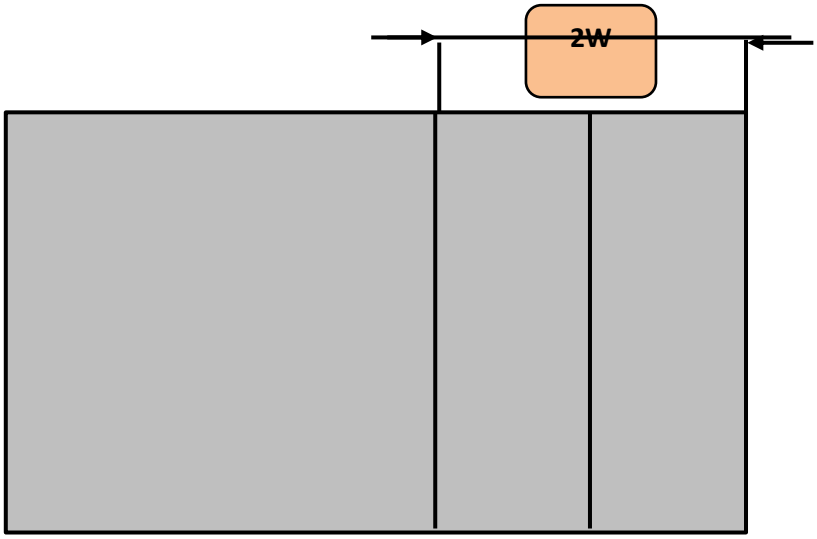
แทนค่า A = 2 x 5

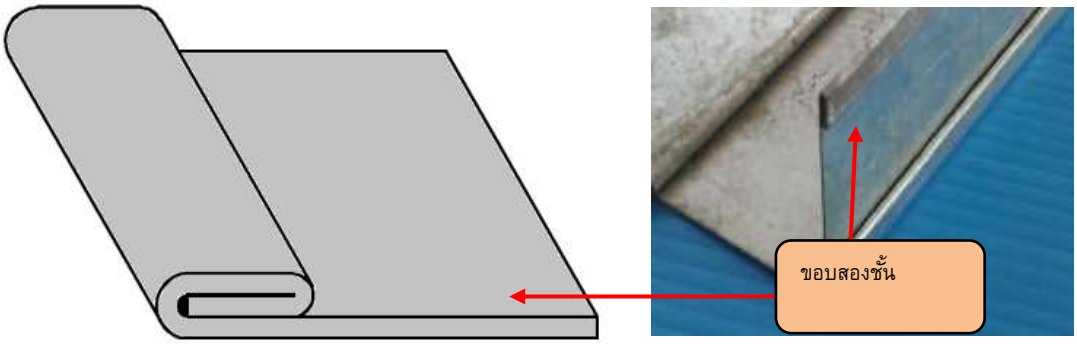
A = 10 มิลลิเมตร

ตัวอย่าง การพับขอบสองชั้น (Double Hem) ต้องการความกว้าง 5 มม. ดังนั้นระยะเผื่อเท่ากับ 5 มม.

จากสูตร **A = 2W** แทนค่าจากสูตร A = 2×5 มม.

A = 10 มม.





รูปที่ 3.68 แสดงลักษณะการพับขอบสองชั้น

3.6 การเข้าขอบลวด (Wired edge)

การเข้าขอบลวดที่ขอบงานผลิตภัณฑ์นี้ เพื่อให้ชิ้นงานเดียวความแข็งแรงมากกว่าการพับขอบสองชั้น มีความปลอดภัย และสวยงาม ผลิตภัณฑ์ที่นิยมการเข้าขอบลวด เช่น ถังน้ำ กระป๋อง หม้อ เป็นต้น ระยะเผื่อการเข้าขอบลวด ขึ้นอยู่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดที่ใช้สำหรับโลหะแผ่นเบอร์ 24 หรือมากกว่า นี้ใช้สูตร หาระยะ ดังนี้

สูตรการหาระยะเผื่อการเข้าขอบลวด A = 2.5 x D

เมื่อ D คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวด

ตัวอย่าง

จงหาระยะเผื่อของชิ้นงานการเข้าขอบลวด ซึ่งใช้ลวดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

สูตรการหาระยะเผื่อการเข้าขอบลวด A = 2.5 x D

แทนค่า A = 2.5 x 4

A = 10

ระยะเผื่อม้วนขอบลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวด 10 มิลลิเมตร

ระยะ 1.5 x 4

= 6 มิลลิเมตร

การหาระยะเผื่อม้วนขอบลวดเมื่องานมีความหนา

A = W + 2T

โลหะขนาด กว้าง 10 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร หาระยะเผื่อขอบลวด ได้ดังนี้

A = W + 2T

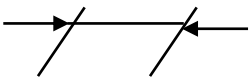
= 10 + (2 x 3)

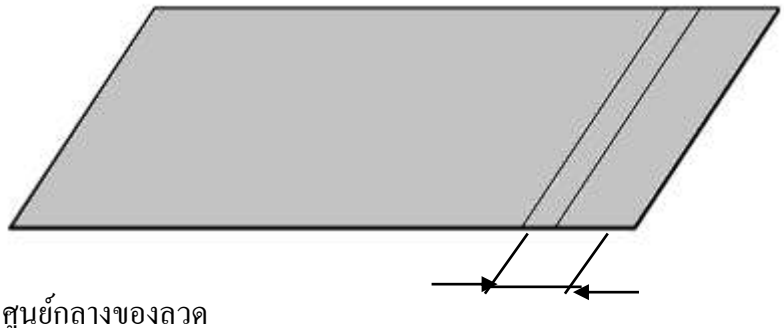
= 16 มิลลิเมตร

หมายเหตุ ถ้าแผ่นโลหะหนาเกินเบอร์ 24 ให้ใช้สูตรดังนี้

A = 2D

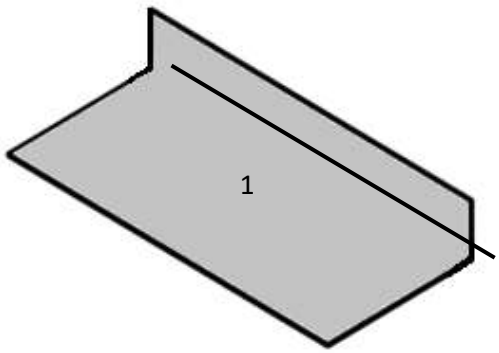
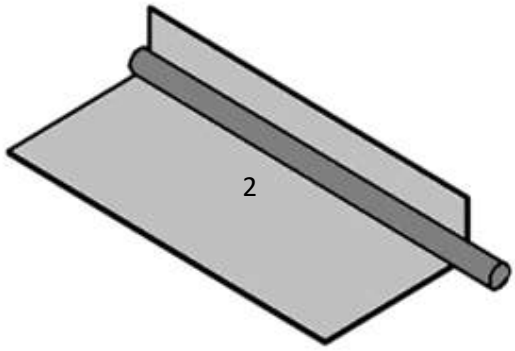
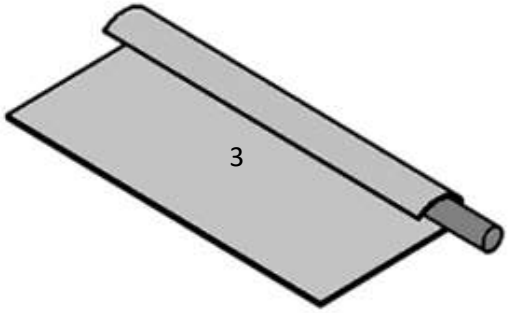
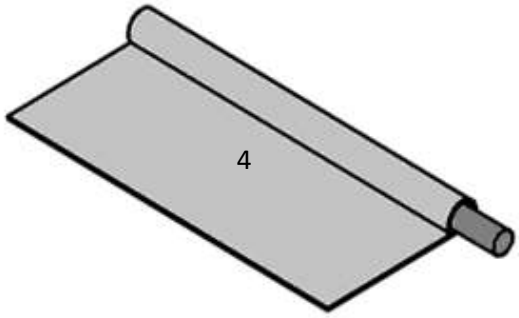
ระยะ $2\frac{1}{2}$ ×เส้นผ่านศูนย์กลางของลวด





ระยะ $1\frac{1}{2}$ ×เส้นผ่านศูนย์กลางของลวด

รูปที่ 3.3 แสดงระยะเผื่อในการเข้าขอบลวด (Wired edge)

	
พับฉาก(Right Angle)	การวางลวดลงตรงมุมฉาก(Wire in Place)
	
เคาะพับขอบให้แน่นบนลวด(Fold Over)	การเข้าขอบลวดที่สมบูรณ์(Formed)

รูปที่ 3.69 แสดงลำดับขั้นในการเข้าขอบลวด (Wired edge)

การเข้าขอบลวดมี 2 วิธี คือ การเข้าขอบลวดด้วยมือ และการเข้าลวดด้วยเครื่องจักร

สำหรับการเข้าขอบลวดด้วยมือ ผู้ปฏิบัติงาน

ต้องร่างแบบหาระยะเผื่อของการเข้าขอบลวดก่อนจากนั้นใช้ค้อนเคาะพับขอบตั้งฉากกับแท่นขึ้นรูป (Hon Stake) นำลวดวางตรงกลางมุมฉาก ใช้คีมจับลวดกับขอบงาน แล้วใช้ค้อนเคาะขอบให้แนบกับลวด ต่อไปใช้ค้อนหัวแหลม เคาะจิกม้วนขอบลวดให้ได้ตามผิวโค้งของลวด ตลอดแนวเคาะตกแต่งให้สวยงาม

3.7 การเสริมขอบด้วยเหล็กเส้นแบบ (Flat Iron Edge)

เป็นการเสริมเหล็กเส้นบริเวณขอบงานผลิตภัณฑ์

เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับขอบงานที่มีขอบปากกว้าง หรือมีขนาดใหญ่มาก ๆ เช่น ถังน้ำมัน ถังเก็บน้ำ เพราะต้องการความแข็งแรงสูงมีความสามารถทนต่อแรงกระแทกได้ดี

สูตร หาระยะเผื่อ

A = W + 2T

W = ความกว้างของเหล็กเส้นแบน

T = ความหนาของเหล็กเส้นแบน

ตัวอย่าง

ต้องการพับขอบเหล็กเส้นแบนขนาด 12 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร

หาระยะเผื่อ A = W + 2T

= 12 + (2 x 3)

= 18 มิลลิเมตร

3.8 การเสริมขอบงานด้วยฉาก (Angle Bar Edge)

เป็นการนำเหล็กฉากมาเสริมขอบผลิตภัณฑ์

โดยการพับขอบให้เหล็กฉากจะเพิ่มความแข็งแรงให้ขอบงานได้มากกว่าการพับขอบงานชนิดอื่น ๆ

สูตรการหาระยะเผื่อการเสริมด้วยเหล็กฉาก

A = 1.5 W + T

A = ระยะการเผื่อ

W = ความกว้างของแขนฉาก

T = ความหนาของเหล็กฉาก

ตัวอย่าง

ต้องการเสริมขอบด้วยเหล็กฉากขนาด 1 x 1 นิ้ว (25.4 x 25.4 มิลลิเมตร) หนา 3 มิลลิเมตร

หาระยะความเผื่อ $A = 1.25 \times W + P$

$= 1.25 \times (25.4 + 3)$

$= 35.5$ มิลลิเมตร

3.9 การพับตะเข็บ

เป็นการยึดชิ้นงานโลหะแผ่นให้ติดกัน หรือใช้ประกอบขึ้นรูปงานผลิตภัณฑ์ ตะเข็บงานโลหะแบบมีหลายแบบ แต่ละแบบมีขนาดรูปร่างตลอดจนความสวยงาม และความแข็งแรงแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับการออกแบบผลิตภัณฑ์ว่าต้องการใช้ตะเข็บแบบใดในการประกอบขึ้นรูปงานลักษณะของตะเข็บที่พบ และนิยมใช้งานโลหะแผ่นมี ดังนี้

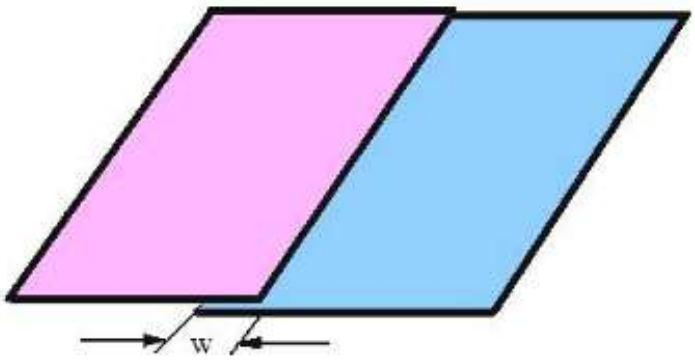
3.9.1 ตะเข็บเกย (Lap Seam)

เป็นตะเข็บที่พับขึ้นรูปได้ง่ายไม่ซับซ้อน ตะเข็บจะไม่ยึดกันเพราะลักษณะเป็นการเกยทับกันของชิ้นงานสองชิ้น ดังนั้น เมื่อต้องการให้ตะเข็บเกยยึดติดกันต้องนำไปบัดกรี ย้ำหมุด หรือเชื่อมจุด เพื่อให้ตะเข็บเกยยึดติดกัน ตะเข็บเกยแบบได้หลายลักษณะตามการขึ้นรูป เช่น ตะเข็บเกยก้นกระป๋อง ตะเข็บเกยด้าน ตะเข็บเกยด้านในก้อกระป๋อง ตะเข็บเกยด้านใน ตะเข็บเกยด้านนอก

$$A = W$$

A = Allowance หมายถึง ระยะเผื่อของการพับขอบงานชั้นเดียว

W = Wide หมายถึงความกว้างของตะเข็บที่ทำการพับ



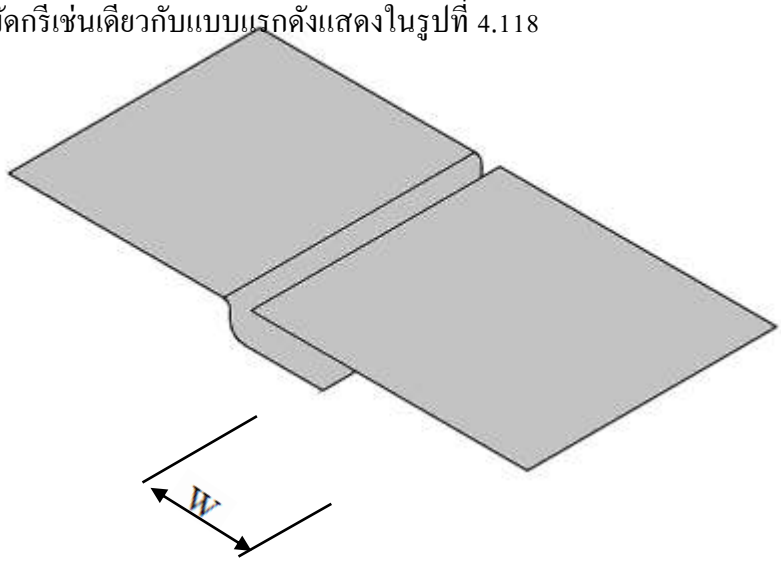
รูปที่ 3.70 แสดงลักษณะตะเข็บเกย

3.9.2 ตะเข็บเกยแบบขอบจม (Off–Set Seam)

ขั้นตอนการทำเหมือนกับแบบแรก

แต่การต่อแบบนี้จะต้องทำให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งจมลงไปให้เสมอกับขอบอีกด้านหนึ่ง

แล้วจึงทำการบัดกรีเช่นเดียวกับแบบแรกดังแสดงในรูปที่ 4.118



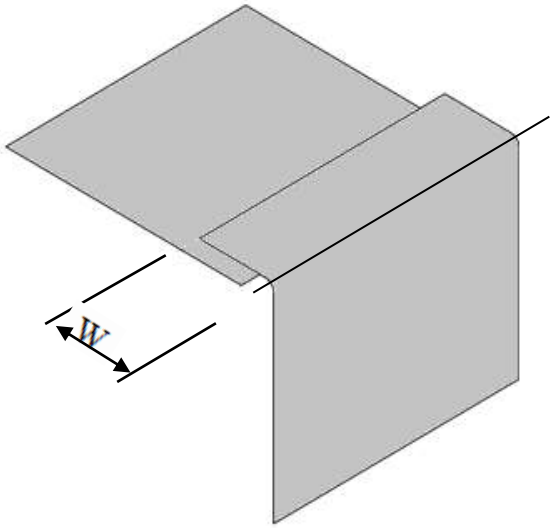
รูปที่ 3.71 แสดงตะเข็บเกยแบบขอบจม (Offset Seam)

3.9.3 ตะเข็บเกยที่มุม (Corner Lap Seam)

เป็นการต่อเกยกันตามแนวมุมของชิ้นงานโดยพับชิ้นงานด้านหนึ่งเป็นมุม

นำไปซ้อนกันอีกด้านหนึ่งของงาน แล้วทำการบัดกรีหรือย้ำหมุดตามต้องการระยะเผื่อของตะเข็บเกย =

ความกว้างของตะเข็บที่กำหนดดังแสดงในรู



รูปที่ 3.72 แสดงตะเข็บเกยที่มุม (Corner LapSeam)

3.9.4 ตะเข็บเกี่ยว (Groove Seam)

ตะเข็บเกี่ยวมีใช้กันโดยทั่วไป เพื่อยึดงานโลหะแผ่นแบบทรงกระบอกกลม หรืองานเหลี่ยมเข้าด้วยกันการพับตะเข็บชนิดนี้จะต้องพับขอบงานทั้งสองข้างที่จะต้องนำมาต่อเข้าด้วยกัน ขอบแต่ละข้างที่พับแล้วนำทั้งสองข้างมาเกี่ยวกันย้ำยึดตะเข็บให้แน่นติดกันโดยใช้เหล็กแม้นตะเข็บ (Hand Grooved) มี 2 ลักษณะ คือ ย้ำตะเข็บด้านนอกตะเข็บจะนูนขึ้น การเขียนระยะเผื่อความกว้าง และตะเข็บสำหรับโลหะแผ่นเบอร์ 24 หรือบางกว่า เท่ากับ 3 คูณ ความกว้างของตะเข็บโลหะแผ่นที่หนากว่าเบอร์ 24 เท่ากับความกว้างของตะเข็บรวมความหนาของโลหะงานอีก 5 เท่า

สูตรการหาระยะเผื่อตะเข็บเกี่ยว A = 3W

A = Allowance หมายถึง ระยะเผื่อของการพับขอบงานชั้นเดียว

W = Wide หมายถึงความกว้างของตะเข็บที่ทำการพับ

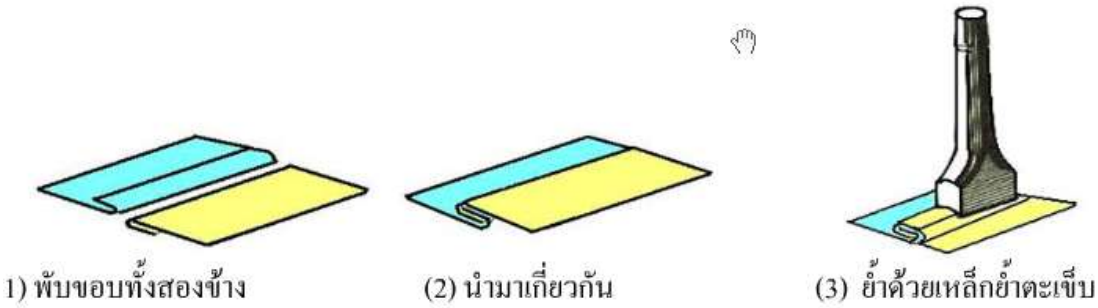
ชิ้น A = W

ชิ้น B = 2W

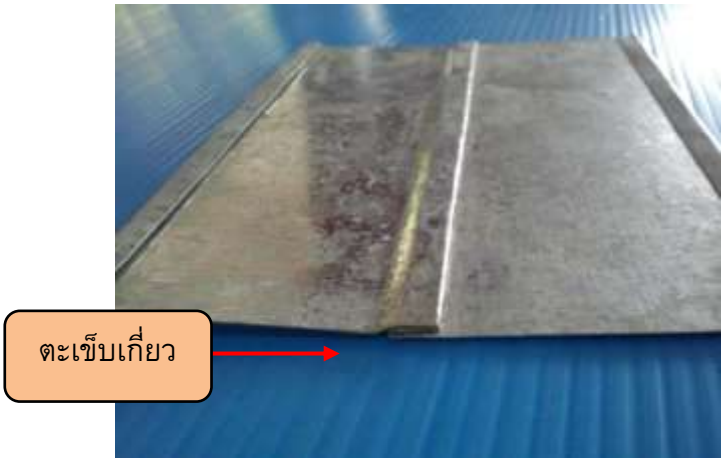
ตัวอย่าง โลหะแผ่น เบอร์ 24 หาระยะเผื่อแต่ละข้างของตะเข็บเกี่ยว (Grooved Seam)กว้าง5 มม.

จากสูตร **A** = 3W แทนค่าจากสูตร A = 3 × 5 มม.

A = 15 มม.



รูปที่ 3.73 แสดงลักษณะตะเข็บเกี่ยว



รูปที่ 3.74 แสดงลักษณะตะเข็บเกี่ยว

3.9.5 ตะเข็บตั้ง (Standing Seam)

มีลักษณะพับเป็นมุม 90 องศา ตั้งขึ้นกับผิวชิ้นงานและแผ่นงานอีกข้างหนึ่งที่จะต่อเข้าด้วยกัน จะพับสวมตั้งขึ้นไปตามลักษณะของ Flange แล้วทำการยึดให้แน่นโดยการหมุนย้ำ หรือสลักเกลียวที่ตะเข็บ สามารถทำการบัดกรีตะเข็บ เมื่องานต้องการให้กันน้ำหรือของเหลวอย่างอื่น

ตะเข็บตั้งใช้ในโรงงานโลหะแผ่นที่มีขนาดใหญ่ โดยเฉพาะท่อลมใหญ่ ๆ ท่อลมระบายความร้อน และท่อระบายอากาศ เป็นต้น

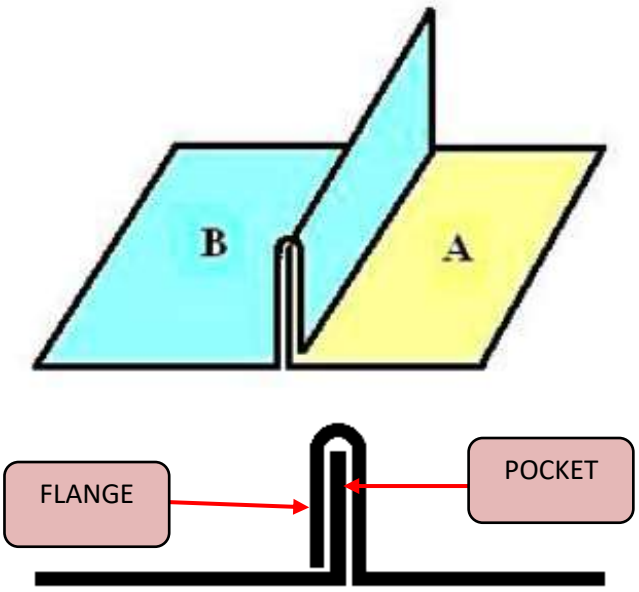
ระยะเผื่อ ทั้งสองข้างของงานเท่ากับ 3 เท่าความกว้างของตะเข็บ เฉพาะส่วนเรียกว่า Pocket เผื่อเท่ากับ 2 W และส่วยที่พับ Flเผื่อเท่ากับความกว้าง (W)

เมื่อกำหนด

A = W

B = 2 W + T

T = Thickness หมายถึง ความหนาของชิ้นงาน



รูปที่ 3.75 แสดงลักษณะตะเข็บตั้ง

3.9.6 ตะเข็บชั้นเดียว (Single Seam)

สามารถทำการพับได้ทั้งใช้เครื่องมือ และเครื่องจักรช่วยการ จะพับเป็นตะเข็บให้ลักษณะตั้ง โดยจะตั้งฉากกับด้านของงานใช้ในการต่องานสองชิ้นเข้าด้วยกัน และทำฝาปิดงานต่าง ๆ

ระยะเผื่อสำหรับตัวชิ้นงาน เท่ากับ ความหนาของตะเข็บ และอีกชิ้นหนึ่งซึ่งจะเป็นส่วนก้นฐานจะเผื่อไว้เท่ากับ 2 เท่า ของตะเข็บ (2W) และเมื่อเข้าตะเข็บแล้ว

A = W

B = 2W

A = Allowance หมายถึง ระยะเผื่อของการพับขอบงานชั้นเดียว

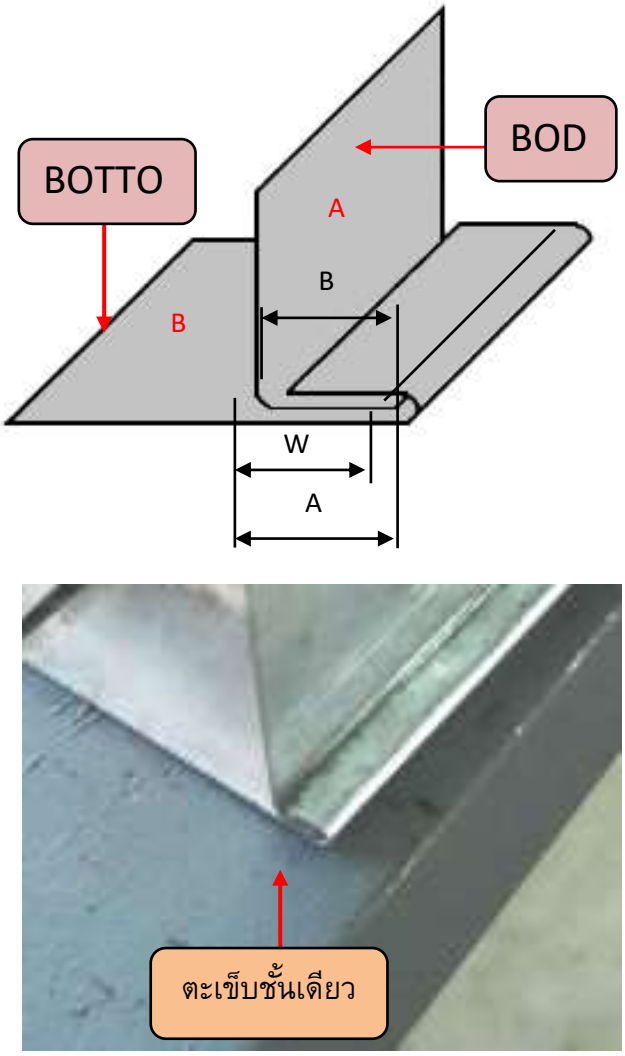
W = Wide หมายถึงความกว้างของตะเข็บที่ทำการพับ

ตัวอย่าง ให้หาระยะเผื่อช่วงต่าง ๆ ของส่วนก้น (Bottom) ของงานซึ่งชิ้นงานนี้มีระยะเผื่อที่ตัว (Body) 3.174 มิลลิเมตร

W =3.174 มิลลิเมตร

A =3.174 มิลลิเมตร + 0.793 มิลลิเมตร B = 3.174 มิลลิเมตร - 0.793 มิลลิเมตร

A = 3.968 มิลลิเมตร B = 2.381 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.76 แสดงลักษณะตะเข็บชั้นเดียว

3.9.7 ตะเข็บสองชั้น (Double Seam)

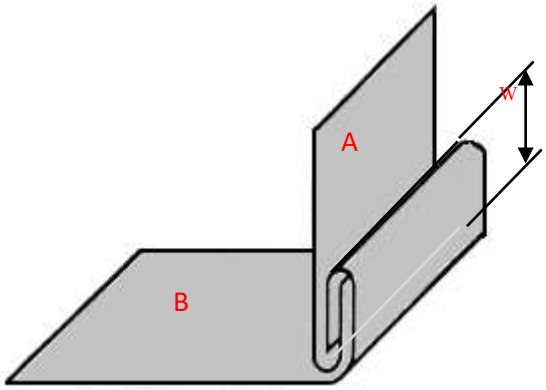
ตะเข็บสองชั้นคล้ายกับตะเข็บพับชั้นเดียว แต่ตะเข็บพับสองชั้นจะพับเลยจากมุม 90 องศา ไปจนชิดติดกับลำตัวของงานซึ่งเป็นการเพิ่มความแข็งแรงแก่ชิ้นงานมากยิ่งกว่า โดยไม่ต้องทำการบัดกรี ถ้างานบางอย่างที่ต้องใส่น้ำ หรือของเหลวอย่างอื่นต้องทำการบัดกรี

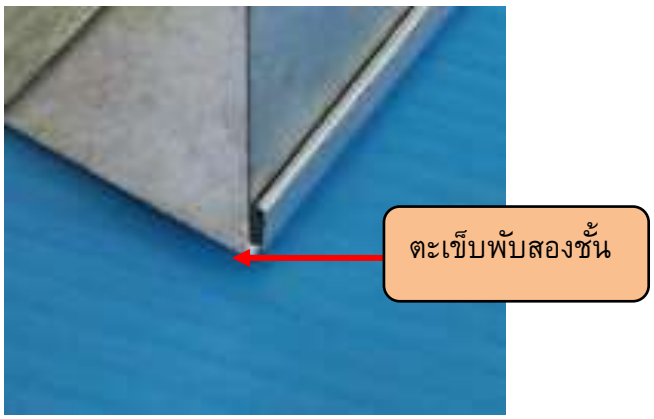
การหาระยะเผื่อตะเข็บสองชั้นเหมือนกับการพับตะเข็บชั้นเดียว

A = W

A = Allowance หมายถึง ระยะเผื่อของการพับขอบงานชั้นเดียว

W = Wide หมายถึง ความกว้างของตะเข็บที่ทำการพับ





รูปที่ 3.77 แสดงลักษณะตะเข็บพับสองชั้น

3.9.8 ตะเข็บก้นกระป๋อง (Double Bottom Seam)

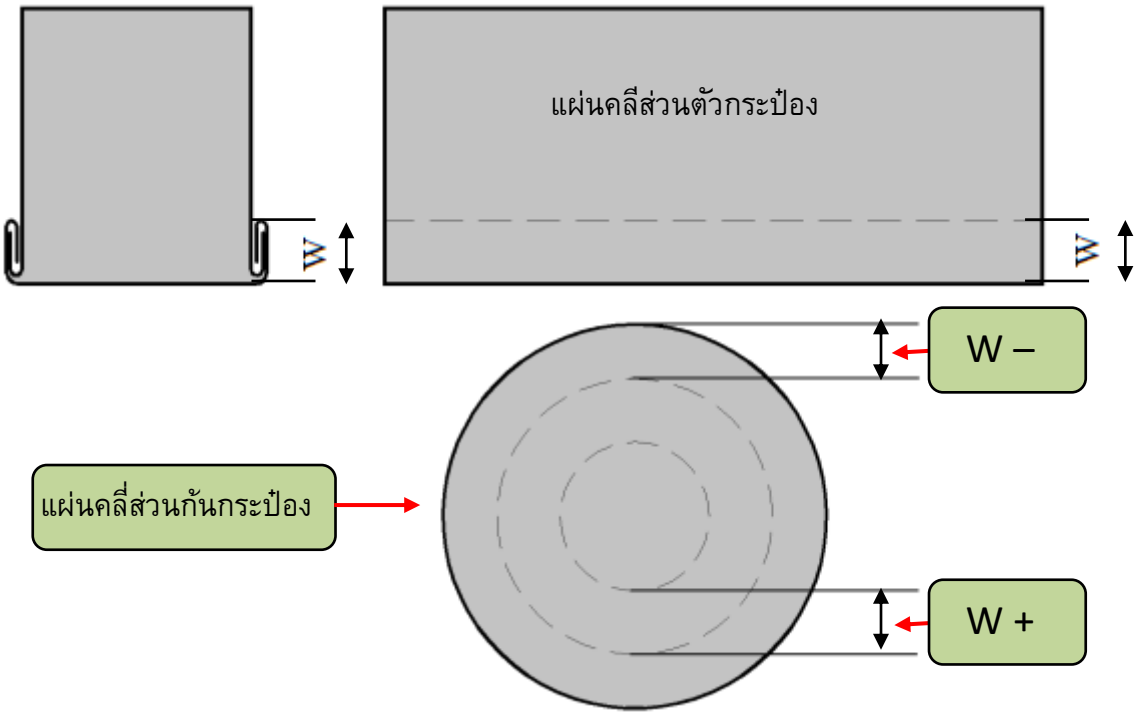
ตะเข็บก้นกระป๋องเป็นสองชั้นที่ประกอบ ลำตัวเข้ากับก้นกระป๋องซึ่งมีทั้งงานกลม และงานเหลี่ยม

เมื่อต้องการเข้าก้นของของงานทรงกระบอกอาจทำได้หลายวิธีวิธีที่ใช้ตะเข็บก้นเป็นวิธีหนึ่งซึ่งนิยมใช้กัน สามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว โดยการยกขอบส่วนก้นตั้งฉากแล้วสวมตัวของงานเข้าด้วยกัน ซึ่งมีทั้งสวมนอก และสวมในจากนั้นทำการบัดกรียึดติด

ระยะเผื่อของตะเข็บก้นพับขึ้นเท่ากับความกว้างของตะเข็บ

สูตร : ระยะเผื่อตะเข็บก้น A = W

W หมายถึง ความกว้างของตะเข็บ



รูปที่ 3.78 แสดงลักษณะตะเข็บพับสองชั้น

3.9.9 ตะเข็บหางเหยี่ยว (Dovetailed Seam)

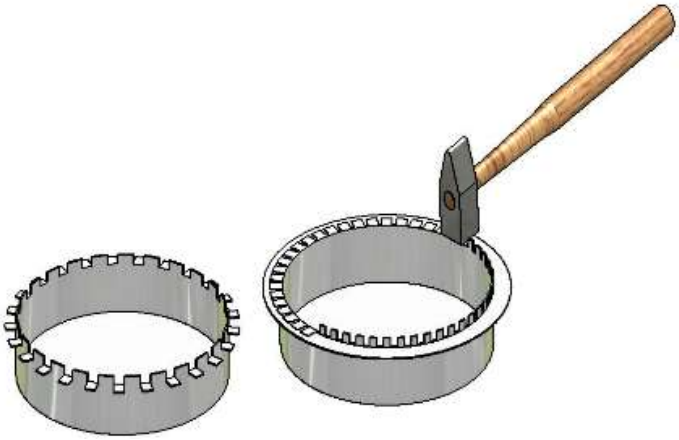
ใช้ในการต่อชิ้นงานของส่วนต่าง ๆ ยึดติดกัน เช่น ต่อท่อสองท่อเข้าด้วยกัน หรือต่อท่อกับโลหะซึ่งใช้ได้ทั้งงานเป็นเหลี่ยม และทรงกระบอก ความกว้างของตะเข็บ (ความลึกที่ต้องตัดเข้าไปในชิ้นงาน) จะมี หนึ่งส่วนสี่ นิ้ว (6.35 มิลลิเมตร) หนึ่งส่วนสอง นิ้ว (12.70 มิลลิเมตร) ระยะความยาวแต่ละช่วงระหว่าง หนึ่งส่วนสี่ ถึง หนึ่ง นิ้ว ขึ้นอยู่กับขนาดของงาน

สูตร W: ระยะเผื่อ = W (W หมายถึง ความกว้างของตะเข็บ)

A = W

A = Allowance หมายถึง ระยะเผื่อของการพับขอบงานชั้นเดียว

W = Wide หมายถึงความกว้างของตะเข็บที่ทำการพับ



รูปที่ 3.79 แสดงลักษณะตะเข็บหางเหยี่ยว

รูปที่ 3.80 แสดงลักษณะตะเข็บหางเหยี่ยว

3.9.10. ตะเข็บพิทส์เบอร์ก (Pittsburgh Lock)

เป็นตะเข็บที่ใช้กับงานท่อทำความเย็น ท่อลม ท่อระบายอากาศ

ตะเข็บต่อมุมตามยาวลักษณะต่าง ๆ มีส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ 1. Flanged Edge 2.พอคเก็ต(Pocket Lock)

ส่วน Flanged จะถูกนำมาใส่ใน Pocket Lock

แล้วใช้ค้อนเคาะแต่งตะเข็บสามารถทำได้โดยใช้เครื่องหรือใช้มือก็ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.130, 4.131, 4.132, และ 4.133

ระยะเผื่อสำหรับ Pocket ซึ่งเป็นข้างหนึ่งของงานเท่ากับสองเท่าของความกว้าง รวมกันอีกเป็น 4.764 มิลลิเมตร

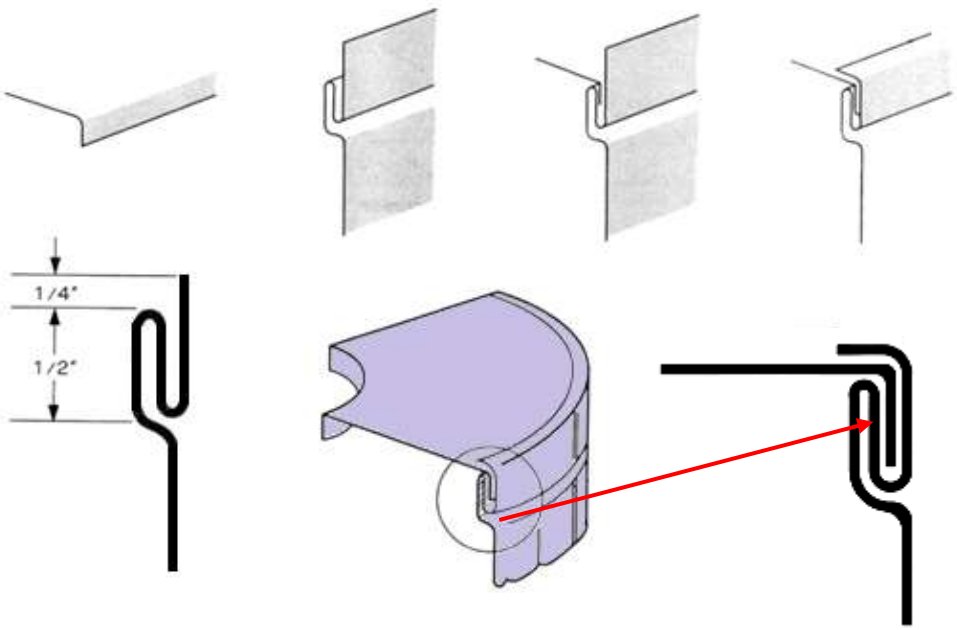
สูตร ระยะเผื่อ For Picket of one side = 2W + 4.764 มิลลิเมตร

ตัวอย่างให้หาระยะเผื่อของ Pocket Part ซึ่งเป็นข้างหนึ่งของตะเข็บพิทส์เบอร์ก ความกว้างของ Pocket เท่ากับ 12.699 มิลลิเมตร

ดังนั้น ระยะเผื่อของ Pocket = 2 × 12.699 มิลลิเมตร+4.764 มิลลิเมตร

= 25.398 มิลลิเมตร + 4.764 มิลลิเมตร

= 30.162มิลลิเมตร



รูปที่ 3.81 แสดงลักษณะตะเข็บพิทส์เบอร์กและการเข้าตะเข็บ

รูปที่ 3.82 แสดงลักษณะชิ้นงานพับขึ้นรูปด้วยตะเข็บพิทส์เบอร์ก (Pittsburgh Lock)

รูปที่ 3.83 แสดงลักษณะการพับขึ้นรูปด้วยเครื่องตะเข็บพิทส์เบอร์ก (Pittsburgh Lock)

รูปที่ 3.84 แสดงลักษณะการพับขึ้นรูปด้วยเครื่องตะเข็บพิทส์เบอร์ก (Pittsburgh Lock)

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย : งานโลหะแผ่น **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานเข้าตะเข็บหางเหยี่ยว

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	งานเข้าตะเข็บหางเหยี่ยว	×				
2	ข้อบกพร่องในงานเข้าตะเข็บหางเหยี่ยวและวิธีการแก้ไข	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานเข้าตะเข็บหางเหยี่ยว **ระดับชั้น** : ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. บอกเทคนิคการผลิตได้	×						
2. บอกการตัดขึ้นรูปโลหะได้	×						
3. บอกการประกอบขึ้นรูปได้	×						

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 15
	หน่วยที่ 3 งานโลหะแผ่น	**เวลา** 4 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 2100-1005	งานเข้าตะเข็บหางเหยี่ยว	

สาระการเรียนรู้

3.10 เทคนิคการผลิต

3.11 การตัดขึ้นรูปโลหะ

3.12 การประกอบขึ้นรูป

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกเทคนิคการผลิตได้
2. บอกการตัดขึ้นรูปโลหะได้
3. บอกการประกอบขึ้นรูปได้

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน
3. สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน
4. นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติ สรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน (ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย (ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2.ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานโลหะแผ่น

ชื่องาน : งานเข้าตะเข็บหางเหยี่ยว

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษยสัมพันธ์	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**20**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ 5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 3	เรื่อง งานโลหะแผ่น	เวลา 1 ชั่วโมง

3.10 เทคนิคการผลิต

ในการปฏิบัติงานขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น ต้องอาศัยกระบวนการตัดแยกโลหะแผ่น ให้ขาดออก การย้ำหมุด การบัดกรี เพื่อยึดโลหะแผ่นประกอบเข้าด้วยกัน การขึ้นรูปประกอบงานด้วยการขึ้นรูปงานด้วยมือและการขึ้นรูปประกอบงานด้วยเครื่องจักร ซึ่งช่างโลหะแผ่นต้องศึกษาหาความรู้ในเรื่องดังกล่าวไว้สำหรับการทำงานโลหะแผ่นให้ได้ผลงานที่ดี มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า เป็นประโยชน์ในการใช้งานกรรมวิธีการผลิต สำหรับงานผลิตภัณฑ์โลหะมีลักษณะ การผลิตชิ้นงานจำนวนมากและมีรูปร่างเหมือนกันในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถเลือกวิธีการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุได้ ดังนี้

2.6.1 การตัด (Shearing)

หมายถึง กรรมวิธีตัดแยกให้วัสดุขาดออกจากกัน เพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการด้วยเครื่องมือหลายชนิด เช่น การตัดด้วยกรรไกร เลื่อย สว่าน เครื่องจักร เป็นต้น

2.6.2 การดึงขึ้นรูป (Drawing)

หมายถึง กรรมวิธี การดึงวัสดุชิ้นงาน เพื่อให้ยืดออกจากเดิมในลักษณะความยาวเพิ่มขึ้นแต่ขนาดของชิ้นงานจะเล็กลง เช่น การผลิตลวด

2.6.3 การม้วน (Rolling)

หมายถึง กรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงาน โดยการม้วนงานให้มีรูปทรงโค้งเป็นรัศมี หรือเป็นงานกลม เช่นการม้วนงานทรงกระบอก ทรงกรวย

2.6.4 การรีดม้วนขึ้นรูป (Roll forming)

หมายถึง การรีดม้วนขึ้นรูปวัสดุด้วยลูกกลิ้งเพื่อให้งานมีรูปร่างตามต้องการ

3.11 การตัดขึ้นรูปโลหะ

ขบวนการตัดโลหะแผ่นนั้น แบ่งออกได้หลายขบวนการด้วยกันตามชนิดของกรรมวิธีการตัด และการนำไปใช้งานในขั้นตอนต่อไป ทุกขบวนการตัดการมีจุดประสงค์เดียวกันก็ คือ การตัดชิ้นงานให้ออกมาเป็นรูปร่างแบบต่าง ๆ และเกือบทุกขบวนการของการตัดขึ้นรูปนั้นจะใช้ทฤษฎีของการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรและเกิดการแตกร้าวของโลหะเข้ามาใช้อธิบายในขบวนการตัดเหล่านั้นได้ นอกจากนั้นสูตรที่ใช้สำหรับการคำนวณหาแรง และงานที่ใช้การขึ้นรูป ก็สามานำเข้ามาใช้ได้ ยกเว้นขบวนการการตัดเรียบ (Shaving) เท่านั้นที่แตกต่างไปจากขบวนการตัดขึ้นรูปแบบอื่น ๆ ขบวนการตัดนั้นแบบออกได้ ดังนี้

2.7.1 ขบวนการตัดสำหรับการผลิตแผ่นชิ้นงาน (blank) ประกอบไปด้วย

1) การตัดเฉือน (Shearing) เป็นขบวนการตัดวิธีหนึ่งเพื่อตัดชิ้นงานให้ขาดออกจากกันลักษณะของการตัดนั้นจะตัดนั้นจะต้องตัดให้ขาดเป็นเส้นตรง แต่เพียงอย่างเดียว ชิ้นงานที่ถูกตัดให้ขาดด้วยกรรมวิธีนี้จะเรียกชิ้นงานนั้นว่าแผ่นชิ้นงาน หรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการนำไปใช้งาน การตัดแบบเฉือนนี้ชิ้นงานจะถูกนำไปตัดบนเครื่องจักรที่เรียกว่า เครื่องตัดโลหะแผ่น (Square shears) ซึ่งเครื่องตัดโลหะแผ่นนี้อาจจะเป็นประเภทใช้มือโยก ใช้เท่าเหยียบ หรือใช้ใช้พลังงานอย่างอื่นช่วยตัดก็ได้

2) การตัดขาด (Cut off) เป็นขบวนการตัดอีกวิธีหนึ่งซึ่งต้องตัดตามเส้นที่ขีดไว้และการตัดนั้นไม่จำเป็นต้องตัดเป็นเส้นตรงเสมอไปอาจตัดให้เป็นเส้นโค้ง หรือเส้นตั้งฉากก็ได้ชิ้นงานที่ได้จากการตัดโดยขบวนการนี้เรียกว่า แผ่นชิ้นงานการตัดขาดนั้นจะทำการตัดชิ้นงานบนดาย ดังนั้นขบวนการนี้จึงถือเป็นขบวนการขึ้นรูปโดยการกดกระแทก

3) การตัดเศษโลหะ (Paring) เป็นขบวนการหนึ่งที่ทำการตัด โดยการใช้ขอบเส้นคมตัดสองเส้นบนแท่งพั้นช์ (Punch) และแท่งดาย (Die) เพื่อแผ่นชิ้นงานโลหะออกมาหนึ่งแผ่นและขบวนนี้เป็นการขึ้นรูปโดยการกดกระแทก

4) การตัดแผ่นชิ้นงานออก (Blanking) ออกเป็นขบวนการชิ้นงานอีกวิธีหนึ่ง โดยจะตัดโลหะย่อยออกมาเป็นรูปต่าง ๆ ตามที่ต้องการ ขบวนการตัดโดยวิธีนี้ จะสังเกตเห็นว่าขณะที่มีการตัดนั้น จะแผ่นชิ้นงานหลุดออกมา แต่เศษโลหะที่เกิดจากการตัดยังไม่หลุดออกยังคงเป็นโลหะแผ่นย่อยซึ่งมีรูอยู่ตรงกลางมากมาย เศษโลหะจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อการตัดชิ้นงานได้ถูกดำเนินการไปจนกระทั่งหมดตามความยาวของโลหะแผ่นย่อยนั้น

2.7.2 ขบวนการสำหรับการ ตัดเพื่อเป็นรู ประกอบด้วย

1) การตัดรู (Punching) เป็นการตัดแผ่นชิ้นงานให้เป็นรูบนงานที่ผลิตเสร็จแล้วขนาดของรูที่ต้องการตัดนั้นไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่กันทุกรู จะตัดรูกลมหรือรูสี่เหลี่ยมก็ได้ ซึ่งเป็นการตัดรูโดยการใช้แท่งพั้นช์

2) การตัดรูเป็นรูยาว (Slotting) เป็นขบวนการตัด โดยการกระแทรกมีข้อแตกต่างกันคือขบวนการตัดรู เป็นรูยาวนั้นจะใช้ตัดรูปที่เป็นรูกลมยาว หรือ รูสี่เหลี่ยมยาว โดยจะตัดที่แผ่นชิ้นงานหรือที่ชิ้นส่วนอื่น ๆ

3) การตัดรูเป็นกลุ่ม (Perforating) ขบวนการตัดรูเป็นกลุ่มนั้น จะประกอบไปด้วยการตัดรูเป็นกลุ่มโดยขบวนการตัดรู และขบวนการตัดเป็นรูยาวรวมกัน รูนั้นอาจจะตัดพร้อมกันทีเดียวหรืออาจจะตัดเป็นขั้นตอนไปก็ได้

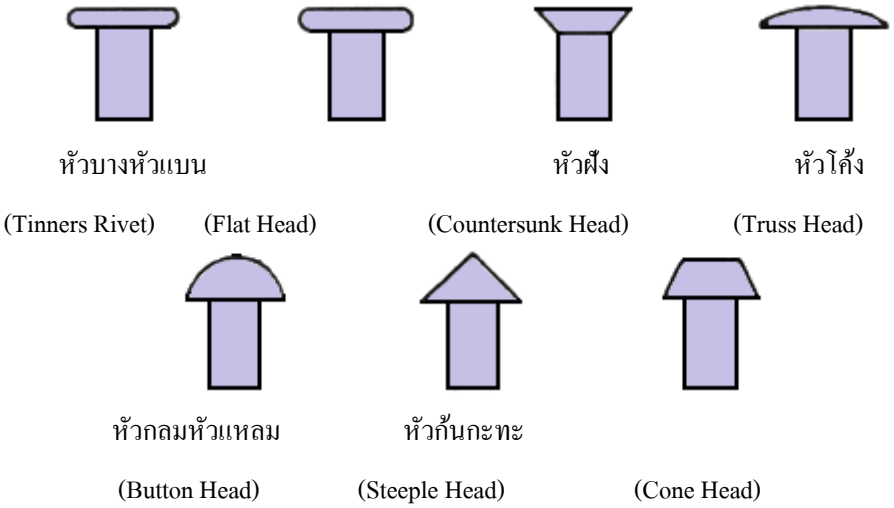
3.12 การประกอบขึ้นรูป

กระประกอบขึ้นรูปชิ้นงานให้ยึดติดกัน การต่อหรือการประสานวัสดุชิ้นงานเข้าด้วยกันงานผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประกอบเข้าด้วยกันตั้งแต่สองชิ้นขึ้นไป หรือมากว่าโดยปกติการยึดติดกันนั้นสามารถใช้กรรมวิธีต่าง ๆ ดังนี้

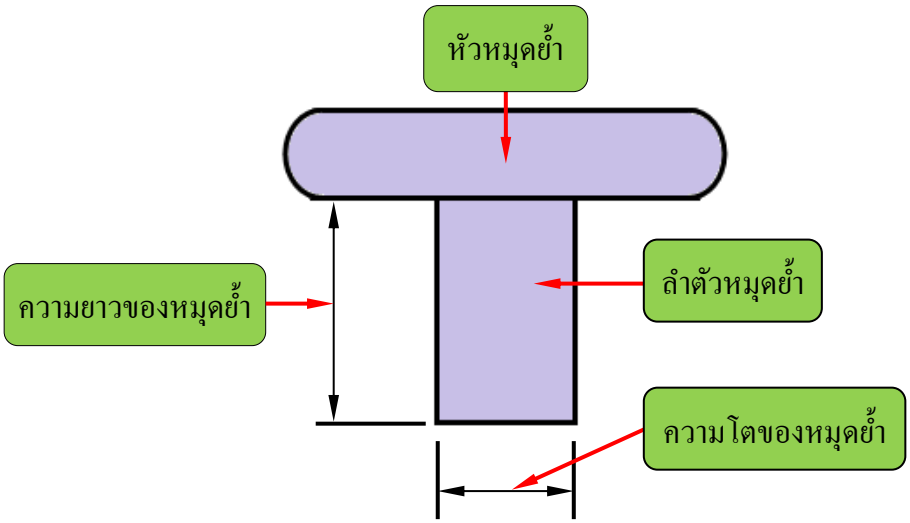
3.12.1 การย้ำหมุด (Riveting)

คือ วิธีการยึดแผ่นโลหะให้ติดกันด้วยตัวหมุด โดยการเจาะรูแผ่นโลหะให้ตรงกัน แล้วสอดตัวหมุดลงไปตอกหางหมุดลงไปตอกหางหมุดให้เยินเปิดรู แผ่นโลหะก็จะติดกัน ข้อดีของการย้ำหมุดก็ คือ สามารถยึดโลหะแผ่นต่างชนิดกันได้ และวิธีย้ำหมุดนี้จะไม่ทำให้งานบิดงอ (Distorting) อันเนื่องมาจากความร้อนจากการเชื่อม หรือการบัดกรี

วัสดุที่ใช้ทำหมุด ส่วนใหญ่มักทำจากโลหะ เช่น ทองเหลือง อะลูมิเนียม ทองแดงและเหล็ก ลักษณะของหมุดย้ำ จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นส่วนหัว (Head) และลำตัว (Shank) ส่วนหัวจะมีลักษณะที่แตกต่างกันแล้ว แต่จะเลือกให้เหมาะสมกับงาน เช่น หัวบาง หัวแบน หัวฝัง หัวโค้ง หัวกลม หัวแหลม และหัวก้นกระทะ



รูปที่ 3.101 แสดงลักษณะของหมุดย้ำแบบต่าง ๆ

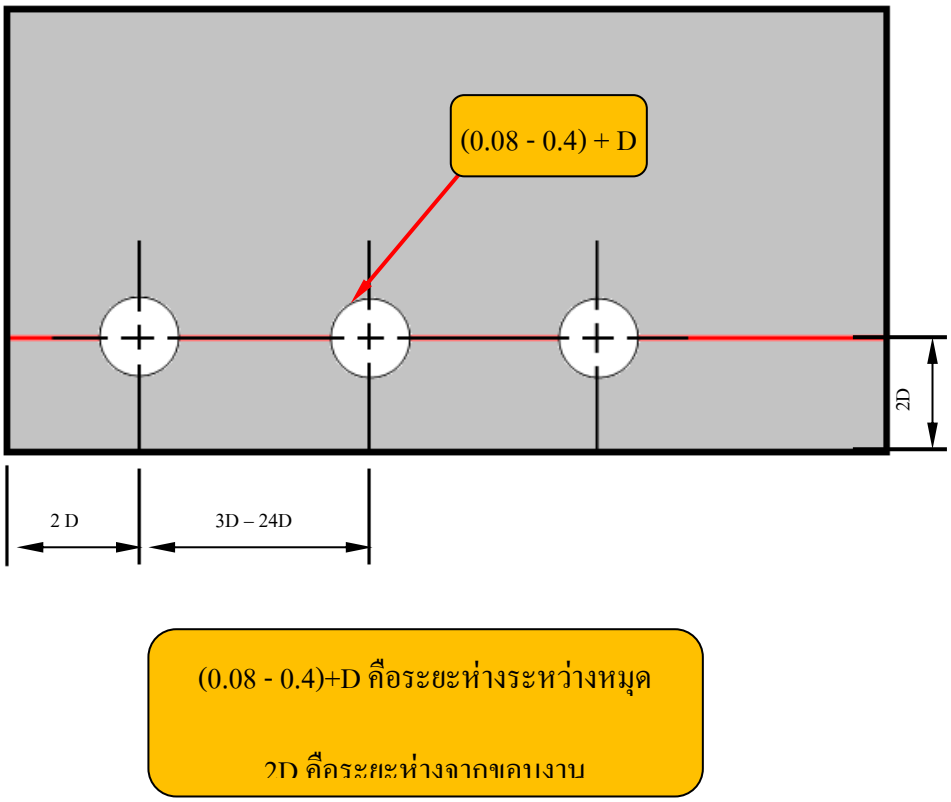


รูปที่ 3.102 แสดงลักษณะส่วนต่างๆของหมุดย้ำ

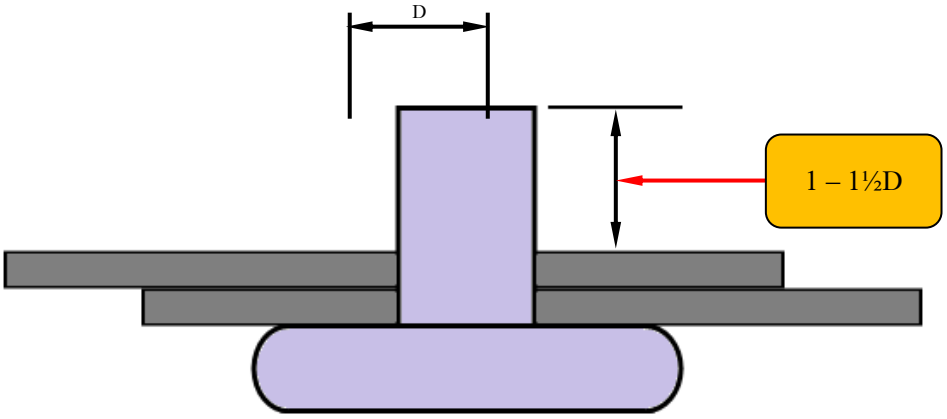
ส่วนลำตัว(Shank)จะมีลักษณะเป็นโลหะรูปทรงกระบอกตัวจะมีความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดต่างๆกันไป เช่น เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.2 มม. ยาว 5 มม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม. ยาว 10 มม. เป็นต้น หมุดย้ำจะบอกขนาดเป็นขนาดน้ำหนักต่อจำนวนหมุด 1,000 ตัว เช่น หมุดย้ำ ขนาด 1 ปอนด์ หมายความว่า จะมีหมุดอยู่ 1,000 ตัว ต่อน้ำหนัก 1 ปอนด์

หลักสำคัญในการย้ำหมุด คือ จะต้องทราบระยะที่สำคัญในการย้ำ ระยะห่างจากขอบงานหรือระยะห่างระหว่างหมุดแต่ละตัวซึ่งจะต้องปฏิบัติดังนี้ดังแสดงในรูปที่ 4.136 และ 4.137

1. ขนาดรูเจาะต้องโตกว่าลำตัวหมุดย้ำประมาณ 0.08 มม. – 0.4 มม.
2. รูเจาะต้องอยู่ห่างจากขอบงานไม่น้อยกว่า 2 เท่า ความโตลำตัวของหมุดย้ำ
3. ระยะห่างของหมุดแต่ละตัวไม่น้อยกว่า 3 เท่า ของความโตลำตัวของหมุดย้ำ
4. ระยะปลายหมุดย้ำที่โผล่จากชิ้นงานขึ้นมา ประมาณ 1 – 1½ เท่าของความโตลำตัวของหมุดย้ำที่ใช้



รูปที่ 3.103 แสดงระยะห่างระหว่างหมุดย้ำและระยะห่างจากขอบงาน

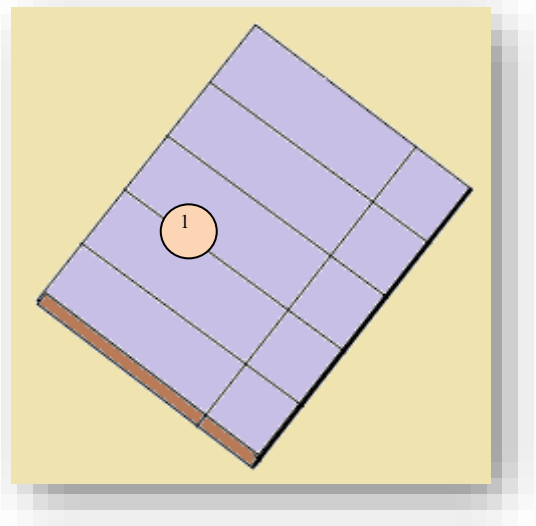


รูปที่ 3.104 แสดงตำแหน่งการเจาะรูบนรอยต่อของโลหะ

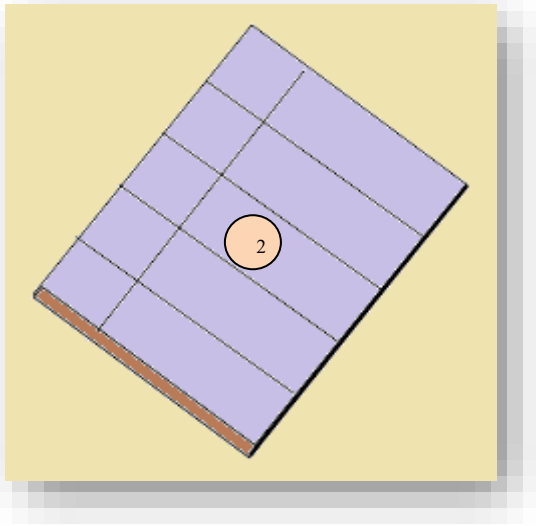
ลำดับขั้นตอนการย้ำหมุด

1. จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์และงานย้ำหมุด

2. ร่างแบบลงบนแผ่นงานทั้งสองแผ่นให้ห่างจากขอบงาน 20 มม.และระยะห่างระหว่างหมุดย้ำ 20 มม.โดยใช้บรรทัดเหล็กเหล็กขีดตอกนำศูนย์ที่จุดตัดด้วยเหล็กนำศูนย์และค้อนหัวกลมเพื่อเจาะรูด้วยเครื่องเจาะรูด้วยมือ

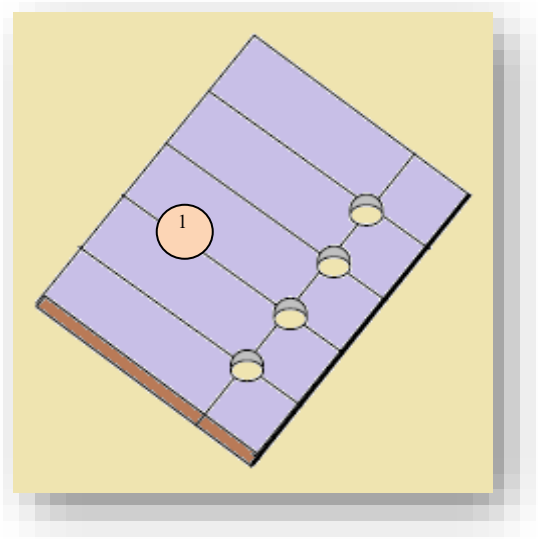


รูปที่ 3.105 แสดงการร่างแบบลงบนแผ่นงาน

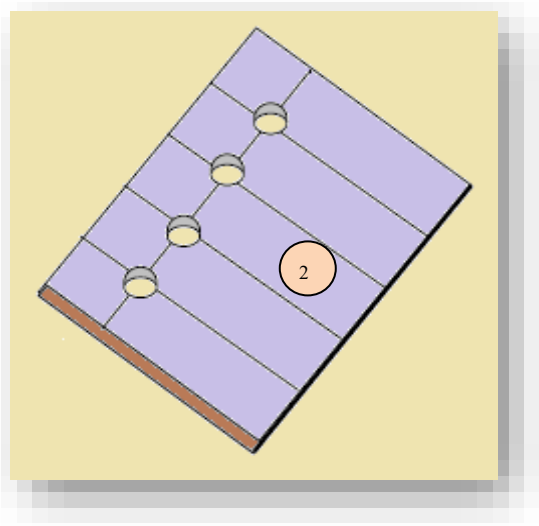


รูปที่ 3.106 แสดงแสดงการร่างแบบลงบนแผ่นงาน

3. เจาะรูด้วยเครื่องเจาะรูด้วยมือโดยเลือกขนาดรูที่จะเจาะโตกว่าตัวหมุดย้ำ0.08–0.4 มม. ทั้ง 2 แผ่นวัดลำตัวหมุดย้ำให้ได้ความยาว 4.5 มม.ถ้าหมุดย้ำยาวเกินไปให้ตัดออกให้ได้ขนาด

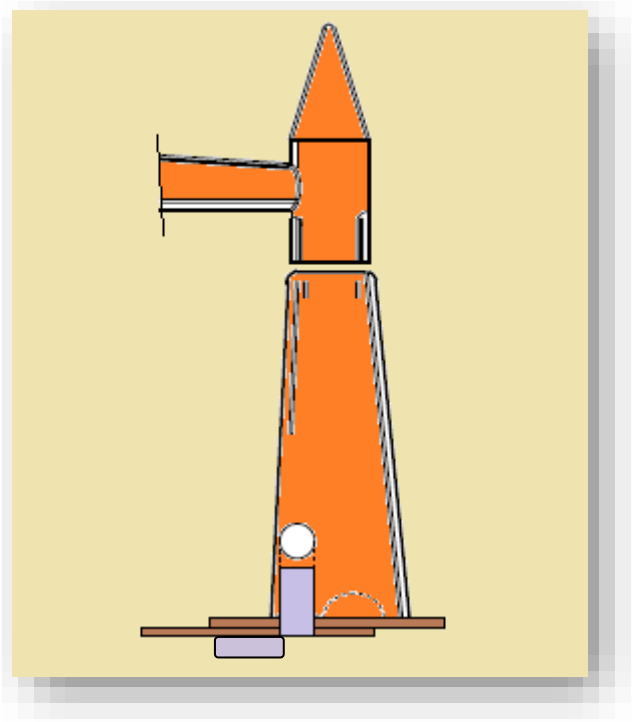


รูปที่ 3.107 แสดงชิ้นงานเจาะรูด้วยเครื่องเจาะรูด้วยมือ



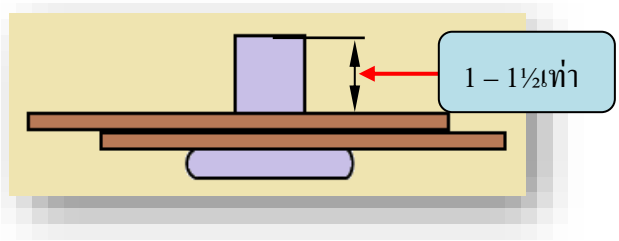
รูปที่ 3.108 แสดงแสดงชิ้นงานเจาะรูด้วยเครื่องเจาะรูด้วยมือ

4. ใส่หมุดย้ำที่รูเจาะโดยสอดหมุดให้หัวหมุดอยู่ด้านล่าง นำ Rivet Set ที่มีรูตอกชิ้นงานให้ตอกชิ้นงานติดกันแนบสนิทพอดีกับหัวหมุด



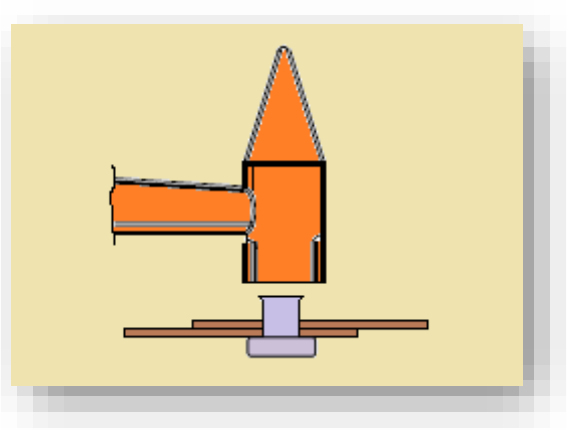
รูปที่ 3.109 แสดงลักษณะการตอกชิ้นงานติดกันแนบสนิทพอดีกับหัวหมุด

5. ตัดก้านหมุดให้โผล่จากชิ้นงานประมาณ 1 – 1½ เท่าของก้านหมุด

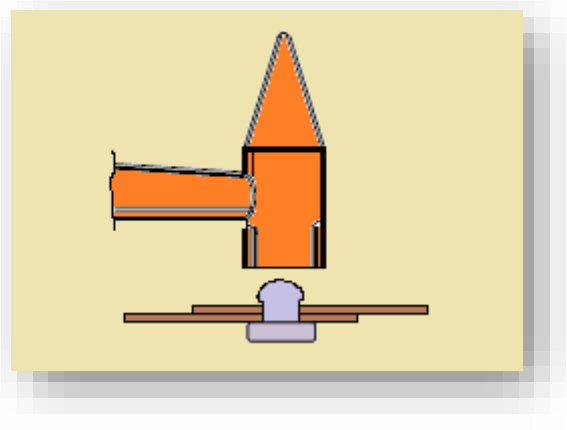


รูปที่ 3.110 แสดงการให้โผล่จากชิ้นงานประมาณ 1 – 1½ เท่าของก้านหมุด

6. นำชิ้นงานที่ใส่หมุดแล้วใช้ค้อนหัวเหล็กค่อย ๆ เคาะหัวหมุดให้เป็นรูปหัวหมุด

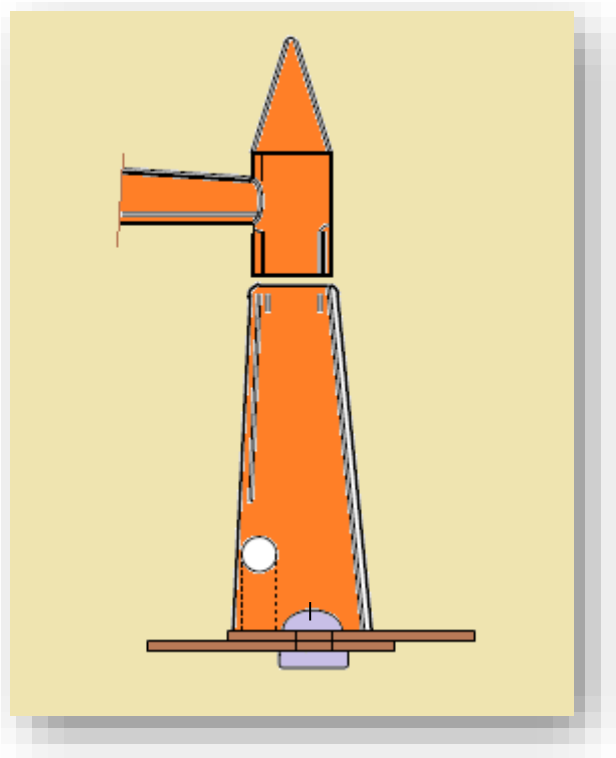


รูปที่ 3.111 แสดงขั้นตอนการเคาะหัวหมุด

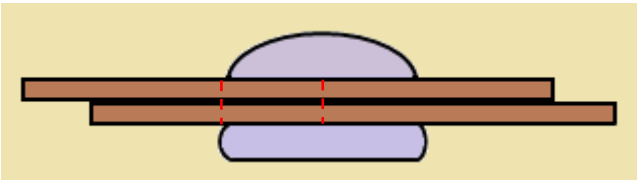


รูปที่ 3.112 แสดงขั้นตอนการเคาะหัวหมุดให้เป็นรูปหัวหมุด

7. ใช้ RivetSet อีกอันหนึ่งที่มีรอยบุ๋ม ขนาดเดียวกับหัวหมุดครอบลงบนหัวหมุดที่ใช้เคาะขึ้นรูปตีปลาย Rivet Set ด้านเรียบพร้อม ๆ กับหมุด Rivet Set รอบ ๆ จะได้หัวหมุดที่เรียบและสวยงาม



รูปที่ 3.113 แสดงขั้นตอนการเคาะหัวหมุดให้สวยงาม



รูปที่ 3.114 แสดงชิ้นงานย้ำหมุดที่เสร็จแล้ว

สรุป

การพับขอบงาน เป็นการเพิ่มความแข็ง และความสวยงามให้กับโครงสร้างของงานผลิตภัณฑ์ การเข้าขอบลวด เพื่อให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น การเสริมขอบด้วยเหล็กเส้นแบนเป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้กับงานที่มีขอบปากกว้าง หรือมีขอบขนาดใหญ่มาก

การพับเข้าตะเข็บงาน เป็นการยึดชิ้นโลหะให้ตัวก้นฐาน หรือ ใช้ประกอบขึ้นรูปงานการเลือกใช้ตะเข็บแต่ละชนิด ขึ้นอยู่กับการออกแบบ และลักษณะของงานผลิตภัณฑ์

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย : งานโลหะแผ่น **ระดับชั้น** : ปวช.

ชื่องาน : งานหมุดย้ำ

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	งานหมุดย้ำ	×				
2	ข้อบกพร่องในงานหมุดย้ำและวิธีการแก้ไข	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : : งานหมุดย้ำ **ระดับชั้น** : ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. บอกงานบัดกรีอ่อน ได้	×						
2. บอกชนิดของหัวแร้งได้	×						
3. บอกขั้นตอนการบัดกรีอ่อนได้	×						

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 16
	หน่วยที่ 3 งานโลหะแผ่น	**เวลา** 4 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100-1004	งานหมุดย้ำ	

สาระการเรียนรู้

3.13 งานบัดกรี

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกงานบัดกรีอ่อน ได้
2. บอกชนิดของหัวแร้งได้
3. บอกขั้นตอนการบัดกรีอ่อนได้

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน
3. สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน
4. นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติ สรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน (ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย (ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2.ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานโลหะแผ่น

ชื่องาน : งานหมุดย้ำ

ชื่อ-สกุล	กิจนิสัย								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนุษยสัมพันธ์	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**20**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ 5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 3	เรื่อง การบัดกรีอ่อน	เวลา 1 ชั่วโมง

3.13 การบัดกรี

การประกอบขึ้นรูปหรือยึดชิ้นส่วนงานโลหะแผ่นเข้าด้วยกันเป็นงานผลิตภัณฑ์รูปทรงต่าง ๆ เช่น กล่อง กระป๋อง ถาด ฯลฯ มีหลายวิธีที่ผู้ออกแบบหรือช่างประกอบจะต้องเลือกใช้ตามความเหมาะสมซึ่งต้องคำนึกถึงชนิดของโลหะแผ่น รูปร่าง ขนาดความหนาและส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ความสวยงาม ราคาความแข็งแรง และคุณภาพของชิ้นงานนั้นๆถ้าชิ้นงานที่ไม่ต้องการให้รั่วซึมเมื่อนำไปใช้งานจำเป็นต้องบัดกรี เพื่อใช้งานได้ตามจุดประสงค์และงานบางชนิดต้องการความแข็งแรงสูงอาจไม่ต้องบัดกรี แต่จะใช้วิธีการย้ำหมุดแทนเพื่อความแข็งแรงของชิ้นงาน

หลักการบัดกรี (Soldering)

การบัดกรี หมายถึง กรรมวิธียึดหรือต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยโลหะที่นำมาต่อนั้นจะไม่ละลาย เป็นเนื้อเดียวกันเหมือนการเชื่อม แต่การบัดกรีใช้วิธีการนำเอาโลหะผสมที่เรียกว่าตะกั่วบัดกรี (Solder) ซึ่งมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่า 800°F ชิ้นงานที่นำมาบัดกรี เป็นตัวประสานช่วยให้ชิ้นงานติดกัน โดยมีน้ำประสาน (Flux) เป็นตัวช่วย ทำความสะอาดผิวหน้าตรงส่วนที่จะบัดกรีก่อน และต้องอาศัยความร้อนที่ใช้หลอมละลายตะกั่ว พร้อมทั้งให้ความร้อนแก่ชิ้นงานจากหัวแร้งบัดกรี

รูปที่ 3.133 แสดงการบัดกรี

การบัดกรี เป็นการต่อโลหะแผ่นสองชิ้นหรือมากกว่า ให้ติดกันโดยใช้โลหะอื่นอีกชนิดหนึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในการเชื่อมต่อกันนั้น เรียกว่า ตัวประสาน หรือโลหะประสาน(Solder) งานบัดกรีที่ดีนั้นผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องทราบสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ คือ

1. ชนิดของวัสดุชิ้นงาน ซึ่งจะนำมาสู่การเลือกใช้โลหะประสาน

2. ชนิดของโลหะประสานและฟลักซ์ที่ใช้

3. ความรู้ขั้นตอนและอุปกรณ์เกี่ยวกับงานบัดกรีอ่อน

4. การทำความสะอาดชิ้นงาน

5. การจับยึดชิ้นงานขณะทำการบัดกรี

งานบัดกรี โดยทั่วไปจะใช้กับแผ่นโลหะบาง(Sheet Metal) ไม่นิยมใช้กับ แผ่นโลหะหนา (Plate) เพราะจะทำให้รอยบัดกรีมีความแข็งแรงไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้งาน

งานบัดกรี จึงเหมาะสำหรับงานต่อไปนี้

1. งานซึ่งไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก เช่น เครื่องประดับ งานเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

2. งานที่ไม่ให้เห็นเนื้อโลหะที่เป็นส่วนเกินในรอยต่อ เนื่องจากงานบัดกรีอ่อนนั้นโลหะประสานจะซึมแล่นเข้าไปในรอยต่อ ทำให้ไม่เห็นเป็นก้อนโลหะเหมือนการเชื่อม

3. ชิ้นงานที่นำมาบัดกรี ไม่เกิดการบิดตัวอันเนื่องมาจากความร้อน เพราะการบัดกรีใช้ความร้อนน้อย (ไม่เกิน 450 องศาเซลเซียส)

4. ชิ้นงานที่นำมาบัดกรี ไม่เกิดผลข้างเคียง เนื่องมาจากการกระทำด้วยความร้อนหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างภายใน เนื่องจากชิ้นงานไม่เกิดการหลอมละลาย

5. สามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว เสียค่าใช้จ่ายน้อย

เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการบัดกรี

การบัดกรี มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการบัดกรี ดังต่อไปนี้

3.2.1 หัวแร้งบัดกรี (Soldering Copper)

3.2.2 เครื่องมือทำความสะอาดหัวแร้งบัดกรี

หัวแร้งบัดกรี มีอยู่ 3 ชนิด คือ หัวแร้งแบบเผาไฟ หัวแร้งไฟฟ้า และหัวแร้งแบบหัวเป่า

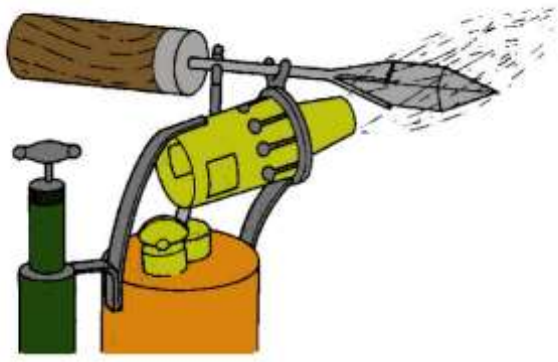
1) หัวแร้งแบบเผาไฟ จะมีส่วนประกอบอยู่ 3 ส่วนคือ ส่วนหัวสำหรับเผาไฟให้ร้อนแล้วนำไปบัดกรีชิ้นงาน ทำด้วยทองแดงมีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมปลายแหลม หรือลักษณะคล้ายลิ่ม จะต่อเข้ากับส่วนที่สองคือส่วนด้ามที่มีลักษณะเป็นแท่งเหล็กต่อเข้ากับส่วนที่สามคือด้ามจับอีกครั้งหนึ่ง หัวแร้งแบบนี้เหมาะกับงานทั่วไป

รูปที่ 3.134 แสดงหัวแร้งบัดกรีชนิดเผาไฟ

2) หัวแร้งไฟฟ้า การใช้งานสามารถใช้ได้โดยง่ายและรวดเร็ว ไม่ต้องเตรียมการใด ๆ เพียงแต่เสียบเข้ากับปลั๊ก ใช้กับไฟฟ้าแรงเคลื่อน 220 Volt ปริมาณความร้อนจะขึ้นอยู่กับจำนวนวัตต์ (Watt) ของหัวแร้งนั้น การบัดกรีโลหะแผ่นปริมาณความร้อนประมาณ 150 – 200 Watt นอกจากนี้ยังมีหัวแร้งไฟฟ้าที่ใช้เฉพาะกับงานบัดกรีอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ด้วย ลักษณะหัวแร้งไฟฟ้า

รูปที่ 3.135 แสดงหัวแร้งบัดกรีชนิดไฟฟ้า

3) หัวแร้งแบบหัวเป่า หัวบัดกรีชนิดนี้จะต้องอาศัยความร้อนจากเครื่องมืออื่น เช่น ความร้อนด้วยเปลวแก๊ส และความร้อนจากเตาเผาหัวบัดกรี เป็นต้น



รูปที่ 3.136 แสดงหัวแร้งบัดกรีชนิดแบบหัวเป่า

รูปที่ 3.137 แสดงลักษณะของเตาเผาหัวแร้ง

เครื่องมือทำความสะอาดหัวบัดกรี

เครื่องมือทำความสะอาดหัวบัดกรี แบ่งออกได้เป็นหลายชนิด เช่น แปรงลวดก้อนเกลือแอมโมเนีย กระดาษทราย และตะไบ เป็นต้น

(ก) ทำความสะอาดด้วยแปรงลวด

(ข) ทำความสะอาดด้วยตะไบ

รูปที่ 3.138 แสดงเครื่องมือทำความสะอาดหัวบัดกรี

น้ำประสาน (Flux) ใช้สำหรับทำความสะอาดผิวหน้างานและป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจนขณะบัดกรี ทำให้โลหะประสานยึดติดกับชิ้นงานได้ง่าย โดยน้ำประสานมีหน้าที่ดังนี้

1) ละลายออกไซด์ออกจากผิวหน้าของโลหะ

2) ป้องกันการเกิดออกไซด์ใหม่

3) ลดความตึงของผิวตะกั่ว จะทำให้ตะกั่วหลอมได้ง่ายขึ้น

4) ช่วยให้เกิดการประสานระหว่างตะกั่วบัดกรีกับชิ้นงาน

น้ำประสานมีอยู่ 2 ประเภท

1) ประเภทที่มีการกัดกร่อน (Corrosive Fluxes) เช่นกรดเกลือ(Muriatic Acid) และสังกะสีคลอไรด์ (Zinc Chloride)

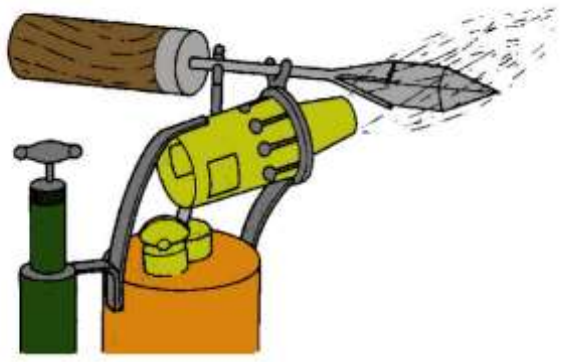
2) น้ำประสานที่ไม่มีการกัดกร่อน (Noncorrosive Fluxes) เช่น ไขสัตว์(Tallow) ยางสน (Rosin)

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวประสาน (Flux) ที่ใช้กับโลหะชนิดต่าง ๆ

ชนิดของโลหะ	น้ำประสาน	ชื่อทางเคมีของน้ำประสาน
แผ่นสังกะสี (Zinc)	สังกะสีคลอไรด์ (Cut Acid)	Zinc Chloride
แผ่นเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Iron)	กรดเกลือ (Muriatic)	Hydrochloric Acid
แผ่นดีบุก (Tin)	ยางสน (Rosin)	Coloponny
แผ่นเหล็กอาบดีบุก (Tin Plate)	สังกะสีคลอไรด์ (Cut Acid)	Zinc Chloride
แผ่นเหล็ก (Mild Steel)	สังกะสีคลอไรด์ (Cut Acid)	Zinc Chloride
แผ่นทองเหลือง	สังกะสีคลอไรด์ (Cut Acid)	Zinc Chloride
แผ่นทองแดง	ยางสน (Rosin)	Coloponny
แผ่นตะกั่ว	ยางสน (Rosin)	Coloponny
แผ่นอะลูมิเนียม	น้ำประสานชนิดพิเศษ (Special Flux)	

แหล่งความร้อนที่ใช้ในการบัดกรี แหล่งความร้อนที่ใช้ในการบัดกรีนั้นมีการให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน 2 วิธี คือ

1) การให้ความร้อนโดยตรง หมายถึง การนำแหล่งกำเนิดความร้อนมาใช้ในการบัดกรีโดยตรง หรือหัวแร้งที่เกิดความร้อนในตัวเอง เช่น หัวแร้งไฟฟ้า หัวแร้งแก๊ส หัวแร้งน้ำมัน และความร้อนของเปลวไฟที่ออกมาจากทอร์ช (Torch) หัวแร้งชนิดนี้จะให้ความร้อนในการบัดกรีด้วยอุณหภูมิที่สม่ำเสมอ



(ก) การเผาหัวแร้งบัดกรีด้วยแก๊ส

(ข) หัวแร้งไฟฟ้า

รูปที่ 3.139 แสดงรูปอุปกรณ์ที่ให้ความร้อนโดยตรง

2) การให้ความร้อนทางอ้อม เป็นการให้ความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนไปยังชิ้นงาน โดยส่งผ่านทางวัสดุตัวนำความร้อนที่ดีหรือการบัดกรี โดยหัวแร้งที่ไม่เกิดความร้อนด้วยตัวเอง เป็นหัวแร้งแบบธรรมดาที่มีใช้กันมาตั้งแต่โบราณ เช่น เตาถ่านไม้ เตาแก๊ส เตาฟู่เป็นต้น การบัดกรีโดยการส่งผ่านความร้อนนี้ ต้องกระทำอย่างรวดเร็ว เพราะความร้อนจะลดลงเรื่อย ๆ ความร้อนจะถูกเก็บอยู่ที่หัวแร้งทองแดง ซึ่งหัวแร้งทองแดงจะเก็บความร้อนอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นขนาดความโตของหัวแร้งจึงขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่จำเป็น ต้องใช้ในการบัดกรี และขนาดของตำแหน่งที่จะบัดกรี

รูปที่ 3.140 แสดงการเผาหัวบัดกรีในเตาให้ความร้อนทางอ้อม

โลหะบัดกรี หรือ โลหะประสาน (Solder)

โลหะบัดกรี (Solder) ทำหน้าที่เป็นตัวเกาะยึดให้โลหะงานสองชิ้นยึดติดกัน สมบัติของโลหะบัดกรีจะต้องมีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิต่ำกว่าโลหะชิ้นงาน และไหลตัวได้ดี โลหะบัดกรีทำจากโลหะเจือจำพวกเงิน ทองแดง สังกะสี ดีบุก อะลูมิเนียม และทอง ซึ่งการเลือกใช้โลหะบัดกรีก็ขึ้นอยู่กับ ความเหมาะสมกับโลหะชิ้นงานและอุณหภูมิใช้งาน

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

รูปที่ 3.141 แสดงตัวอย่างของโลหะบัดกรี

โลหะบัดกรีสำหรับการบัดกรี เป็นโลหะผสมระหว่างโลหะที่มีจุดหลอมละลายต่ำเหมือนกัน และสามารถไหลตัวได้ดี ซึ่งแต่ละชนิดก็จะเหมาะสำหรับใช้งานแตกต่างกัน โดยในตารางที่ 9.1 แสดงชนิดของโลหะบัดกรี ตัวอย่างการนำไปใช้งาน ส่วนในตารางที่ 9.2 แสดงช่วงอุณหภูมิหลอมละลายของโลหะบัดกรีบางชนิด

ตารางที่ 3.2 แสดงชนิดของโลหะบัดกรีที่เหมาะสมกับชนิดของโลหะงาน

ชนิดของโลหะบัดกรี	ชนิดของโลหะชิ้นงานที่ถูกบัดกรี
ดีบุก – ตะกั่ว (Tin – Lead)	ทองแดงและทองแดงผสม เหล็กเหนียว แผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี
ดีบุก – แอนติโมนี (Tin – Antimony)	ทองแดงและทองแดงผสม เหล็กเหนียว
แคดเมียม – เงิน (Cadmium – Silver)	แผ่นทองแดงต้องการความแข็งแรงสูง และทองแดงผสม เหล็กเหนียวและเหล็กไร้สนิม
แคดเมียม – สังกะสี (Cadmium – Zinc)	อลูมิเนียม และอลูมิเนียมผสม

งานบัดกรีอ่อนที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่นซึ่งส่วนมากชิ้นงานจะเป็นแผ่นเหล็กอาบสังกะสีจึงใช้โลหะบัดกรีชนิดดีบุก – ตะกั่ว ซึ่งมีราคาถูกโลหะทั้งสองชนิดนี้ หลังจากนำมาผสมกันแล้วกลับมีจุดหลอมละลายที่ต่ำกว่าโลหะหลักขณะที่อยู่ในสภาพบริสุทธิ์ โดยจุดหลอมละลายของโลหะบัดกรีจะเปลี่ยนแปลงไปตามอัตราส่วนผสม ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 9.3 แสดงอุณหภูมิ ณ จุดหลอมละลายของโลหะผสมระหว่างดีบุกกับตะกั่ว

ดีบุก (%)	ตะกั่ว (%)	จุดหลอมละลาย
50	50	ประมาณ 212°C (415°F)
60	40	ประมาณ 187°C (370°F)
61.9	38.1	ประมาณ 170°C (365°F)

ลำดับขั้นการบัดกรีชิ้นงาน

ลำดับขั้นการบัดกรีชิ้นงานเป็นการบัดกรีกระป๋องกลม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1 เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้พร้อม เช่น หัวบัดกรี ตะกั่วบัดกรี วัสดุช่วยประสานและอุปกรณ์ทำความสะอาดหัวบัดกรี เป็นต้น

2 ใช้ค้อนเคาะแต่งหัวบัดกรี จากนั้นตะไบให้เรียบ

(ก) การใช้ค้อนตกแต่งหัวบัดกรี (ข) การใช้ตะไบตกแต่งหัวบัดกรี

รูปที่ 3.142 แสดงการแต่งหัวบัดกรี

3 ทำความสะอาดชิ้นงาน เพื่อขจัดสนิม และคราบไขมันต่าง ๆ

4 ทาน้ำยาประสานบนรอยต่อที่จะบัดกรี และทำความสะอาดหัวบัดกรี

(ก) การทาน้ำยาประสานบนรอยต่องาน (ข) การทำความสะอาดหัวบัดกรี

รูปที่ 3.143 แสดงการทาน้ำยาประสานบนขอบตะเข็บ และการทำความสะอาดหัวบัดกรี

5 นำหัวบัดกรีไปเผาให้ความร้อนในเตา ให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งเพียงพอที่จะละลายโลหะบัดกรี และอย่าปล่อยให้หัวบัดกรีร้อนเกินไป เพราะจะทำให้ตะกั่วที่ฉาบอยู่บนปลาย หัวบัดกรีหลอมละลาย ซึ่งจะต้องทำการฉาบตะกั่วใหม่อีกครั้ง

รูปที่ 3.144 แสดงการเผาให้ความร้อนหัวบัดกรีในเตา

6 นำชิ้นงานไปวางบนแท่นรองและทาน้ำยาประสานเพื่อเตรียมบัดกรี

รูปที่ 3.145 แสดงการวางชิ้นงานบนแท่นรอง

7 นำหัวบัดกรีที่เผาได้ความร้อนที่เหมาะสมแล้วไปแตะกับแท่งของบัดกรี โดยให้โลหะบัดกรีติดกับปลาย หัวบัดกรี

รูปที่ 3.146 แสดงการใช้ปลายหัวแร้งแตะกับแท่งโลหะบัดกรี

8 ทำการบัดกรีอ่อนด้านปลายทั้งสองด้านของชิ้นงาน

รูปที่ 3.147 แสดงการบัดกรีปลายของชิ้นงาน

9 เริ่มบัดกรีชิ้นงานจากปลายด้านหนึ่งของตะเข็บ จากนั้นให้ลากหัวบัดกรีไปตามแนวของตะเข็บอย่างช้า ๆ

รูปที่ 3.148 แสดงการบัดกรีขอบตะเข็บ

ตัวอย่าง การบัดกรีชิ้นงานแสดงไว้ในรูปที่ 3.15 และรูปที่ 3.16

รูปที่ 3.149 แสดงตัวอย่างการบัดกรีก้นกระป๋อง

สรุป

การบัดกรีเป็นกรรมวิธีหนึ่งที่ใช้ในการยึดต่อหรือประกอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น ซึ่งนิยมใช้กันมาก โดยเฉพาะงานโลหะแผ่นบางและโลหะแผ่นเคลือบผิว การบัดกรีประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญ คือ ตะกั่วบัดกรี หัวแร้งบัดกรี น้ำประสานและความร้อน ผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาและฝึกปฏิบัติงานตามขั้นตอนต่างๆได้อย่างถูกต้อง

การปฏิบัติงานประกอบผลิตภัณฑ์จากโลหะแผ่นนั้น จำเป็นต้องใช้ ความร้อน และสารเคมีอันตรายในขณะปฏิบัติงานด้วย ดังนั้นผู้ปฏิบัติต้องระมัดระวังอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงานและอันตรายต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นสามารถป้องกันได้ หากผู้ปฏิบัติงานตระหนัก และคำนึงถึงความปลอดภัย อยู่ตลอดเวลา

Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต :** 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย : งานโลหะแผ่น **ระดับชั้น :** ปวช.

ชื่องาน : งานพับกล่องสี่เหลี่ยม

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	งานพับกล่องสี่เหลี่ยม	×				
2	ข้อบกพร่องในงานพับกล่องสี่เหลี่ยมและวิธีการแก้ไข	×				

Resources A : Having ago yourself

B : Observation of the Job

C : Performer interviews

D : Simulation

E : Questionnaire Techniques

Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น **จำนวนหน่วยกิต** : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : งานพับกล่องสี่เหลี่ยม **ระดับชั้น** : ปวช.

Behavioral Objective	ISL			PSL			Remark
	R	A	T	I	C	A	
1. บอกการคิดราคาขายของผลิตภัณฑ์ได้	×						
2. บอกการประมาณราคาได้	×						
3.บอกการกำหนดขั้นตอนเลือกและกำหนดเทคนิควิธีการผลิตได้	×						
4. บอกการเขียนรายงานการปฏิบัติงานได้	×						

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	**เอกสารประกอบการสอน**	**สัปดาห์ที่** 17
	หน่วยที่ 3 งานโลหะแผ่น	**เวลา** 4 **ชั่วโมง**
รหัสวิชา 20100-1004	งานพับกล่องสี่เหลี่ยม	

สาระการเรียนรู้

3.14 การประมาณราคา

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกการคิดราคาขายของผลิตภัณฑ์ได้
2. บอกการประมาณราคาได้
3. บอกการกำหนดขั้นตอนเลือกและกำหนดเทคนิควิธีการผลิตได้
4. บอกการเขียนรายงานการปฏิบัติงานได้

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. นำเข้าสู่บทเรียน ชี้แจงถึงเนื้อหาที่จะสอนในหน่วยการเรียน
3. สอนโดยเข้าสู่เนื้อหา ให้นักเรียนดูและปฏิบัติจากของจริงและจากสื่อการเรียน
4. นำความรู้มาใช้ ปฏิบัติตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อประเมินผลการเรียน
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
2. ใบความรู้
3. แบบฝึกหัดหลังเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
4. ใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย

งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติ สรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการเรียน(กิจนิสัย)
2. ประเมินผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยหลังเรียน (ภาคทฤษฎี)
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติงานในใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย (ภาคปฏิบัติ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการเรียนดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการเรียนดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการเรียนพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการเรียนต่ำต้องปรับปรุง

2.ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	80-100	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	70-79	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	60-69	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานพอใช้
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	50-59	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำ
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ผลการปฏิบัติงานต่ำต้องปรับปรุง

3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายความว่า	กิจนิสัยดีมาก
4	หมายความว่า	กิจนิสัยดี
3	หมายความว่า	กิจนิสัยปานกลาง
2	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำ
1	หมายความว่า	กิจนิสัยต่ำต้องปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งานโลหะแผ่น

ชื่องาน : งานพับกล่องสี่เหลี่ยม

ชื่อ-สกุล	**กิจนิสัย**								
	ความมีวินัย	มีความรับผิดชอบ	มีความอดทน	มีความซื่อสัตย์	มีความคิดสร้างสรรค์	มีความสนใจใฝ่รู้	มีมนษยสัมพันธ์	มีคุณธรรม จริยธรรม	**ผลรวมคะแนน / 2**
เกณฑ์คะแนน	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**<u>20</u>**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ 2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ 4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ 5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด
มีความรับผิดชอบ	1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน 3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด 5. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
มีความอดทน	1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน 2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว 3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก 4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ 5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด
มีความซื่อสัตย์	1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง 2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม 3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม 4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน 5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2. ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน 3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ 5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา
มีความคิดสร้างสรรค์	1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ 2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา 3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ไขปัญหา 4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน
มีมนุษยสัมพันธ์	1. พูดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น 2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ 5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม
มีคุณธรรม จริยธรรม	1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์ 2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ 3. ไม่เกเรและไม่เบียดเบียนเพื่อน 4. มีความมีเมตา กรุณา และการให้อภัย 5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความพากเพียร อดทน และประหยัด

หน่วยที่ 3	เรื่อง การประมาณราคา	เวลา 1 ชั่วโมง

3.14 การคิดราคาขายของผลิตภัณฑ์

ราคาของผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่ซื้อมาใช้งาน จะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ดังนี้

1) ค่าวัสดุ คิดจากจำนวนที่ใช้จริง

2) ค่าแรง ประมาณ 30 – 50% จากค่าวัสดุ

3) ค่าดำเนินการ 6 – 10% เช่น ค่าขนย้าย ค่าพาหนะเดินทาง กรณีจัดทำนอกสถานที่ หรือ ค่าการตลาด เป็นต้น

4) กำไร 10 – 25% ของวัสดุบวกค่าแรง

5) ภาษี 7% ของราคาผลิตภัณฑ์

การประมาณราคา

จะทำการประมาณราคาจะวัสดุที่ใช้จริงรวมกับค่าแรงงาน จึงเป็นราคาต้นทุน และเมื่อรวมกับกำไรที่ควร จึงเป็นราคาขายของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

การประมาณราคากล่องสี่เหลี่ยมมุมฉากต้องประมาณราคาของชิ้นงานส่วนชิ้นที่ 1 ชิ้น ส่วนชิ้นที่ 2 ชิ้น ส่วนชิ้นที่ 3 และลวด รวมกันเป็นราคาของวัสดุทั้งหมด

1) การประมาณราคาชิ้นส่วนชิ้นที่ 1

ถ้ากำหมดให้กล่องสี่เหลี่ยมนี้สร้างด้วยแผ่นเหล็กเบอร์ 30 ซึ่งโดยทั่วไปจะมีขนาดกว้าง 3 ฟุต ยาว 6 ฟุต สามารถตัดชิ้นส่วนชิ้น 1 ที่มีขนาด 98 X 208 ม.ม ได้จำนวน 72 ชิ้น

แผ่นเหล็กอาบสังกะสีเบอร์ 30 ราคาแผ่นละประมาณ 250 บาท

ดังนั้น ชิ้นที่ ขนาด 98 X 208 ม.ม มีราคา = 250 หาร 72 = 3.47 บาท

หรือคิดเป็นราคาเต็ม คือ 4 บาท

2) การประมาณราคาชิ้นส่วนชิ้นที่ 2

แผ่นเหล็กอาบสังกะสีเบอร์ 30 ซึ่งมีขนาดกว้าง 3 ฟุต ยาว 6 ฟุต สามารถตัดชิ้นส่วนชิ้นที่ 2 ซึ่งมีขนาด 88 X 66 ม.ม ได้จำนวน 260 ชิ้น

แผ่นเหล็กอาบสังกะสีเบอร์ 30 ราคาแผ่นละประมาณ 250 บาท

ดังนั้น 1 ชิ้น ขนาด 66 X 88 ม.ม มีราคา = 250 หาร 260 = 0.96 บาท

หรือคิดเป็นราคาเต็ม คือ 1 บาท ชิ้นที่ 2 มีจำนวน 2 ชิ้น รวมเป็นเงิน 2 บาท

ชิ้นงานมีพื้นที่ = 66 X 88 = 5,808 ม.ม 2

แผ่นเหล็กอาบสังกะสี 1 แผ่น มีพื้นที่ = 1,800 X 900 = 1.620,000 ม.ม 2

พื้นที่ 1,620,000 ม.ม 2 ราคา = 250

คิดเป็นจำนวนเต็ม คือ ราคาชิ้นละ 1 บาท

3) การประมารราคาลวด

จากการศึกษาแบบและถอดแบบกล่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก ใช้ลวดขนาด จุดศูนย์กลาง 4 ม.ม มีความยาวทั้งหมด 88 X 4 = 352 ม.ม

- ลวดขนาด จุดศูนย์ 4 ม.ม ราคาเมตรละ 5 บาท

ดังนั้น ค่าลวดในการทำขอบลวดปากกล่องประมาณ 2 บาท

4) การประมาณราคาค่าตะกั่วบัดกรีและเชื้อเพลิง

สำหรับค่าตะกั่วบัดกรี น้ำยาประสาน และเชื้อเพลิงที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่หัวแร้งบัดกรีนั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบว่าในการบัดกรีแต่ละครั้งนั้น ทำการบัดกรีกระป๋องได้จำนวนเท่าใด และใช้วัสดุบัดกรีและเชื้อเพลิงไปเป็นเงินเท่าใด ในที่นี้ผู้เขียนประมาณราคาไว้เป็นเงินโดยเฉลี่ยใบละ 3 บาท

รวมค่าวัสดุทั้งหมด เป็นเงิน 11 บาท ต่อ กล่อง

5) การคำนวณค่าแรงของกล่องสี่เหลี่ยม

สำหรับค่าแรงในการจัดทำ โดยทั่วไปสามารถคิดได้จาก 30 – 50% ของค่าวัสดุ แต่ในที่นี้ผู้เรียบเรียงกำหนดให้ 50% ของค่าวัสดุ ซึ่งคำนวณได้ ดังนี้

ค่าแรง = 50 หาร 100 คูณ 11 = 5.50 บาท ต่อ กล่อง

6) การคำนวณกำไรที่ได้จากการผลิต

โดยทั่วไปจะคิดคำนวณค่าแรงงานประมาณ 10 – 25% ของค่าวัสดุบวกค่าแรง ในที่ผู้เรียบเรียงกำหนดให้คิดกำไรจำนวน 20% ของค่าวัสดุบวกค่าแรง สามารถคิดคำนวณได้ ดังนี้

ค่าวัสดุบวกค่าแรง = 11 + 5.50 = 16.50 บาท

กำไร = 20 หาร 100 คูณ 16.50 = 3.30 บาท

ดังนั้น ราคากล่องสี่เหลี่ยมที่ประมาณได้ทั้งหมด โดยไม่รวมภาษี มีดังนี้

ราคาขายกล่องสี่เหลี่ยม = ค่าวัสดุ + ค่าแรง + กำไร

แทนค่า = 11 + 5.50 + 3.30

กล่องสี่เหลี่ยมมีราคา = 19 .80 บาท

การกำหนดขั้นตอนเลือกและกำหนดเทคนิควิธีการผลิต

กล่องสี่เหลี่ยม มีขั้นตอนการทำงานและกำหนดเทคนิควิธีการผลิต ดังนี้

1. สร้างชิ้นส่วนชิ้นที่ 1 โดยมีขั้นตอน ดังนี้
   1) เขียนแบบตามแบบ และขนาดที่กำหนด
   2) ตัดตามแบบด้วยเครื่องตัดตรง (Squaring Shear)
   3) บากมุมตะเข็บเกยด้วยกรรไกร หรือด้วยเครื่องบากมุม
   4) พับตะเข็บเกยให้มีลักษณะเป็นปีน โดยตั้งฉากกับลำตัวด้วยเครื่องพับ
   5) พับความสูงของกล่องให้ตั้งฉากทั้งสองด้านด้วยเครื่องพับกล่อง
2. สร้างชิ้นส่วนชิ้นที่ 2 และ 3 โดยมีขั้นตอน ดังนี้
   1) เขียนแบบตามแบบ และขนาดที่กำหนด
   2) ตัดตามแบบด้วยเครื่องตัดตรง (Squaring Shear)
3. นำชิ้นที่ 2 และชิ้นที่ 3 ประกอบเข้ากับชิ้นงานชิ้นที่ 1 และยึดให้ติดกันด้วยการบัดกรี
4. ล้างคราบน้ำกรดที่ใช้ในการบัดกรีออกด้วยน้ำสะอาด
5. ทำการเข้าขอบลวดบริเวณขอบด้านบนของกล่อง
6. ตรวจสอบความเรียบร้อย ส่งจำหน่าย

การเขียนรายงานการปฏิบัติงาน

สำหรับนักเรียน นักศึกษา ที่ฝึกปฏิบัติงานโลหะแผ่นในโรงฝึกงาน การเขียนรายงานการปฏิบัติงาน สามารถบ่งบอกถึงความรู้และทักษะที่ได้รับ ปัญหาและอุปสรรคที่ประสบ จะถูกนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อการปฏิบัติงานที่ดีขึ้นในการฝึกปฏิบัติครั้งต่อไป

สำหรับในงานอุตสาหกรรมการผลิตการเขียนรายงานทำให้ทราบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น ซึ่งจะถูกนำมาแก้ไข เช่น หลีกเลี่ยงหรือเปลี่ยนไปใช้วิธีอื่นเพื่อความเร็ว และเสียค่าใช้จ่ายน้อย

การเขียนรายงานการปฏิบัติรายงานการปฏิบัติงาน ควรประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. วัสดุที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์นั้น ๆ
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้
3. ลำดับขั้นการปฏิบัติงานที่ผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนได้กำหนดขั้นตอนไว้
4. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน
5. ความรู้และทักษะที่ได้รับจากการปฏิบัติงาน

สรุป

งานผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น เป็นงานการผลิตและประกอบให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย ดังนั้นผู้ผลิตต้องสามารถกำหนดราคาจำหน่ายได้ ซึ่งราคาจำหน่ายจะประกอบด้วย ราคาวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าดำเนินการ (ถ้ามี) ค่าภาษี และกำไรที่ผู้ผลิตควรจะได้