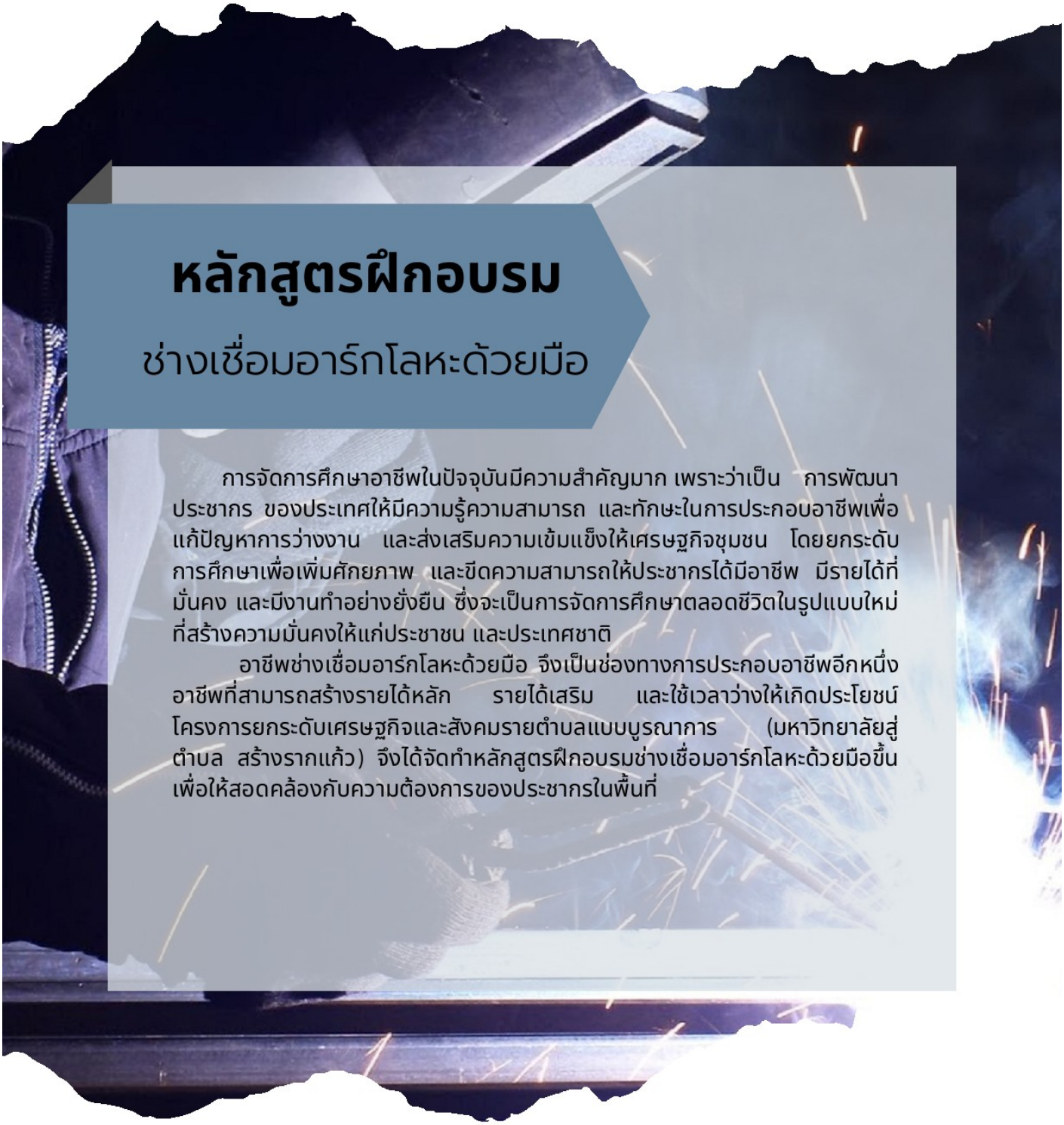
หลักสูตรฝึกอบรม

ช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย
โครงการยกระดับเศรษฐกิจและสังคมรายตำบลแบบบูรณาการ 1 ตำบล 1 มหาวิทยาลัย
(มหาวิทยาลัยสู่ตำบล สร้างรากแก้วให้ประเทศ)
ตำบลหัวง้ม อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

อาจารย์สมควร สงวนแพง



หลักสูตรฝึกอบรม

ช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ

การจัดการศึกษาอาชีพในปัจจุบันมีความสำคัญมาก เพราะว่าเป็น การพัฒนาประชากร ของประเทศให้มีความรู้ความสามารถ และทักษะในการประกอบอาชีพเพื่อแก้ปัญหาการว่างงาน และส่งเสริมความเข้มแข็งให้เศรษฐกิจชุมชน โดยยกระดับการศึกษาเพื่อเพิ่มศักยภาพ และขีดความสามารถให้ประชากรได้มีอาชีพ มีรายได้ที่มั่นคง และมีงานทำอย่างยั่งยืน ซึ่งจะเป็นการจัดการศึกษาตลอดชีวิตในรูปแบบใหม่ที่สร้างความมั่นคงให้แก่ประชาชน และประเทศชาติ

อาชีพช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ จึงเป็นช่องทางการประกอบอาชีพอีกหนึ่งอาชีพที่สามารถสร้างรายได้หลัก รายได้เสริม และใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ โครงการยกระดับเศรษฐกิจและสังคมรายตำบลแบบบูรณาการ (มหาวิทยาลัยสู่ตำบล สร้างรากแก้ว) จึงได้จัดทำหลักสูตรฝึกอบรมช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของประชากรในพื้นที่

สารบัญ

หลักสูตรฝึกอบรม ช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ

01 หลักสูตรการฝึกอบรม

09 เนื้อหาการฝึกอบรม

09 ความปลอดภัยทั่วไปในพื้นที่ปฏิบัติงาน (Safety Health and Environmental)

13 การตรวจสอบงานเชื่อม

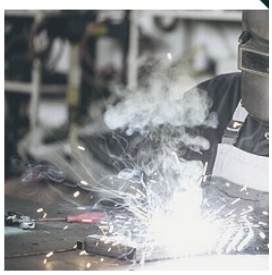
14 มาตรฐานลวดเชื่อม

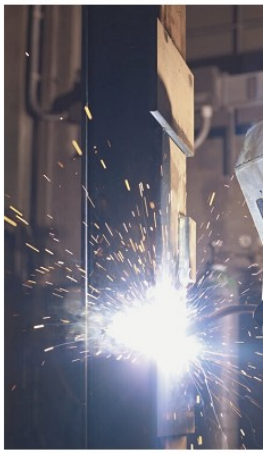
26 ท่าเชื่อมและตำแหน่งในการเชื่อม (Welding Position)

35 แบบประเมินการฝึกอบรม

36 บรรณานุกรม

37 ประวัติวิทยากร





มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย
โครงการยกระดับเศรษฐกิจและสังคมรายตำบลแบบบูรณาการ 1 ตำบล 1
มหาวิทยาลัย (มหาวิทยาลัยสู่ตำบล สร้างรากแก้วให้ประเทศ)
ตำบลห้วงม้ม อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

หลักสูตรการฝึกอบรม
"หลักสูตรฝึกอบรม ช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ"
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

1. วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้ ความสามารถ และมีความพร้อมทั้งด้านร่างกาย จิตใจ ตลอดจนมีทัศนคติที่ดีต่อการประกอบชีพ และสามารปฏิบัติงานได้ ดังนี้

1.1สามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามหลักความปลอดภัยทั่วไป และความปลอดภัยในงานเชื่อมและตัดโลหะ

1.2สามารถใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ในงานเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือได้ถูกต้อง

1.3สามารถปฏิบัติงานเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือแนวเชื่อมฟิลเล็ทเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แผ่นต่อแผ่นและท่อต่อท่อในตำแหน่งการเชื่อมเชื่อม PA PB PC PD PF และ PH ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ระยะเวลาฝึกอบรม

ผู้รับการฝึกอบรมจะต้องเข้าฝึกอบรมภาคทฤษฎี จำนวน 15 ชั่วโมง และฝึกภาคปฏิบัติ จำนวน 15 ชั่วโมง รวมเป็น 30 ชั่วโมง โดยจะต้องเข้ารับการฝึกอบรมอย่างน้อยร้อยละ 80 ของระยะเวลาการฝึกอบรมทั้งหมด

3. คุณสมบัติผู้เข้าฝึกอบรม

3.1 มีอายุไม่ต่ำกว่า 18 ปี นับถึงวันที่สมัครเข้ารับการฝึกอบรม

3.2 มีประสบการณ์การทำงานหรือประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ หรือ

3.3 ผ่านการฝึกอบรมฝีมือแรงงานหรือฝึกอาชีพเกี่ยวกับช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ หรือ

3.4 เป็นผู้จบการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้องกับอาชีพนี้ หรือ

3.5 เป็นผู้มีความสนใจหรือเป้าประสงค์ที่จะเข้าอบรมอย่างแน่วแน่และผ่านการประเมินความสามารถพื้นฐานจากผู้จัดการฝึกอบรม

3.6 มีสภาพร่างกายและจิตใจที่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการฝึก และสามารถฝึกอบรมได้ตลอดหลักสูตร

4. ใบประกาศนียบัตร

ชื่อเต็ม : ใบประกาศนียบัตรฝึกอบรมระยะสั้น"หลักสูตรช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือติดตั้งไฟฟ้าภายในอาคาร"ภายใต้โครงการยกระดับเศรษฐกิจและสังคมรายตำบลแบบบูรณาการ (มหาวิทยาลัยสู่ตำบล สร้างรากแก้วให้ประเทศ) ซึ่งผู้รับการฝึกอบรมที่ผ่านการประเมินผลและมีระยะเวลาการฝึกอบรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของระยะเวลาการฝึกทั้งหมดจะได้รับใบประกาศนียบัตร "หลักสูตรช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ"

5. หัวข้อการอบรม

หัวข้อการอบรม	ชั่วโมง	
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1. ความปลอดภัยทั่วไปในพื้นที่ปฏิบัติงาน	1	-
2. ความปลอดภัยในการเชื่อมและตัด	1	-
3. การใช้เครื่องมือวัด	1	-
4. การใช้เครื่องมือทั่วไป	1	-
5. การใช้เครื่องมือกล	1	-
6. เครื่องเชื่อมและวงจรไฟฟ้า	1	-
7. เทคนิคการเชื่อม	1	-
8. สมบัติและความสามารถเชื่อมได้ของโลหะ	1	-
9. ลวดเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบการเชื่อม	1	-
10. ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม	1	-
11. คณิตศาสตร์ประยุกต์ที่สัมพันธ์กับการร่างแบบงานเชื่อม	1	-
12. วิทยาศาสตร์เบื้องต้นที่สัมพันธ์กับงานเชื่อม	1	-
13. การตรวจสอบและคุณภาพของงานเชื่อม	1	-
14. การเชื่อมท่อ (Pipe)	-	3
15. การเชื่อมแผ่นต่อตัวทีท่าราบ (PA) และท่าระดับ (PB)	-	3
16. การเชื่อมแผ่นต่อตัวทีท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PF)	-	3
17. การเชื่อมแผ่นต่อตัวทีท่าเหนือศีรษะ (PD/PE)	-	3
18. การเชื่อมท่อต่อแผ่นท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH)	-	3
การวัดการประเมินผล		
รวม	**15**	**15**
รวมทั้งหมด	**30**	

6. เนื้อหาวิชา

6.1 ความปลอดภัยทั่วไปในพื้นที่ปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกหลักความปลอดภัยทั่วไปในพื้นที่ปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาประเภทของอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั่วไปในสภาพแวดล้อมของการทำงานการรู้สาเหตุและขั้นตอนต่าง ๆ จะสามารถนำมาใช้ป้องกันอุบัติเหตุได้ สาเหตุของการเกิดอัคคีภัย และ การระเบิดมาตรการป้องกันการเกิดอัคคีภัย ชนิดของเครื่องดับเพลิง และข้อแนะนำการใช้ การรู้จักใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น แว่นตานิรภัย หน้ากากเชื่อม ถุงมือ เอี๊ยมกันไฟ รองเท้านิรภัย อุปกรณ์ป้องกันเสียง อุปกรณ์กรองอากาศ การตรวจสอบสถานที่ทำงาน สำหรับความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมของการทำงานเชื่อม หลักการในการจัดการ และการรักษาความปลอดภัยในที่ทำงาน หลักการในการใช้เครื่องมือ (Hand Tools) และเครื่องมือกล (Power Tools) อย่างปลอดภัย การปฐมพยาบาลเบื้องต้นจากไฟไหม้ สำหรับผู้บาดเจ็บเล็กน้อยและบาดเจ็บสาหัสหลักการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในการดูแลบุคคลบาดเจ็บจากไฟฟ้าดูดรวมถึงการปั๊มหัวใจ (Coronary Pulmonary Resuscitation : CPR) การปฐมพยาบาลเบื้องต้นสำหรับผู้ได้รับควันไอระเหยและแก๊สที่เป็นพิษกฎระเบียบที่สัมพันธ์กับภาวการณ์ทำงานความปลอดภัย สุขลักษณะ และสิ่งแวดล้อมภายในและรอบ ๆ พื้นที่ทำงาน

6.2 ความปลอดภัยในการเชื่อมและตัด

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกมาตรการป้องกันภัยส่วนบุคคลที่เกิดจากการเชื่อมและตัดโลหะได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาวิธีการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือกล ได้แก่ เครื่องเจียมือ เครื่องขัดผิวโลหะ เครื่องกดไฮดรอลิกส์ และอุปกรณ์ทดสอบการตีหัก เครื่องเลื่อยและอุปกรณ์จับยึด เครื่องดูดควัน และตู้อบลวดเชื่อม

6.2 ความปลอดภัยในการเชื่อมและตัด

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกมาตรการป้องกันภัยส่วนบุคคลที่เกิดจากการเชื่อมและตัดโลหะได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาวิธีการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือกล ได้แก่ เครื่องเจียมือ เครื่องขัดผิวโลหะ เครื่องกดไฮดรอลิกส์ และอุปกรณ์ทดสอบการตีหัก เครื่องเลื่อยและอุปกรณ์จับยึด เครื่องดูดควัน และตู้อบลวดเชื่อม

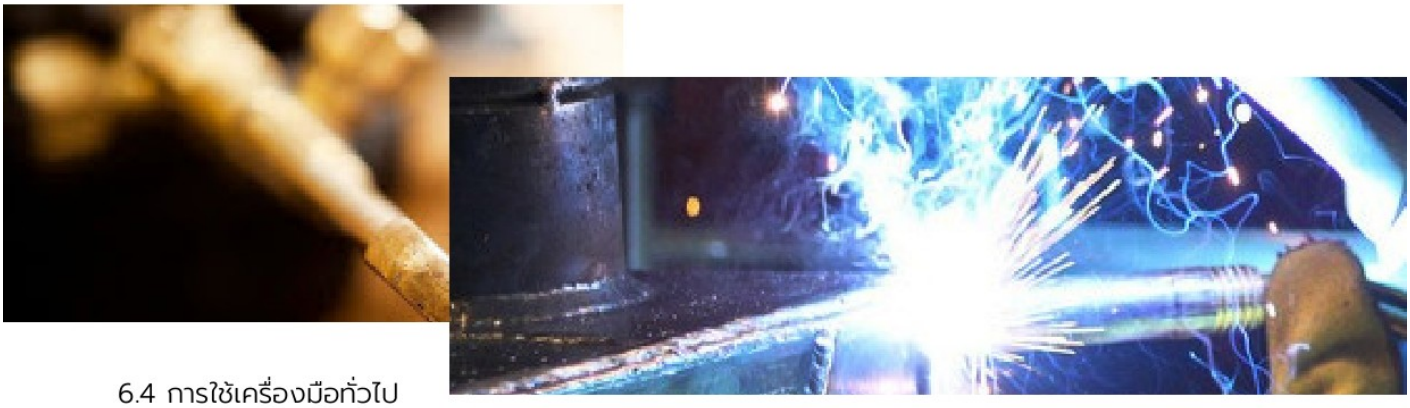
6.3 การใช้เครื่องมือวัด

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกหลักการใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับชนิด หน้าที่ การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดละเอียดทั้งแบบมีขีดมาตราและไม่มีขีดมาตรา รวมถึงวิธีการสอบเทียบเครื่องมือวัดตามข้อกำหนดในมาตรฐานเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือวัดและเครื่องมือตรวจสอบชนิดต่าง ๆ บรรทัดเหล็ก เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ไมโครมิเตอร์วงเวียนถ่ายขนาด ใบวัดมุม บรรทัดวัดมุมแบบยูนิเวอร์แซล ฉากช่างกล ฉากผสม นาฬิกาวัด คอมพาเรเตอร์ เกจบล็อก เกจทรงกระบอก เกจก้ามปู งานตรวจสอบเกลียว งานตรวจสอบเรียว งานตรวจสอบรัศมี หวีวัดเกลียว เทเลสโคปิคเกจ ระดับน้ำช่างกล การจัดเก็บและการบำรุงรักษา มาตรฐานสาขางานแม่พิมพ์ระดับ T1, T2 ของคณะกรรมการจัดทำหลักสูตรเพื่อพัฒนาบุคลากร แม่พิมพ์



6.4 การใช้เครื่องมือทั่วไป

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกหลักการใช้เครื่องมือทั่วไปได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับการใช้การบำรุงรักษาเครื่องมือและเครื่องมือกลเบื้องต้น งานวัดและตรวจสอบ งานร่างแบบ งานเลื่อย งานสกัด งานตะไบ งานเจาะ งานลับคมตัด งานทำเกลียว งานเครื่องมือกลเบื้องต้นและการประกอบชิ้นงาน สิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

6.5 การใช้เครื่องมือกล

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกหลักการใช้เครื่องมือทั่วไปได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้การบำรุงรักษาเครื่องมือและเครื่องมือกลเบื้องต้น งานวัดและตรวจสอบ งานร่างแบบ งานเลื่อย งานสกัด งานตะไบ งานเจาะ งานลับคมตัด งานทำเกลียว งานเครื่องมือกลเบื้องต้นและการประกอบชิ้นงาน สิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย

ในการปฏิบัติงาน

6.6 เครื่องเชื่อมและวงจรไฟฟ้า

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกชนิดของเครื่องเชื่อม วิธีการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องเชื่อมได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาชนิดของเครื่องเชื่อม การติดตั้งเครื่องเชื่อม หลักการทำงานของเครื่องเชื่อมและ อุปกรณ์การปรับค่าพารามิเตอร์ในการเชื่อม ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสไฟฟ้า วัฏจักรการทำงาน (Duty-Cycle) ของเครื่องเชื่อม ความต้านทานไฟฟ้าของสายเชื่อมและข้อต่อ การต่อขั้วสายไฟเชื่อมกับชิ้นงาน

6.7 เทคนิคการเชื่อม

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกเทคนิคการเชื่อมได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเทคนิคการเชื่อม ได้แก่ การควบคุมเปลวอาร์ก ระยะอาร์ก มุมลวดเชื่อม การเดินแนวแบบไม่ส่ายลวดและแบบส่ายลวด การลดแก๊สในบ่อหลอม การเตรียมรอยต่อ การประกอบรอยต่อ การทำความสะอาดรอยต่อ การอุ่นชิ้นงานและการให้ความร้อนหลังเชื่อม การเดินแนวแบบไม่ส่ายลวด แบบส่ายลวดการวางลำดับแนวเชื่อมสำหรับการเชื่อมหลายชั้น

6.8 สมบัติและความสามารถเชื่อมได้ของโลหะ

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกสมบัติและความสามารถเชื่อมได้ของโลหะได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาชนิดและชั้นคุณภาพของเหล็กกล้า สมบัติเหล็กกล้ารวมไปถึงค่าความต้านแรงดึง ค่าความต้านแรงกระแทก ความแข็ง ความเหนียว (Toughness) ลักษณะการกัดกร่อน กรรมวิธีของการตรวจสอบคุณภาพ รวมไปถึงการทดสอบแบบทำลาย และการทดสอบแบบไม่ทำลาย มาตรฐานเกี่ยวกับโลหะชิ้นงาน เช่น ISO 630, JIS G 310, DIN 17100, ASTM A 36 ฯลฯ สมบัติทางเคมีและลักษณะการกัดกร่อนของโลหะชิ้นงาน รูปทรงของเหล็กกล้า แผ่นบาง แผ่นหนา เส้นแบนกลม ฉาก ราง เหล็กตัวไอ เหล็กตัวเอ็ช หน้าแปลน ท่อ (Pipe) ท่อบาง (Tube)

6.9 ลวดเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบการเชื่อม

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกข้อกำหนดมาตรฐานของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ การเลือกใช้และการเก็บรักษาได้ถูกต้องพร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาข้อกำหนดมาตรฐานของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้า ผสมต่ำ เหล็กกล้าเกรนละเอียด ชั้นคุณภาพของลวดเชื่อม ชนิดของฟลักซ์ ขนาดลวดเชื่อมและความสามารถ เชื่อมได้ และการเลือกใช้ การเก็บรักษา วิธีการใช้และการอบไล่ความชื้น การกำหนดขั้วไฟฟ้า การปรับตั้ง กระแสไฟให้เหมาะกับท่าเชื่อม ร่วมถึงอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวเนื่อง

6.10 ข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกรายละเอียดข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อมได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาจุดมุ่งหมายตามข้อกำหนดกรรมวิธีการเชื่อม ได้แก่ การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของการเชื่อม การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะกับโลหะชิ้นงาน สัญลักษณ์งานเชื่อม ลักษณะเฉพาะของรอยต่องานเชื่อมรวมทั้งชนิดรอยต่อ รูปทรงเรขาคณิตและขนาดที่สัมพันธ์กับสัญลักษณ์งานเชื่อม

6.11 คณิตศาสตร์ประยุกต์ที่สัมพันธ์กับการร่างแบบงานเชื่อม

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกคำนวณความยาว มุม พื้นที่ ปริมาตร น้ำหนัก และความดันได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาคณิตศาสตร์พื้นฐาน การบวก ลบ คูณ หาร การหาร้อยละ การวัด และการคำนวณ ความยาว มุม พื้นที่ ปริมาตร น้ำหนัก ความดัน การแปลงหน่วยของมาตรวัดมาตรฐานต่าง ๆ และการใช้เครื่องคำนวณ

6.12 วิทยาศาสตร์เบื้องต้นที่สัมพันธ์กับงานเชื่อม

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกผลกระทบทางวิทยาศาสตร์ต่องานเชื่อมได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาสาเหตุและการป้องกันการกัดกร่อนและการสึกหรอ โลหะวิทยาที่สัมพันธ์กับงานเชื่อม อิทธิพลของความร้อนที่มีต่อชิ้นงานเชื่อม การอุ่นชิ้นงาน (Preheat) และการให้ความร้อนหลังเชื่อม (Post Heat)

6.13 การตรวจสอบและคุณภาพของงานเชื่อม

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกวิธีการและขั้นตอนการตรวจสอบงานเชื่อมได้ถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาวิธีการและขั้นตอนการตรวจสอบงานเชื่อมแบบทำลายด้วยการตีหัก (Fracture Test) และแบบไม่ทำลายด้วยการตรวจสอบพินิจ (Visual Inspection) ได้แก่ การตรวจสอบก่อนการเชื่อม การตรวจสอบในระหว่างการเชื่อม และการตรวจสอบหลังการเชื่อม เกณฑ์คุณภาพของงานเชื่อมตามมาตรฐาน ISO การช!อมจุดบกพร่อง (Defects) ของชิ้นงานเชื่อม ฝึกปฏิบัติการตรวจสอบงานเชื่อม

6.14 การเชื่อมท่อ (Pipe)

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกบอกชนิดและขนาดของท่อและชิ้นส่วนประกอบได้ถูกต้อง สามารถเตรียมการเชื่อมและเชื่อมท่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาชนิดและขนาดของท่อ ข้อต่อท่อ หน้าแปลน การวัดความกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนาของผนัง ความเหลื่อม (Misalignment) การร่วมศูนย์เดียวกัน วิธีการการประกอบท่อ

6.15 การเชื่อมแผ่นต่อตัวทีท่าราบ (PA) และท่าระดับ (PB)

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถเตรียมการเชื่อมและเชื่อมแผ่นต่อตัวทีท่าราบ (PA) และท่าระดับ (PB) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำอธิบายรายวิชา

ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การปรับตั้งกระแสไฟเชื่อม การตั้งมุมลวด การเริ่มต้นอาร์ก การควบคุมระยะอาร์กแล่ะบ่อหลอมละลาย การควบคุมความเร็วในการเชื่อม การส่ายลวดเชื่อม การต่อแนวเชื่อม การซ่อนแนวเชื่อม การเจียแต่งแนวเชื่อม และการทำความสะอาดแนวเชื่อม

6.16 การเชื่อมแผ่นต่อตัวทีท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PF)

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถเตรียมการเชื่อมและเชื่อมแผ่นต่อตัวทีท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PF) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำอธิบายรายวิชา

ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การปรับตั้งกระแสไฟเชื่อม การตั้งมุมลวด การเริ่มต้นอาร์ก การควบคุมระยะอาร์กและบ่อหลอมละลาย การควบคุมความเร็วในการเชื่อม การส่ายลวดเชื่อม การต่อแนวเชื่อม การซ้อนแนวเชื่อม การเจียแต่งแนวเชื่อม และการทำความสะอาดแนวเชื่อม

6.17 การเชื่อมแผ่นต่อตัวทีท่าเหนือศีรษะ (PD/PE)

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถเตรียมการเชื่อมและเชื่อมแผ่นต่อตัวทีท่าเหนือศีรษะ (PD/PE) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำอธิบายรายวิชา

ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การปรับตั้งกระแสไฟเชื่อม การตั้งมุมลวด การเริ่มต้นอาร์ก การควบคุมระยะอาร์กและบ่อหลอมละลาย การควบคุมความเร็วในการเชื่อม การส่ายลวดเชื่อม การต่อแนวเชื่อม การซ้อนแนวเชื่อม การเจียแต่งแนวเชื่อม และการทำความสะอาดแนวเชื่อม

6.18 การเชื่อมท่อต่อแผ่นท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH)

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถเตรียมการเชื่อมและเชื่อมท่อต่อแผ่นท่าตั้งเชื่อมขึ้น (PH) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำอธิบายรายวิชา

ฝึกปฏิบัติการเตรียมชิ้นงาน การปรับตั้งกระแสไฟเชื่อม การตั้งมุมลวด การเริ่มต้นอาร์ก การควบคุมระยะอาร์กและบ่อหลอมละลาย การควบคุมความเร็วในการเชื่อม การส่ายลวดเชื่อม การต่อแนวเชื่อม การซ้อนแนวเชื่อม การเจียแต่งแนวเชื่อม และการทำความสะอาดแนวเชื่อม

7. วัดและประเมินผล

1. ประเมินความรู้ และความพึงพอใจจากแบบสอบถามของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

8. ผู้จัดทำหลักสูตร

1. ชื่อ นางวนิดา สัญใจ หน่วยงาน วิทยาลัยเทคนิคดอกคำใต้

ลงชื่อ.....ผู้ขออนุมัติหลักสูตร
(นายสมควร สงวนแพง)

ลงชื่อ.....ผู้อนุมัติหลักสูตร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกรียงไกร ธารพรศรี)
ผู้อำนวยการสถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

เนื้อหาการฝึกอบรม

พื้นฐานกระบวนการเชื่อม
Fundamentals of welding process
1. ความปลอดภัยทั่วไปในพื้นที่ปฏิบัติงาน (Safety Health and Environmental)

อุบัติเหตุ คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นสร้างความเสียหายอย่างไม่คาดหมายและเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะมีผลกระทบต่อการทำงานทรัพย์สินและบุคคลสิ่งต้องคำนึงถึงเสมอในการปฏิบัติงาน คือ ความปลอดภัยโดยเฉพาะการก่อสร้างการผลิตโดยเครื่องจักรซึ่งมีความเสี่ยงสูงหากการป้องกันไม่รัดกุมเพียงพออาจก่อให้เกิด ความเสียหายทั้งผู้ปฏิบัติงานผลิตภัณฑ์ และเครื่องจักรในการผลิตได้ผลเสียการเกิดอุบัติเหตุแต่ละครั้งมีต่อ องค์กร ได้แก่ เสียหายต่อทรัพย์สินเสียชีวิต เสียอวัยวะหรือพิการ เสียอิสรภาพต้องโทษทางกฎหมาย เสียเวลากู้ สถานการณ์ เสียขวัญและกำลังใจ เสียเวลาฟื้นฟูสภาพจิตใจ เสียประสิทธิภาพการทำงานตกต่ำ เสียชื่อเสียง เป็นต้น

สาเหตุของอุบัติเหตุ (Causes of Accidents) ที่สำคัญมี 3 ประการ ได้แก่

1. สาเหตุที่เกิดจากคน (Human Cause) มีจำนวนสูงที่สุดเฉลี่ยประมาณร้อยละ 80 - 90 ของการ เกิดอุบัติเหตุ ตัวอย่างเช่น การทำงานที่ไม่ถูกต้อง ความพลั้งเผลอ ความประมาท การมีนิสัยชอบเสี่ยงในการ ทำงาน เป็นต้น

oสาเหตุจากการออกแบบที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม เช่น ด้านกระบวนการผลิต ด้านวิศวกรรม ด้าน การดัดแปลงไม่เป็นตามหลักวิชาการ (Health, Safety, Environmental Impact, Energy) เป็นต้น

oสาเหตุจากการสร้าง ติดตั้ง ไม่ถูกต้องเหมาะสม เช่น ด้านความรู้ในการติดตั้งไม่ละเอียด ด้าน ไม่ศึกษาการทำงานของเครื่องจักรที่ติดตั้ง ความรู้ด้านเดินเครื่อง การหยุดเครื่องกะทันหัน ระบบนิรภัยที่จำเป็น อุปกรณ์ช่วยกรณีฉุกเฉิน เป็นต้น

oการใช้งานและการบำรุงรักษา เช่น การตรวจสอบตามระยะเวลาต่าง ๆ การสอบเทียบ อุปกรณ์ตรวจวัด การบำรุงรักษา การซ่อมแซม เป็นต้น

2. สาเหตุที่เกิดจากความผิดพลาดของเครื่องจักร (Mechanical Failure) มีจำนวนเฉลี่ย ประมาณ ร้อยละ 10 - 15 ของการเกิดอุบัติเหตุทุกครั้ง เช่น ส่วนที่เป็นอันตราย ของเครื่องจักรที่ไม่มีเครื่องป้องกัน เครื่องจักร เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ชำรุดบกพร่องรวมถึงการวางผังโรงงานไม่เหมาะสม สภาพแวดล้อม ในการทำงาน ไม่ปลอดภัย เป็นต้น

3. สาเหตุที่เกิดจากธรรมชาติ (Natural Disaster) มีจำนวนเฉลี่ยประมาณร้อยละ 5 - 10 เป็น สาเหตุที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาตินอกเหนือการควบคุมได้ เช่น แผ่นดินไหว พายุ น้ำท่วม ฟ้าผ่า เกินพิกัดที่ออกแบบรองรับ เป็นต้น

ความปลอดภัยส่วนบุคคลเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นลำดับแรก ความปลอดภัยส่วนบุคคล มักจะเป็นเชิงปกป้องด้วยอุปกรณ์สำหรับความปลอดภัยเป็นหลักโดยต้องสวมใส่อุปกรณ์ปกป้องอวัยวะต่าง ๆ ของ ร่างกาย ในการปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องทราบหลักการใช้งาน ชนิด ข้อจำกัด ตลอดจนการดูแลรักษา อย่างถูกต้องเพื่อประโยชน์ต่อตัวผู้ปฏิบัติงานเอง

อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล หมายถึง อุปกรณ์หรือสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่จะนำมาสวมใส่บน ส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือหลายส่วนของบุคคลนั้น ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ได้รับอันตรายจากการทำงาน หรือ ลดความรุนแรงของการประสบอันตรายที่อาจเกิดขึ้น อุปกรณ์ป้องกันสำหรับงนเชื่อม

o หน้ากากเชื่อม

o ถุงมือเชื่อม

o หน้ากากกันฝุ่นหรือแก๊ส

o ชุดสวมป้องกันงานเชื่อม

o รองเท้ารองเท้านิรภัย (Safety Shoes)

o ถังดับเพลิง

การตรวจสอบทางงานเชื่อมโลหะ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

การตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ (Non Destructive Testing) เป็นการทดสอบ และประเมิน จุดบกพร่องในวัตถุต่าง ๆ เช่นรอยแตกร้าว หรือสารฝังตัวในงานเชื่อม และการหลอมละลาย หากมีการพบ จุดบกพร่องก็ทำการแก้ไขซ่อมแซมให้ดีขึ้น เช่น การทดสอบด้วยรังสี (Radiographic Testing) การทดสอบด้วย คลื่นความถี่สูง (Ultrasonic Testing) การทดสอบด้วยสารแทรกซึม (Penetrant Testing) การทดสอบด้วย อนุภาค สนามแม่เหล็ก (Magnetic Particle Testing) เป็นต้น

การตรวจสอบแบบทำลายสภาพ (Destructive Testing) เป็นการตรวจสอบเพื่อ หาคุณสมบัติทางกลเป็นหลัก เช่น ทดสอบแรงดึง (TensileStrength) แรงกระแทก (Impact) เพื่อจะได้ทราบว่าชิ้นงานเชื่อมที่ทำการเชื่อม มานำเมื่อมีการนำไปใช้งานตามสภาวะต่าง ๆ สามารถใช้งานได้ไม่เกิดการเสียหาย กรรมวิธีการตรวจสอบแบบ ทำลายสภาพ เช่น การทดสอบแรงดึง (Tensile Testing) การทดสอบแรงกระแทก (Impact Toughness Testing) การทดสอบความแข็ง (Hardness Testing) การทดสอบด้วยการงอ (Bend Testing) เป็นต้น

2. การตรวจสอบงานเชื่อม

การทดสอบ (Testing) หมายถึง ความต้องการหาค่าต่าง ๆ ของวัสดุที่ต้องการทราบ เช่น ความแข็งแรง ความแข็ง ความทนทาน ความเหนียวและอื่น ๆ เป็นต้น โดยใช้เครื่องมือทดสอบที่เหมาะสมแบบต่าง ๆ บางครั้ง ค่าที่ทำการทดสอบได้อาจจะยังไม่ถูกต้อง จึงจำเป็นต้องทำการทดสอบหลาย ๆ ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยหรือจะนำไป เปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้

การตรวจสอบ (Inspection) หมายถึง การค้นหาหรือการพิจารณาตัดสินว่า ค่าที่ได้จากการวัดหรือการ ทดสอบนั้นเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ รวมถึงการค้นหาจุดบกพร่องหรือแนวโน้มที่จะเกิดขึ้น พร้อมทั้ง หาแนวทางในการแก้ไข ขั้นตอนนี้ผู้ตรวจสอบต้องสามารถสรุปและอธิบายผลจากการตรวจสอบได้

3. มาตรฐานลวดเชื่อม

ลวดเชื่อม เป็นโลหะเติมซึ่งใช้เติมลงในบ่อหลอมละลายขณะเชื่อม เพื่อเพิ่มปริมาณ ของเนื้อโลหะ เพิ่มประสิทธิภาพในการเชื่อมและเป็นโลหะประสานรอยต่อของชิ้นงานเชื่อมให้แข็งแรงและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ลวดเชื่อมมีทั้งชนิดที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมด้วยไฟฟ้า และชนิดที่ใช้กระบวนการเชื่อมด้วยแก๊ส ลักษณะและชนิดของลวดเชื่อมในปัจจุบันที่นิยมใช้กันแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

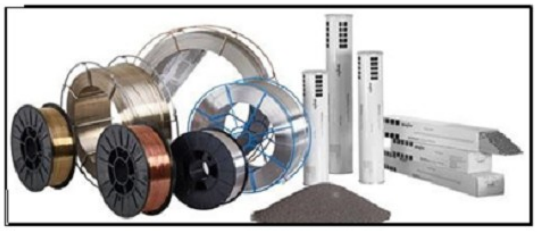
1. Electrode หมายถึง ลวดเชื่อมที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมด้วยไฟฟ้า ลวดเชื่อมชนิดนี้ทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าส่วนมากจะให้กับการเชื่อมอาร์ค

2. Non Electrode หมายถึง ลวดเชื่อมที่ไม่เกี่ยวกับขั้วไฟฟ้า โดยจะใช้สำหรับเป็น โลหะอย่างเดียว

1. ลวดเชื่อมชนิด Electrode

การเชื่อมอาร์คของลวดเชื่อมชนิด Electrode สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1 Consumable หมายถึง ลวดเชื่อมที่เป็นขั้วไฟฟ้าและเป็นโลหะเติมทั้งสองอย่างลวดเชื่อมชนิดนี้เป็นแบบสิ้นเปลือง เช่น ลวดเชื่อมของ การเชื่อม SMAW เป็นต้น



1.2 Non Electrode หมายถึง ลวดเชื่อมที่ไม่เกี่ยวข้องกับขั้วไฟฟ้าอย่างเดียว โดยที่ไม่หลอมละลายไปกับโลหะเชื่อม ลวดเชื่อมชนิดนี้จะเป็น แบบไม่สิ้นเปลือง เช่น ลวดเชื่อม ของการเชื่อม GTAW ที่เชื่อมด้วยมือ เป็นต้น

2. ลวดเชื่อมชนิด Non Electrode

ลวดเชื่อมชนิด Non Electrode สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 2 ชนิดได้แก่

2.1 Filler Rod หมายถึง ลวดเชื่อมที่เป็นแท่ง เช่น ลวดเชื่อมของการเชื่อมแก๊ส เป็นต้น

2.2 Filler Wire หมายถึง ลวดเชื่อมที่เป็นเส้นลวด เช่น ลวดเชื่อมของการเชื่อม PAW ที่ทำการเชื่อมโลหะโดยเครื่องจักร เป็นต้น

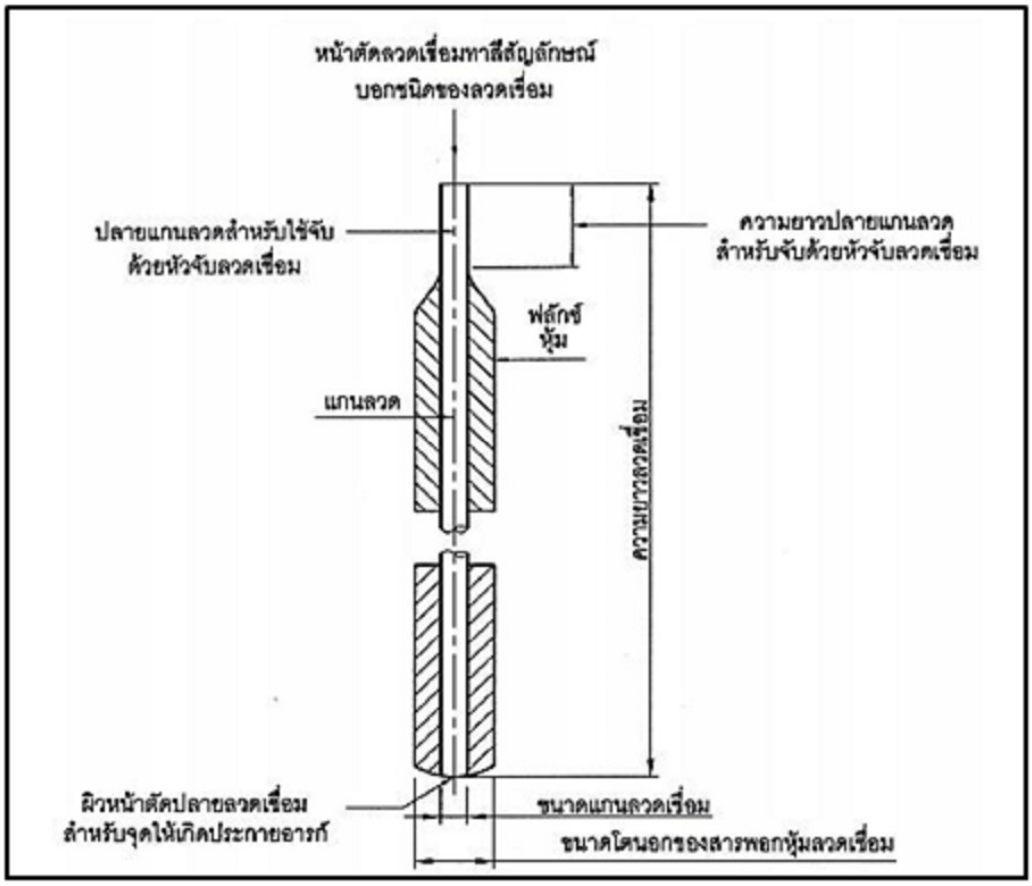
3.1 ชนิดของลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์

ลวดเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้สำหรับกระบวนการเชื่อมแบบอาร์คด้วยไฟฟ้า ตามมาตรฐาน ของ AWS จำแนกออกตามชนิดของโลหะที่เชื่อมได้หลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดจะใช้กับโลหะ ที่แตกต่างกันออกไป ชนิดที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่

1. AWS-A 5.1 ลวดเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอน
2. AWS-A 5.3 ลวดเชื่อมอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมผสม
3. AWS-A 5.4 ลวดเชื่อมเหล็กกล้าโครเมียม และเหล็กกล้าโครเมียม นิกเกิล หรือลวด เชื่อมสแตนเลส
4. AWS-A 5.5 ลวดเชื่อมเหล็กกล้าผสมต่อ
5. AWS-A 5.6 ลวดเชื่อมทองแดงและทองแดงผสม
6. AWS-A 5.11 ลวดเชื่อมนิกเกิลและนิกเกิลผสม
7. AWS-A 5.15 ลวดเชื่อมเหล็กหล่อ

3.2 โครงสร้างของลวดเชื่อมไฟฟ้า

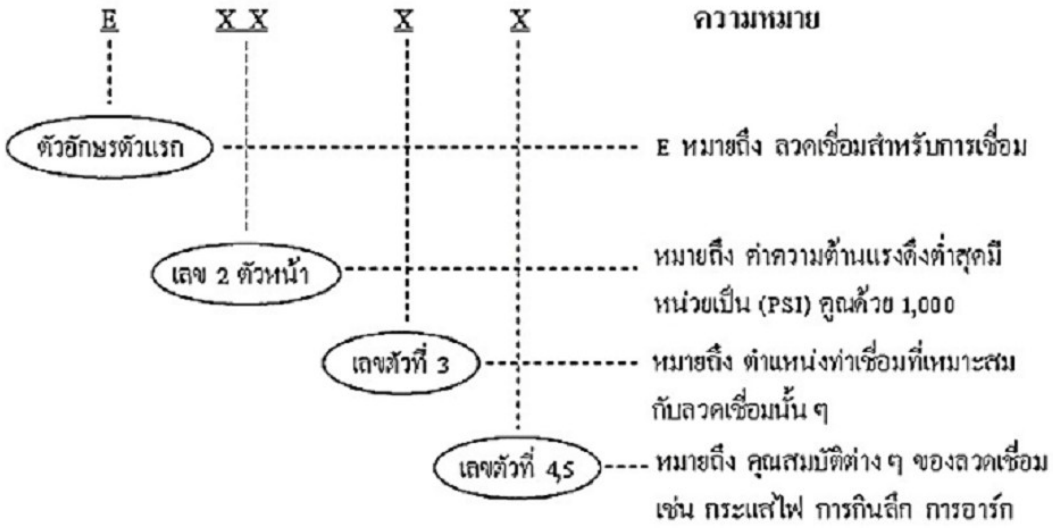
ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์จะมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ซึ่งจะมีลักษณะโครงสร้าง ที่เหมือนกันไม่ ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตาม



3.3 ลวดเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอน

ลวดเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนตามมาตรฐาน AWS

ลวดเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนเป็นลวดเชื่อมที่นิยมใช้กันมากโดยเฉพาะในงานโครงสร้างทั่วไป มาตรฐานสัญลักษณ์ของลวดเชื่อมไฟฟ้าของสมาคมการเชื่อมสหรัฐอเมริกา (AWS A .1-91) ได้กำหนดเป็นตัวอักษรและตัวเลขดังนี้



ตัวอย่าง E6011

E (ตัวอักษรตัวหน้า) หมายถึง ลวดเชื่อมไฟฟ้า

60 (เลข 2 ตัวหน้า) หมายถึง 60 x 1,000 = 60,000 มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSI) ซึ่ง 60,000 PSI ก็คือ ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด

1 (ตัวเลขที่ 3) หมายถึง ท่าเชื่อมที่เหมาะสมกับลวดเชื่อมนั้น ๆ

เลข 1 หมายถึง ท่าราบ ท่าตั้ง ท่าขนานนอน ท่าเหนือศีรษะ

เลข 2 หมายถึง ท่าขนานนอน และท่าราบเท่านั้น (E6020)

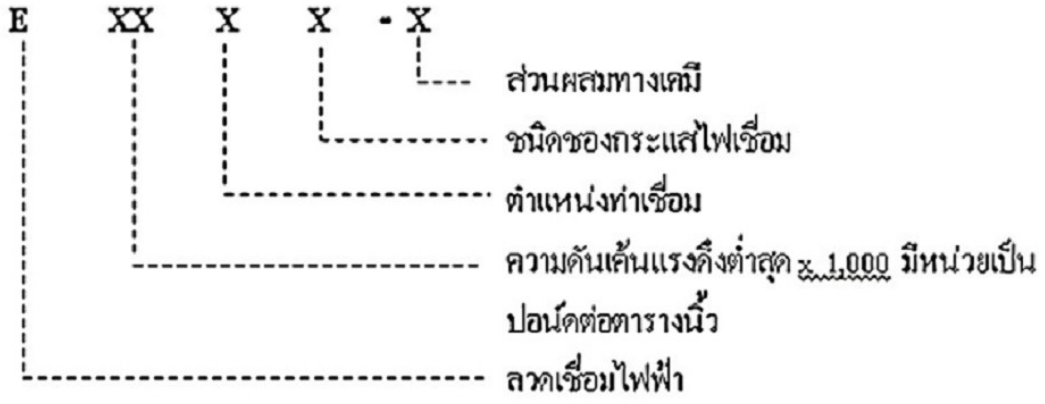
เลข 3 หมายถึง ท่าราบเท่านั้น (E6020)

1 (เลขตัวที่ 4, 5) หมายถึง คุณสมบัติต่าง ๆ ของลวดเชื่อม

รหัสลวดเชื่อม	ชนิดกระแสไฟ	ลักษณะการอาร์ค	สารละลายฉีก	ผงเหล็ก	ลักษณะของสแลก	สารฟอกหุ้ม
EXX10	DCRP	รุนแรง	มาก	0 – 10 %	บาง	เซลลูโลส-โซเดียม
EXX1	AC&ECEP	รุนแรง	มาก	0%	บาง	เซลลูโลส-โพแทสเซียม
EXX2	AC5DCEP&EN	ปานกลาง	ปานกลาง	1 – 10%	หนา	รูไทล์-โซเดียม
EXX3	AC5DCEP&EN	นิ่มนวล	น้อย	0 – 10%	ปานกลาง	รูไทล-โพแทสเซียม
EXX4	AC5DCEP&EN	นิ่มนวล	น้อย	25 – 40%	กำจัดง่าย	รูไทล์-ผงเหล็ก
EXX5	DCEP	ปานกลาง	ปานกลาง	0%	ปานกลาง	ไฮโดรเจนต่ำ-โซเดียม
EXX6	ACD หรือ CEP	ปานกลาง	ปานกลาง	0%	ปานกลาง	ไฮโดรเจนต่ำ-โพแทสเซียม
EXX8	AC หรือ DCEP	ปานกลาง	ปานกลาง	25 – 40%	ปานกลาง	ไฮโดรเจน-โซเดียม
EXX20	AC หรือ DCEP&EN	นิ่มนวล	น้อย	0%	หนา	เหล็กออกไซด์-โซเดียม
EXX24	AC หรือ DCEP&EN	นิ่มนวล	น้อย	50%	หนา	รูไทล์-ผงเหล็ก
EXX27	AC หรือ DCEP&EN	ปานกลาง	ปานกลาง	50%	หนา	เหล็กออกไซด์-ผงเหล็ก
EXX28	AC หรือ DCEP	ปานกลาง	ปานกลาง	50%	ปานกลาง	ไฮโดรเจน-ผงเหล็ก

ลวดเชื่อมเหล็กกล้าผสมต่ำตามมาตรฐาน AWS

มาตรฐานสัญลักษณ์ของลวดเชื่อมไฟฟ้าของสมาคมการเชื่อมสหรัฐอเมริกา (AWS A5.5-81) ได้กำหนดเป็นตัวอักษรและตัวเลข ดังนี้



3.4 ประเภทของฟลักซ์หุ้ม

ชนิดของวัสดุสารพอกหุ้ม วัสดุสารพอกหุ้มมีหน้าที่ประสารรอยต่อแนวให้ได้ดี ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ที่มีการนำไปใช้งานกันอย่างกว้างขวาง มีดังนี้

1. สารพอกหุ้มไทเทเนียมไดออกไซต์ (ตัวย่อ R) ลวดเชื่อมชนิดใช้สารพอกหุ้มทำจาก ไทเทเนียมไดออกไซด์ซึ่งเป็นพวกรูไทล์ เป็นชนิดที่นำมาใช้เชื่อมมากที่สุดทำให้เกิดประกาย อาร์คและระยะ อาร์คสม่ำาเสมอ ประสานรอยต่อแนวได้ดีเหมาะสำหรับเชื่อมเหล็กเหนียวเชื่อมได้ง่าย เชื่อมรอยต่อแผ่นเหล็กบาง ๆ รอยต่อแนวเกิดรอยร้าวได้ง่ายกว่าลวดเชื่อมชนิดสารพอกหุ้ม กรดแร่เล็กน้อย เหมาะสำหรับการเชื่อมท่ายาก ๆ ทุกท่าเชื่อม เคาะสแลกเชื่อมออกได้ง่ายให้ ความแข็งแรงของแนวเชื่อมปานกลาง สามารถตีแนวเปลี่ยนรูปได้ไม่เสื่อมคุณสมบัติเมื่อได้ รับความชื้น เกล็ดแนวเชื่อมหยาบปานกลางเกล็ดสม่ำเสมอหน้าแนวนูนโค้ง เล็กน้อย

2. สารพอกหุ้มด่างหินปูน (ตัวย่อ B) สารพอกหุ้มประกอบด้วยด่างหินปูนและใยหิน เมื่อทำการเชื่อมให้เกิดอาร์ค หินปูนจะถูกเผาไหม้และเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้อากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับโลหะในบ่อหลอม ละลายหินปูนและใยหินจะรวมตัวกับสารมลทินในเนื้อวัสดุขณะหลอมเหลวเกิดเป็นขี้ตะกรันเหลว เหนียวเกาะผิวหน้างานแน่น และคลุมแนวเชื่อมไว้ จนกว่าแนวเชื่อมจะเย็นตัวลงสารดีออกซิเดชั่น ทำให้เกิดปฏิกิริยาในเนื้อโลหะ มีผลทำให้แนวเชื่อมมีความแข็งแรงสูง มีอัตราการยืดตัวดีทนต่อแรงกระแทก เนื้อโลหะมีออกซิเจน ไนโตรเจนและไฮโดรเจนน้อยมาก ในประเทศสหรัฐอเมริกาจึงเรียกลวดเชื่อมสารพอกหุ้มด่างหินปูนว่าเป็นลวดพวกไฮโดรเจนต่ำ (Low Hydrogen) แนวเชื่อมไม่เกิดรอยร้าว ฉะนั้นจึงเหมาะที่จะใช้เชื่อมงานที่ต้องการแนวเชื่อมหนาและเชื่อมเหล็กที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนมากกว่า 0.25 เปอร์เซ็นต์เหมาะสำหรับงานที่เตรียมและจับยึดอย่างแน่นหนา เช่น โครงสร้างที่ยึดแน่นยืดหยุ่นไม่ได้ เป็นลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติดีกว่าลวดเชื่อมชนิดอื่น ๆ จึงมีการนิยมใช้ค่อนข้างมาก ข้อเสีย ของลวดเชื่อมชนิดนี้คือ ดูดความชื้นได้ง่ายทำให้เสื่อมคุณภาพก่อนที่จะเชื่อม ดังนั้นจึงควรนำไปอบที่อุณหภูมิ ไม่น้อยกว่า 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0.5 - 1 ชั่วโมงจนกว่าสารพอกหุ้มลวดเชื่อมจะแห้งดี เครื่องเชื่อมที่มี แรงเคลื่อนในขณะที่ไม่มีภาระ 70 ถึง 80 โวลต์ สารพอกหุ้มต้องใช้ส่วนผสมของด่างหินปูนและไทเทเนียม นำไปเชื่อมกับไฟฟ้า
กระแสสลับได้ แนวเกล็ดหยาบเกล็ดแนวไม่สม่าเสมอสันแนวโค้ง เคาะขี้ตะกรันออกยาก

3. สารพอกหุ้มเซลลูโลส (ตัวย่อ C) ลวดเชื่อมชนิดที่ใช้สารพอกหุ้มออแกนิค ซึ่งมีควันมากเมื่อเผาไหม้ ระยะอาร์คสม่ำเสมอดีมาก เหมาะสำหรับการเชื่อมท่าเชื่อมยาก ๆ ใช้เชื่อมท่าตั้งเชื่อมลง ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับใช้เชื่อมท่อหรือโครงสร้างที่จำเป็น ต้องเชื่อมท่าตั้งเชื่อมลงการใช้ลวดเชื่อมชนิดนี้ทำการเชื่อมถ้าเตรียมงานเชื่อมดีสามารถทำการเชื่อมได้โดยไม่ต้องมองแนวการหลอมละลายคงที่สม่ำเสมอ กระแสไฟฟ้าที่ใช้คงที่ มีขี้ตะกรันเชื่อมน้อย แต่เนื่องจากมีควันแก๊สมากจึงนำไปใช้งานน้อย

4. สารพอกหุ้มกรดแร่ (ตัวย่อ A) เป็นลวดเชื่อมที่มีสารพอกหุ้มทำจากโลหะ หนักประเภทแร่ซิลิเกด หรือสารดีออกซิเดชั่น โดยเฉพาะพวกเฟอโรแมงกานีส มีอัตราเร็วในการหลอมละลายสูง ลวดเชื่อม หลอมตัวขณะร้อนรวดเร็วมาก ใช้ระยะอาร์คยาวเหมาะสำหรับการเชื่อมเหล็ก เพราะทำการเชื่อมได้ง่าย โดยเฉพาะไม่ควรเชื่อมกับเหล็กซึ่งผ่านการหลอมด้วยเตาโทมัส ใช้เชื่อมท่าราบและท่าตั้ง ระยะอาร์ค ควรคุม ระยะอาร์ค เหมาะสำหรับเชื่อมงานเร็ว ๆ หน้าแนวเชื่อมเรียบ ผิวแนวโค้งเล็กน้อย ความหนาแนวเชื่อมไม่มาก เชื่อมแนวยาว ๆ เคาะ สแลกเชื่อมออกง่าย แต่นำไปใช้งานน้อยมาก เนื่องจากเกิดรอยร้าวได้ง่าย

5. สารพอกหุ้มออกไซด์ (ตัวย่อ OX) ลวดเชื่อมชนิดนี้สารพอกหุ้มทำด้วย เหล็กออกไซด์มีส่วนผสมของแมงกานีสออกไซด์เพียงเล็กน้อย เนื่องจากปฏิกิริยาของสารออกไซด์จึงทำให้เกิดการเผาไหม้ของคาร์บอนและแมงกานีส ฉะนั้นเนื้อวัสดุรอยเชื่อมจึงเกิดรอยร้าวมากกว่าลวดเชื่อมชนิดอื่น ๆ คุณสมบัติทางกลต่ำ แนวเชื่อมมีเกล็ดแนวละเอียด เรียบมัน ใช้เชื่อมทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับเหมาะสำหรับ เชื่อมท่าราบ ถ้าใช้เชื่อมกับกระแสไฟฟ้าสูง ๆ ทำให้สิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้ามาก ปัจจุบันลวดเชื่อมชนิดนี้แทบ จะไม่มีผู้ผลิตแล้ว เนื่องจากมีการใช้งานในวงแคบใช้เชื่อมเฉพาะท่าราบเท่านั้น

6. สารพอกหุ้มชนิดพิเศษ (ตัวย่อ S) ลวดเชื่อมชนิดนี้ หมายถึง ลวดเชื่อมที่มี สารพอกหุ้มที่ไม่สามารถจัดอยู่ในสารพอกหุ้มข้างต้นได้

3.5 หน้าที่ของฟลักซ์

1. ป้องกันบรรยากาศภายนอกมารวมตัวกับโลหะแนวเชื่อมขณะทำการเชื่อม
2. ขจัดออกไซด์ และสิ่งสกปรกออกจากน้ำโลหะเชื่อม
3. กลายเป็นสแลกปกคลุมแนวเชื่อมเพื่อป้องกันการรวมตัวของออกซิเจนกับแนวเชื่อม
4. มีธาตุที่ทำให้อาร์คคงที่สม่ำเสมอ
5. มีธาตุผสมช่วยทำให้แนวเชื่อมมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น
6. มีผงเหล็ก ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลวดเชื่อม
7. ทำให้เชื่อมตำแหน่งท่าต่าง ๆ ได้สะดวก และเพิ่มประสิทธิภาพในการเชื่อม
8. สแลกปกคลุมแนวเชื่อมทำให้แนวเชื่อมเย็นลงอย่างช้า ๆ เป็นผลดีทางโลหะวิทยา
9. ทำให้แนวเชื่อมมีประสิทธิภาพ ได้รูปร่างที่ดี และการซึมลึกสมบูรณ์ถูกต้อง
10. ช่วยลดการกระเด็นของเม็ดโลหะ

3.6 อิทธิพลของฟลักซ์ต่อคุณภาพแนวเชื่อม

ฟลักซ์หุ้มแกนลวดเชื่อมประเภทต่าง ๆ หลังจากการเชื่อมจะมีผลกับแนวเชื่อมต่างกันดังแสดงในตางราง

ชนิดของฟลักซ์หุ้ม	สภาพหยดน้ำโลหะหลอมเหลว	คำแนะนำสำหรับช่างเชื่อมโลหะ
กรดไทเทเนียม ไทเทเนียม ไดออกไซด์	เม็ดน้ำโลหะหยาบ เม็ดน้ำโลหะหยาบ ปานกลาง เม็ดน้ำโลหะละเอียด	ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรง เม็ดน้ำโลหะละเอียด หลายปานกลาง เชื่อมได้ทุกท่า กำจัดสแลกง่าย เชื่อมซึมลึกปานกลาง การประสานแนวดีถึงดีมาก หลังแนวแบนถึงนูนเล็กน้อย เกล็ดแนวละเอียดถึงหยาบปานกลาง
กรดแร่ แร่ และซิลิเกต เฟอโรแมงกานีส	เม็ดน้ำโลหะหยาบ เม็ดน้ำโลหะละเอียด	ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับเม็ดน้ำโลหะเล็ก เหมาะสำหรับเชื่อมท่าราบ ท่านอน และท่าตั้ง เกาะสแลกออกง่าย การซึมลึกดี การประสานรอยต่อดี แนวเว้าเหล็กแนวละเอียดมาก
ออกไซด์ เหล็กออกไซด์	เม็ดน้ำโลหะละเอียด	ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ เม็ดโลหะละเอียด ใช้กับการเชื่อมท่าราบ ใช้งานน้อยมาก
เซลลูโลสและสารประกอบออแกนนิค	เม็ดน้ำโลหะหยาบปานกลาง	ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงขั้นบวกและกระแสสลับ เม็ดน้ำโลหะปานกลางถึงหยาบ การซึมลึกดี การประสานแนวดีมาก ขี้ตะกรันออกง่าย เหมาะทุกท่าเชื่อม
ผงเหล็ก	เม็ดน้ำโลหะละเอียดเป็นฝอย	มีส่วนผสมของไทไทเนียม กรดแร่และด่างหินปูนผสมอยู่ การซึมลึกถึงลึกมาก เม็ดน้ำโลหะละเอียด การประสานรอยแนวไม่ดีเหมาะสำหรับเชื่อมท่าราบ
ชนิดพิเศษ	ไม่ระบุ	มีคุณสมบัติของสารพอกหุ้มแตกต่างกันตามชนิดแกนลวด ชนิดของสารพอกหุ้มจะมีตั้งแต่ไทเทเนียมจนถึงเซลลูโลส ใช้กับลวดเชื่อมได้ลวดเชื่อมสำหรับคัดโลหะ

4. กระบวนการเชื่อม

กระบวนการเชื่อม คือ การต่อชิ้นงานซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นประเภทโลหะเข้าด้วยกันการเชื่อมมีหลายวิธี ขึ้นกับรูปแบบงานที่จะนำมาต่อกัน ชนิดของวัสดุและความแข็งแรงของรอยต่อ โดยลักษณะของการเชื่อม คือ กระบวนการที่ทำให้ตัวชิ้นงานหรืออาจจะใส่วัสดุประสานที่รอยต่อ ของงานเชื่อม เพื่อให้ตัวชิ้นงานนั้นติดกันและ โดยทั่วไปแล้วการเชื่อมก็อาจจะแบ่งแยกประเภท คร่าว ๆ ออกเป็น การเชื่อมแบบหลอมละลาย (Fusion Welding Process) และการเชื่อมแบบไม่เปลี่ยนสถานะ (Solid State Welding) ซึ่งจะมีข้อแตกต่างกันในด้านรูปแบบรอย เชื่อมของชิ้นงาน นอกจากนั้นอาจแบ่งประเภทย่อยของการเชื่อมออกไปได้อีกหลายประเภทผันแปรกับลักษณะ วิธีการเชื่อมหรืออุปกรณ์ที่นำมาใช้ เพื่อให้พลังงานสำหรับงานเชื่อมหรืออุปกรณ์ที่นำมาใช้

ข้อดีของการเลือกใช้วิธีการเชื่อม

- สร้างรอยต่อถาวรได้ โดยรอยเชื่อมจะทำให้ชิ้นงานหลอมติดกันเหมือนเป็นชิ้นเดียว
- เทียบกับการต่อชิ้นงานวิธีอื่นการเชื่อมจะคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่สุดในด้านการใช้วัสดุและ ค่าใช้จ่าย ซึ่งถ้าเป็นการใช้อุปกรณ์ต่อเชื่อมก็ต้องอาศัยชิ้นส่วนอื่นด้วย เช่น น๊อตหรือสกรู และอาจจะ ทำให้ชิ้นงานเปลี่ยนรูปทรงไปได้
- ไม่จำกัดอยู่แค่การเชื่อมต่อในโรงงานเท่านั้น การเชื่อมสามารถทำได้ทุกสถานที่ (ที่สามารถนำอุปกรณ์เครื่องเชื่อมไปได้)

ข้อจำกัดของการเลือกใช้วิธีการเชื่อม

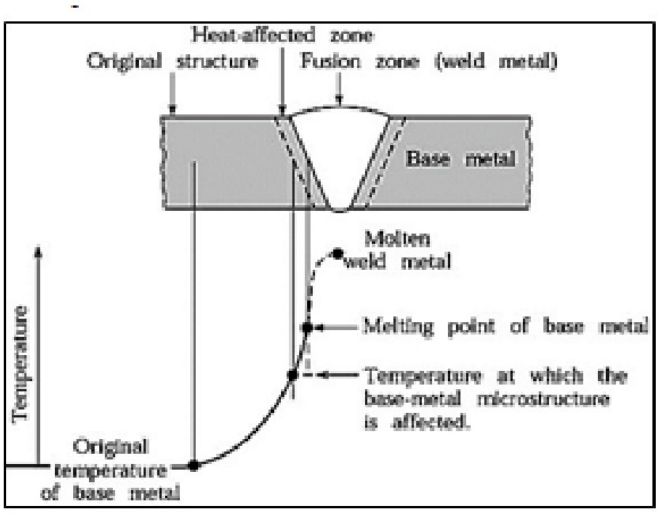
- จำกัดประเภทวัสดุที่สามารถเชื่อมได้
- การเชื่อมโดยทั่วไปจำเป็นต้องใช้แรงงานคน ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายส่วนนี้เพิ่มขึ้น
- การเชื่อมต้องเกี่ยวข้องกับพลังงานและความร้อน ซึ่งต้องใช้ความระมัดระวังสูง
- อุปกรณ์ที่ผ่านการเชื่อมแล้ว จะทำการแยกออกค่อนข้างยากเทียบกับการต่อวิธีอื่น
- รอยต่อเชื่อมบางประเภท ยากที่จะตรวจสอบได้ เช่น มีช่องอากาศ เกิดรอยร้าว มีสิ่งเจือปนในรอย เชื่อม รอยเชื่อมไม่ครอบคลุม รูปทรงไม่สมบูรณ์ เป็นต้น

ลักษณะการประยุกต์ใช้งานเชื่อมในอุตสาหกรรม

ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้งานเชื่อมกับประเภทอุตสาหกรรมที่หลากหลาย เพราะข้อได้เปรียบในด้านการผลิต คือการที่สามารถผลิตชิ้นงานแยกชิ้นแล้วนำมาต่อให้เป็นวัสดุเดียวกันได้ ซึ่งตัวอย่างของการ ประยุกต์ใช้การเชื่อมในงานต่าง ๆ ได้แก่ งานโครงสร้าง เช่น โครงอาคาร และสะพาน งานเชื่อมท่อหม้อไอน้ำหรือ ถังบรรจุของเหลวต่าง ๆ งานต่อเรือ งานประกอบ ยานยนต์ รางรถไฟและอากาศยาน เป็นต้น

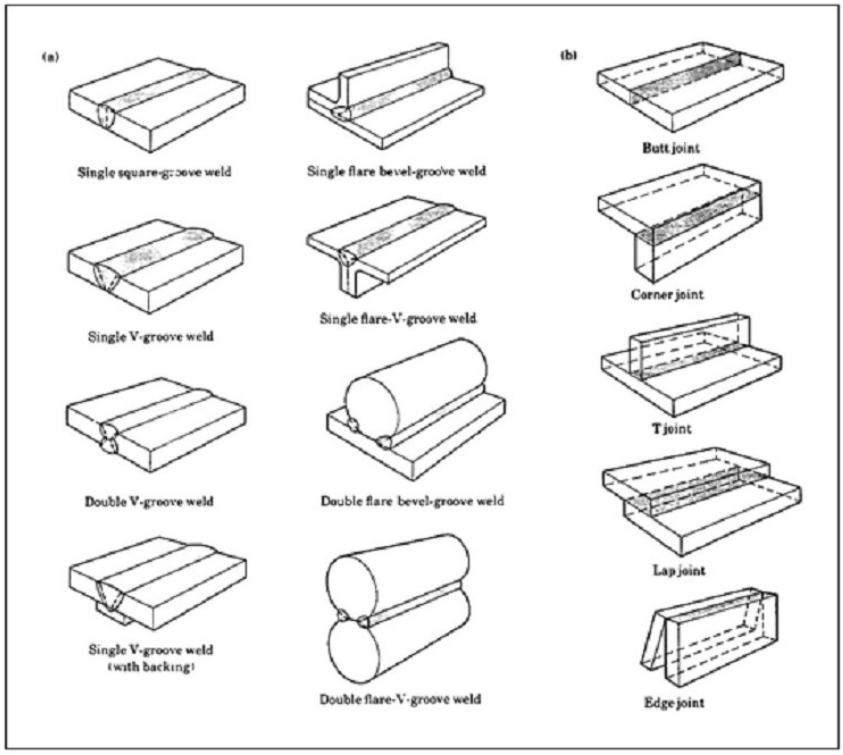
ข้อพิจารณาในการเชื่อม

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเชื่อมติดกันของวัสดุได้ คือ ความร้อนที่อาจจะต้องให้กับบริเวณที่จะทำการเชื่อมติดกันเพื่อให้เกิดการอ่อนตัวหรือหลอมละลายลำดับถัดมาก็อาจจะเป็นแรงกดที่อาจจะใช้แทนหรือเสริมกับ ความร้อนเพื่อทำให้วัสดุเชื่อมติดกันได้เช่นกันทั้งนี้ลักษณะผิวของชิ้นงานตรงบริเวณที่จะทำการเชื่อม (Faying surfaces) ก็ต้องเหมาะสมหรืออาจจำเป็นที่จะต้องใช้ ฟลักซ์ (Flux) หรือสารปกป้องการสันดาปที่ผิวรอยเชื่อมเพื่อ ช่วยให้ได้รอยเชื่อมที่ดี โดยทั้งหมดต้องมีการเชื่อมในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยและอำนวยต่อการเชื่อมด้วย รอยเชื่อมโดยส่วนใหญ่โดยเฉพาะประเภทที่เชื่อมติดกันแบบหลอมละลาย มักจะมีลักษณะที่สามารถ แยกออกได้เป็น 3 ส่วน คือ บริเวณที่หลอมละลาย (Fusion Zone) ซึ่งอาจจะเกิดจากการละลายตัวและเชื่อม ติดกันของชิ้นงานเองรวมไปถึงวัสดุที่อาจจะนำมาเติมให้รอยเชื่อมแข็งแรงมากขึ้นก็ได้ นอกจากนั้นในช่องการเชื่อมซึ่งมีความร้อนแผ่กระจายลงไปที่ชิ้นงานเป็นจำนวนมาก ก็อาจจะทำให้เกิดส่วนของรอยเชื่อมที่เรียกว่า "Heat Affected Zone (HAZ)"คือ บริเวณที่ได้รับความร้อนแผ่กระจายไปถึงแต่ยังไม่ถึงจุดที่หลอมละลาย แต่อาจจะมีผลกระทบต่อโครงสร้างทางวัสดุของชิ้นงานได้ ส่วนที่เหลือก็คือ ส่วนชิ้นงานได้ ส่วนที่เหลือก็คือ ส่วน ชิ้นงานที่ไม่มีการหลอมละลายหรือถูกผลกระทบใด ๆ (Unaffected Zone)



ในกระบวนการเชื่อมสามารถประยุกต์ใช้งานเชื่อมเพื่อต่อประสานวัสดุชิ้นงานได้หลาย ประเภทและหลายลักษณะ ซึ่งในรูปเป็นตัวอย่างรูปแบบการเชื่อมสำหรับการต่อชิ้นงาน 2 ชิ้นเข้าด้วยกัน ซึ่งในแต่ละรูปแบบก็มีคำเรียกที่แตกต่างกัน คือ การต่อชน (Butt Joint), การต่อเข้ามุม (Corner Joint), การต่อเกย (Lap Joint), การต่อรูปตัวที (T - Joint) และการต่อขอบ (Edge Joint) เป็นต้น

ในรูป (a) ลักษณะประเภทรอยต่อเชื่อมหรือลักษณะของการทำการหลอมละลายให้วัสดุ ติดกันหรือ การหลอมตัวประสานเพื่อเพิ่มความคงทนในบริเวณนั้น ซึ่งลักษณะรอยเชื่อม ที่พบเห็นได้ทั่วไปก็ได้แก่ รอยเชื่อมแบบเติมที่มุม, รอยเชื่อมงานต่อชน, รอยเชื่อมลงในช่อง, รอยเชื่อมจุด, รอยเชื่อมงานต่อขอบและรอย เชื่อมพื้นผิว เป็นต้น



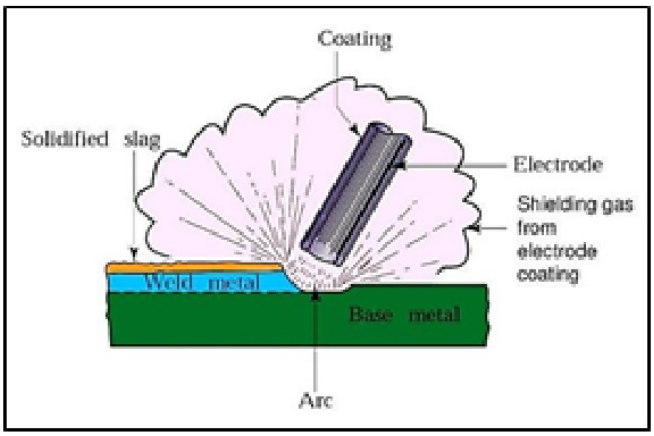
4.1 การเชื่อมแบบหลอมละลาย (Fusion Welding)

การเชื่อมแบบหลอมละลาย (Fusion Welding) เป็นกระบวนการต่อโลหะชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้วิธีการให้ความร้อนแก่โลหะชิ้นงานจนหลอมละลายประสานเป็นเนื้อเดียวกันและติดกัน ขณะที่หลอมละลาย อาจเติมตัวประสานลงไปหรือใช้เนื้อโลหะเป็นตัวประสานกันเองก็ได้ ความร้อนที่ให้แก่ชิ้นงานจนหลอมละลายนั้น ต้องมีความเหมาะสมกับชิ้นงานชนิดนั้น ๆ ไม่น้อย และไม่มากจนเกินไป ปกติจะแปรผันตรงตามความหนา ของชิ้นงาน คือ ชิ้นงานที่มีความหนามาก จะให้ความร้อนมาก เพื่อหลอมละลายชิ้นงานให้ติดกันและมีความ แข็งแรงเพียงพอกับการใช้งาน ในกรณีที่ชิ้นงานมีความหนามาก ๆ จำเป็นต้องทำการบากหน้าชิ้นงานก่อนทำ การเชื่อม เพื่อให้บริเวณรอยต่อหลอมละลายโดยทั่วถึงตลอดในกระบวนการเชื่อมแบบหลอมละลายมีด้วยกัน หลายวิธีในการเลือกใช้งานต้องพิจารณาถึงความแข็งแรงของรอยต่อและความเหมาะสม ซึ่งตัวอย่างงานเชื่อมที่ จัดเป็นประเภท Fusion Welding ได้แก่

- Oxy Fuel Gas Wilding (OFW) เป็นการหลอมติดกันของชิ้นงานโดยใช้พลังงานจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงด้วยแก๊ส
- Arc Welding (AW) เป็นการหลอมติดกันของชิ้นงานโดยใช้พลังงานจากการอาร์คของกระแสไฟฟ้า
- Resistance Welding (RW) เป็นการหลอมติดกันของชิ้นงานโดยใช้พลังงานจากความต้านทานไฟฟ้าบริเวณผิวต่อชนของชิ้นงานภายใต้แรงกด
- Unique Processes เป็นการเชื่อมแบบหลอมติดโดยอาศัยแหล่งให้พลังงานที่ ทันสมัยหรือ มีการนำการเชื่อมแบบนี้ไปใช้ในงานเฉพาะเจาะจงเท่านั้น ได้แก่ การเชื่อมด้วยลำแสง อิเล็กตรอนหรือเลเซอร์ เป็นต้น

การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ (Shielded Metal Arc Welding; SMAW)

เป็นกระบวนการต่อโลหะให้ติดกันโดยใช้ความร้อนจากการอาร์คระหว่างชิ้นงานกับลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ ความร้อน ที่ได้ประมาณ 5000°C เพื่อหลอมละลายโลหะชิ้นงานให้ติดกันโดยแกนลวด เชื่อมทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าและเป็นโลหะเติมลงไปในแนวเชื่อม ส่วนฟลั๊กซ์ที่ห่อหุ้มแกนลวดเชื่อมจะหลอมละลายปกคลุมแนวเชื่อมและกลายเป็นแก๊สคลุมบ่อหลอมละลายไม่ให้อากาศภายนอกเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำโลหะที่บ่อหลอมละลายเมื่อแนวเชื่อมเย็นตัวลงฟลั๊กซ์ที่หลอมละลายปกคลุมแนวเชื่อมจะกลายเป็นของแข็ง และเปราะ เรียกว่า “สแลค (Slag)” นอกจากนี้ฟลั๊กซ์ยังทำหน้าที่ในการเติมโลหะผสมลงในแนวเชื่อม

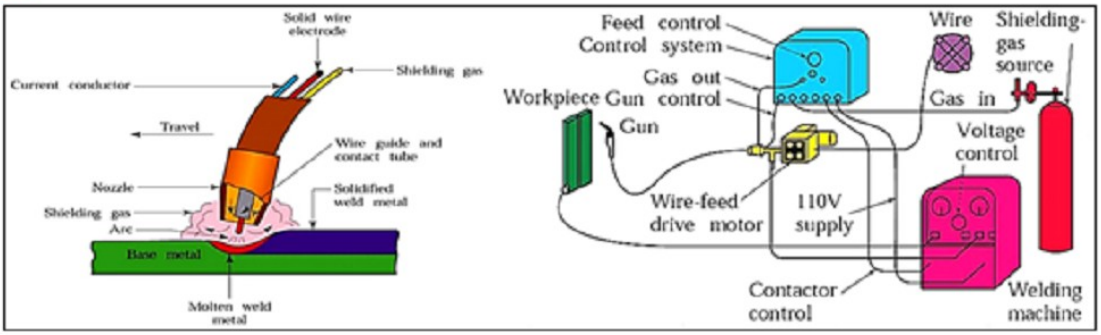


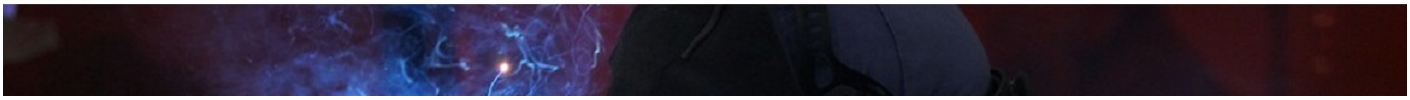
กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ มี 2 ชนิด คือ กระแสไฟฟ้าสลับ (Alternating Current: AC) และกระแสตรง (Direct Current: DC) ชนิดของ
กระแสตรง ยังแบ่งออกได้ อีก 2 แบบ คือ

1. DCRP (Direct Current Reverse Polarity) หรือ DCEP (Direct Current Electrode Positive) ความร้อนที่เกิดขึ้น 2/3 ของความร้อนเกิดขึ้นที่ลวดเชื่อม อีก 1/3 ของความ ร้อนเกิดขึ้นชิ้นงาน

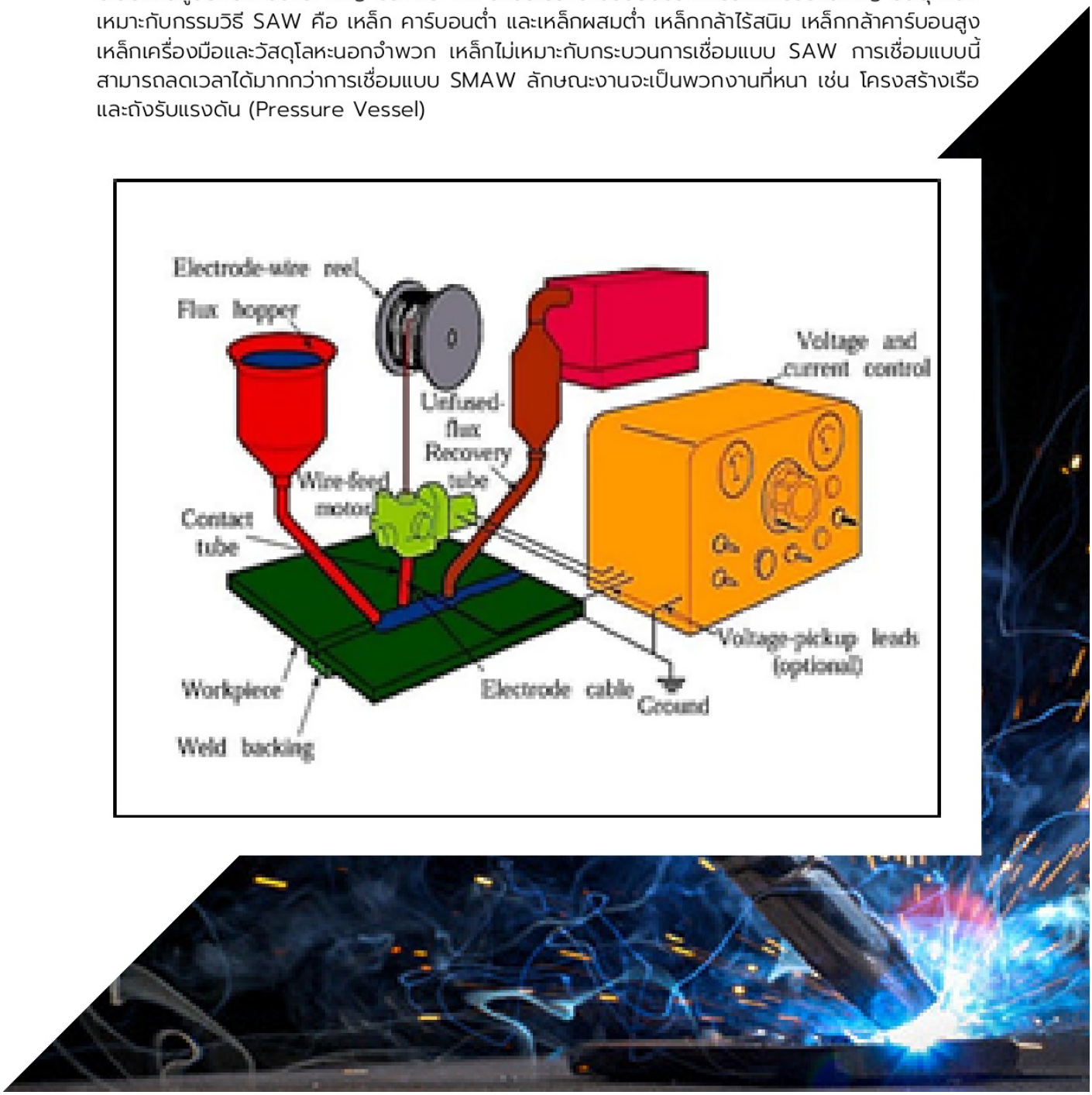
2. DCSP (Direct Current Straight Polarity) หรือ DCEN (Direct Current Electrode Negative) ความร้อนที่เกิดขึ้น 1/3 ของความร้อนที่เกิดขึ้น
ที่ลวดเชื่อม อีก 2/3 ของความ ร้อนเกิดขึ้นที่ชิ้นงาน

การเชื่อมมิก (Metal Inert Gas Welding: MIG) เป็นกระบวนการเชื่อม โดยใช้ลวดเชื่อมสิ้นเปลือง (Consumable Electrode) ขนาดเล็กจากม้วนลวด (Spool) ซึ่งจะถูกป้อนผ่านหัวเชื่อมออกมา อย่างต่อเนื่องผ่านท่อนำลวดและท่อนำกระแส (Contact Tip) เมื่อปลายลวดแตะกับผิวของชิ้นงานจะเกิดการ อาร์คขึ้นความร้อนจากการอาร์คจะหลอมชิ้นงานและลวดเชื่อมเข้าด้วยกันเติมลงไปเป็นแนวเชื่อมขณะเดียวกันแก๊สเฉื่อยจากท่อบรรจุจะไหลเข้าท่อจ่ายสู่หัวฉีดพุ่งออกมาปกคลุมบ่อหลอมละลายและบริเวณ รอบปลายอาร์ค เพื่อทำหน้าที่เป็นม่านป้องกันไม่ให้ออกซิเจนหรือแก๊สอื่น ๆ ในบรรยากาศเข้าไปทำปฏิกิริยา กับโลหะที่หลอมเหลว แก๊สเฉื่อยที่ใช้ในการเชื่อมมิก ได้แก่ แก๊สอาร์กอน แก๊สฮีเลียม และอาจจะเป็นแก๊สผสม เช่น อาร์กอนผสมฮีเลียม หรืออาร์กอนผสมคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งแท้จริงแล้วไม่ใช่แก๊สเฉื่อย แต่เป็นแก๊สที่ทำ ปฏิกิริยากับโลหะหลอมเหลวได้บ้างแต่ไม่มาก เพราะมีอะตอมของออกซิเจนประกอบอยู่ด้วย เรียกว่า "แอค ทีฟแก๊ส (Active Gas)" กระบวนการเชื่อมที่ใช้แก๊สชนิดนี้จึงเรียกว่า Metal Active Gas: MAG หรือ CO2 Welding Processes ดังนั้นเครื่องเชื่อมตัวเดียวจึงเชื่อมได้ทั้งแบบ MIG และ MAG ตามมาตรฐาน AWS จะ ใช้คำว่า Gas Metal Arc Welding: GMAW แต่โดยทั่วไป เรียกว่า "การเชื่อมมิก (MIG)"





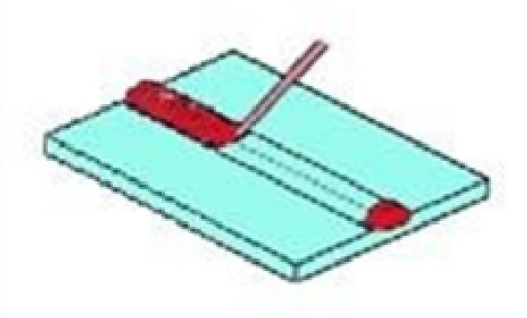
การเชื่อมใต้ฟลั๊กซ์ (Submerged Arc Welding; SAW) เป็นการเชื่อมต่อเนื่อง แบบกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติ มีการปกคลุมแนวเชื่อมขณะอาร์คด้วยฟลั๊กซ์ ชนิดเม็ด เพื่อปกป้องประกายไฟ การ กระเด็นของน้ำโลหะและการแผ่รังสี ฟลั๊กซ์จะถูกป้อนจากกระบะกรวย (Hopper) ลงมาส่วนที่หลอมละลาย ปกคลุมแนวเชื่อม เพื่อป้องกันอากาศจากภายนอก ส่วนที่ไม่หลอมละลายด้านบนจะเป็นฉนวนป้องกันความ ร้อน จากบ่อหลอมละลายออกมาสู่ภายนอกและจะถูกดูดกลับไปใช้ใหม่ ลวดเชื่อมเป็นแบบลวดตัน ลักษณะ การเชื่อมเป็นการเชื่อมท่าราบ ท่าขนานนอนที่ต้องใช้แผ่นประกบหลัง การเชื่อมแบบ SAW ใช้ในงานเชื่อม ประกอบโครงสร้าง เช่น I - Beams งานที่มีแนวเชื่อมยาว ๆ และงานเชื่อมตะเข็บที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด ใหญ่ ของท่อ ถัง ลำตัวเรือและชิ้นส่วนของเครื่องจักรขนาดใหญ่ วัสดุงานที่เหมาะกับกรรมวิธี SAW คือ เหล็ก คาร์บอนต่ำ และเหล็กผสมต่ำ เหล็กกล้าไร้สนิม เหล็กกล้าคาร์บอนสูง เหล็กเครื่องมือและวัสดุโลหะนอกจำพวก เหล็กไม่เหมาะกับกระบวนการเชื่อมแบบ SAW การเชื่อมแบบนี้สามารถลดเวลาได้มากกว่าการเชื่อมแบบ SMAW ลักษณะงานจะเป็นพวกงานที่หนา เช่น โครงสร้างเรือและถังรับแรงดัน (Pressure Vessel)



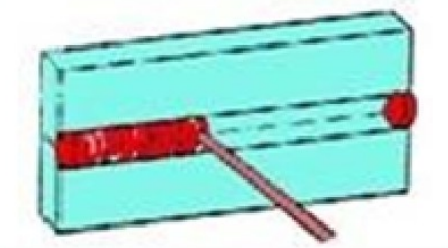
5. ท่าเชื่อมและตำแหน่งในการเชื่อม (Welding Position) [8]

ตำแหน่งในการเชื่อมหรือท่าเชื่อม คือ ตำแหน่งและทิศทางการเชื่อมของแนวเชื่อม แบ่งออกเป็น 4 ตำแหน่ง คือ

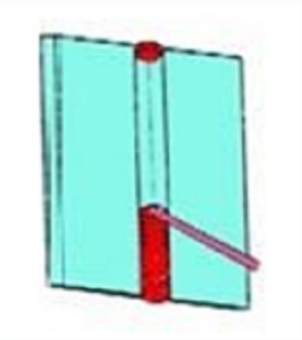
1. ท่าราบ (Flat Position) ท่าราบเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในระนาบเดียวกันกับพื้นราบซึ่งไม่มีปัญหาเรื่องแรงดึงดูดของโลก จึงเป็นท่าเชื่อมที่เชื่อมง่ายกว่าท่าเชื่อมอื่น ๆ



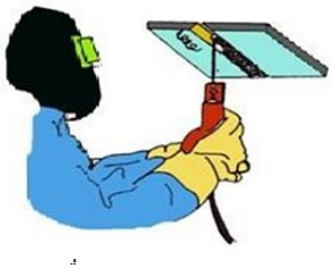
2. ท่าขนานนอน (Horizontal Position) ท่าขนานนอนหรือท่าระดับเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระดับ ซึ่งขนานกับแนวระนาบในการเชื่อม ท่าเชื่อมนี้แรงดึงดูดของโลกจะมีผลต่อการเชื่อม ทำให้เกิด ข้อบกพร่อง คือ รอยแหว่ง (Undercut) ขอบด้านบนของรอยเชื่อม



3. ท่าตั้ง (Vertical Position) ท่าตั้งเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวดิ่ง ซึ่งตั้งฉากกับแนวระดับ ในการเชื่อมท่านี้นั้นแรงดึงดูดของโลกจะมีผลต่อการเชื่อมเช่นกัน ตามทิศทางของการเชื่อม เช่น การเชื่อมลง (Vertical Down) และการเชื่อมขึ้น (Vertical Up)

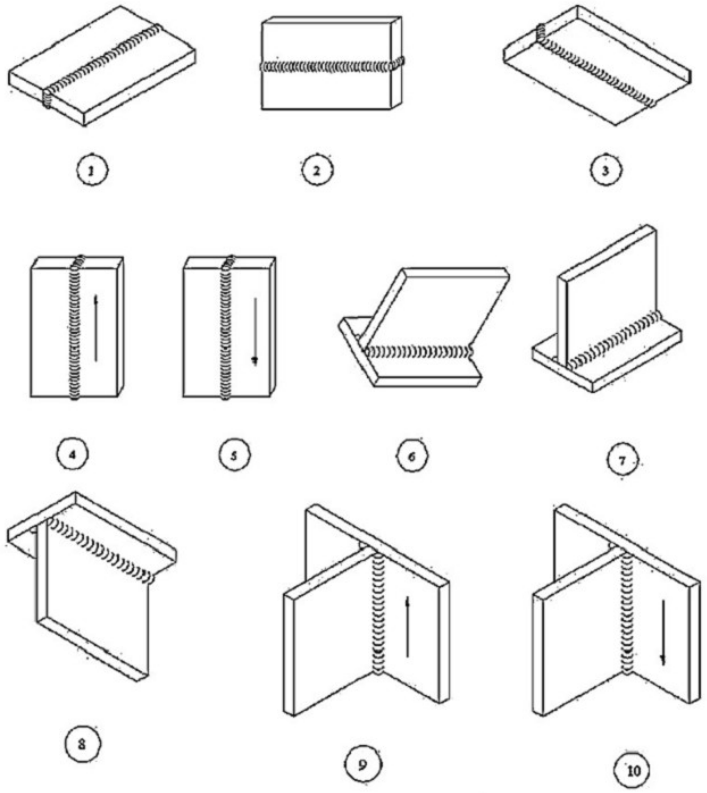


4. ท่าเหนือศีรษะ (Overhead Position) ท่าเหนือศีรษะเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนระนาบ ในระดับเหนือศีรษะของผู้เชื่อมในการเชื่อมท่านี้นั้นแรงดึงดูดของโลกมีผลต่อการเชื่อมเป็นอย่างมาก ทั้งข้อบกพร่องในรอยเชื่อมและอันตรายจากสะเก็ดไฟโลหะที่หลอมละลายและความร้อนจากเปลวไฟที่สะท้อนกลับ



สัญลักษณ์บอกตำแหน่งท่าเชื่อมมาตรฐาน

สัญลักษณ์บอกตำแหน่งท่าเชื่อมมาตรฐาน คือ สัญลักษณ์ที่ทางสถาบันต่าง ๆ ได้กำหนดขึ้นเพื่อให้เป็นแนวทางเดียวในการปฏิบัติงานเชื่อม สถาบันกำหนดมาตรฐานที่สำคัญ ๆ คือมาตรฐานสากล (ISO) มาตรฐานสมาคมการเชื่อมอเมริกัน(American Welding Society; AWS) และมาตรฐานเยอรมัน (Deutch Industrie Norm ; DIN) ซึ่งในหน่วยนี้จะแนะนำเฉพาะสัญลักษณ์บอกตำแหน่งตามมาตรฐานสากล (ISO 6947 : 1990)

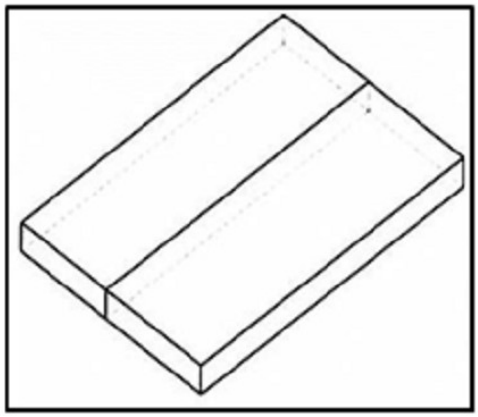


1. PA (Flat) หมายถึง การเชื่อมต่อชน ในตำแหน่งท่าราบ
2. PC (Horizontal) หมายถึง การเชื่อมต่อชน ในตำแหน่งท่าขนานนอน
3. PE (Overhead) หมายถึง การเชื่อมต่อชน ในตำแหน่งท่าเหนือศีรษะ
4. PF (Vertical Upwards) หมายถึง การเชื่อมต่อชน ในตำแหน่งท่าตั้งเชื่อมขึ้น
5. PG (Vertical Downwards) หมายถึง การเชื่อมต่อชน ในตำแหน่งท่าตั้งเชื่อมลง
6. PA (Flat) หมายถึง การเชื่อมต่อตัวที ในตำแหน่งท่าราบ
7. PB (Horizontal) หมายถึง การเชื่อมต่อตัวที ในตำแหน่งท่าขนานนอน
8. BD (Overheat) หมายถึง การเชื่อมต่อตัวที ในตำแหน่งท่าเหนือศีรษะ
9. PF (Vertical Upwards) หมายถึง การเชื่อมต่อตัวที ในตำแหน่งท่าตั้งเชื่อมขึ้น
10. PG (Vertical Downwards) หมายถึง การเชื่อมต่อตัวที ในตำแหน่งท่าตั้งเชื่อมลง

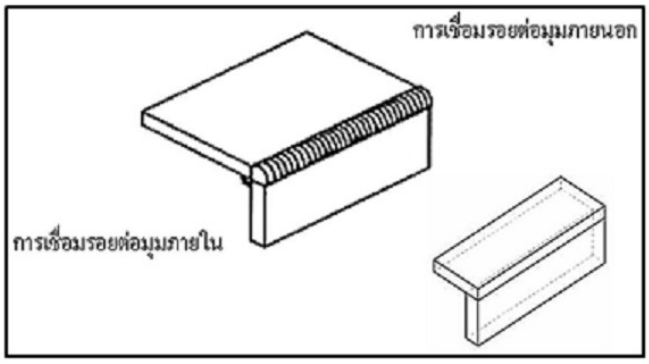
ชนิดของรอยต่อ (Type of Joint)

รอยต่อของงานเชื่อม คือ การนำชิ้นงานสองชิ้นหรือมากกว่ามาต่อเข้าด้วยกัน ซึ่งมีกระบวนการต่อมากมาย รอยต่อในงานเชื่อมพอที่จะสรุปได้เป็น 5 แบบ ดังนี้

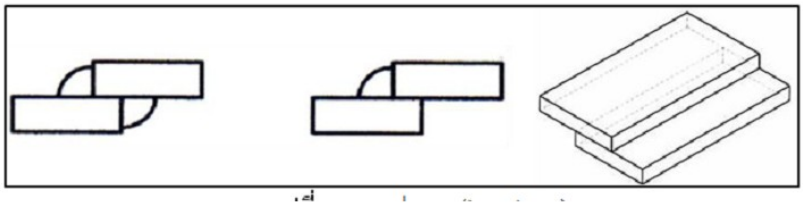
1. **รอยต่อชน (Butt Joints)** คือ การนำชิ้นงานสองชิ้นมาชนกันโดยให้ขอบของชิ้นงานทั้งสองอยู่ในระดับเดียวกัน ซึ่งจะต่อชนมีอยู่หลายแบบขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน ถ้าชิ้นงานหนาต้องบากร่อง



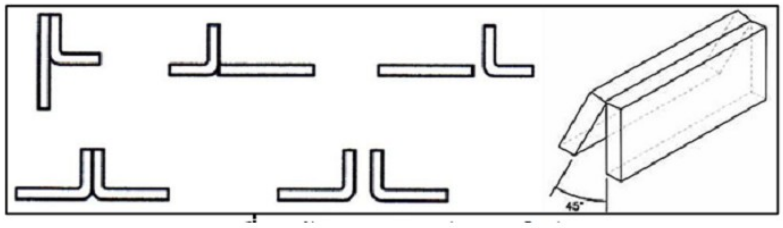
2.รอยต่อมุม (Corner Joint) คือ การนำขอบของชิ้นงานสองชิ้นมาชน และอยู่ในบริเวณปลายสุดของชิ้นงานเกิดเป็นมุมตั้งฉาก 90 องศา หรืออาจจะมากน้อยกว่า 90 องศา มีอยู่หลายลักษณะขึ้นอยู่กับการ ออกแบบ



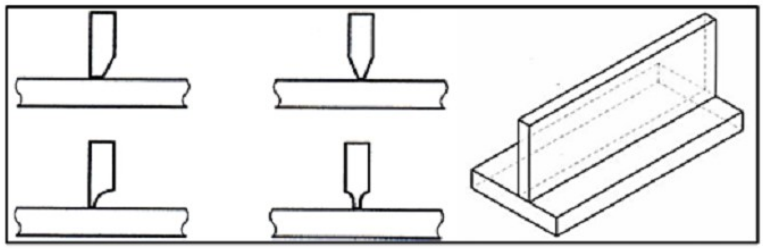
3. **รอยต่อเกย (L - Lap)** คือ การนำชิ้นงานสองชิ้นมาวางในลักษณะซ้อนกัน แนวเชื่อมที่เกิดขึ้นจะ รับแรงเฉือนใช้กับการเชื่อมด้วยความต้านทานเชื่อมจุดเป็นส่วนใหญ่ หรือรอยเชื่อมอุดร่องอุดรู



4. **รอยต่อขอบ (Edge Joint)** คือ การนำขอบของชิ้นงานสองชิ้นมาชนในลักษณะให้ผิวงานทั้งสอง ชิ้นทาบแนวชิ้นกัน ขอบของงานทั้งสองจะชิดและขนานกันไปตลอดแนว เมื่อเชื่อมจะต้องเชื่อมที่ผิวหนังของขอบชิ้นงาน รอยต่อขอบเป็นรอยต่อที่ใช้ต่อชิ้นงานบาง 1 - 2 มิลลิเมตร สำหรับการเว้นช่องว่างจะใช้กับ ชิ้นงานที่หนากว่าแบบชนชิดกัน

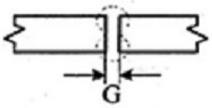
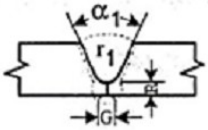
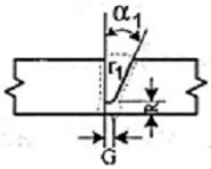


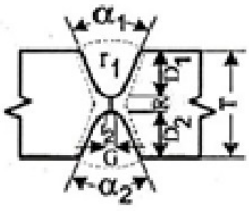
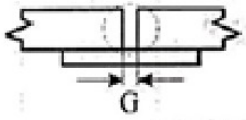
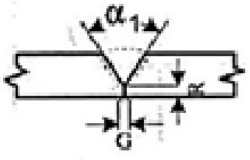
5. **รอยต่อรูปตัวที (T - Tee)** คือ การนำขอบของชิ้นงานชิ้นหนึ่ง วางตั้งลงบนชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งให้ มีลักษณะเป็นรูปตัวอักษร T จะบากงานหรือไม่ขนี้ อยู่กับความหนาของชิ้นงาน รอยต่อรูปตัวทีจัดเป็นรอยเชื่อม แบบ Fillet Weld รอยต่อตัวทีถ้าหากชิ้นงานมีความหนามากขึ้น
จะต้องบากชิ้นงานในลักษณะต่าง ๆ

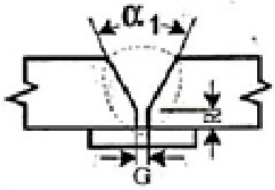
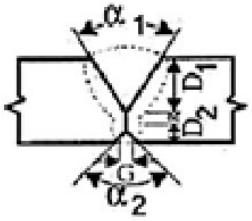
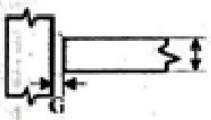
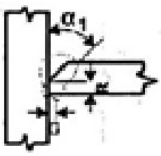
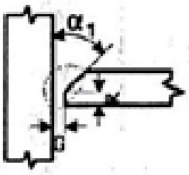


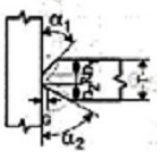
การเตรียมรอยต่องานเชื่อม

คุณภาพของแนวเชื่อมที่ดีจะต้องมีความแข็งแรงเท่ากับหรือมากกว่าชิ้นงานที่เชื่อม เพื่อให้แนวเชื่อม มีความแข็งแรงจึงต้องมีการเตรียมรอยต่องานเชื่อมให้ถูกต้องและเหมาะสม ชิ้นงานที่มีความหนาไม่เกิน 6 มิลลิเมตร ไม่จำเป็นต้องมีการเตรียมรอยต่อก่อนทำการเชื่อม เพราะผลจากความร้อนจากการอาร์กจะหลอม ละลายแนวเชื่อมได้ลึกสมบูรณ์ แต่ถ้าชิ้นงานที่มีความหนามากกว่า 6 มิลลิเมตร ควรต้องมีการเตรียมรอยต่อ โดยบากหน้างานให้ถูกต้อง แต่จะบากแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงานเป็นหลัก ซึ่งลักษณะการบาก หน้างานจะมีหลายแบบด้วยกัน ตัวอย่าง การบากหน้างานและขนาดที่ถูกต้องตาม JSSC-1977

สัญลักษณ์	รูป	T	WP	พิกัด	
MC-BI-2		≤ 6	F H V O	G	$\frac{T}{2}$
MC-BU-2		≥ 16	F O	G	0
				R	2
				α_1	20°
				r_1	6
			H V	G	0
				R	2
				α_1	45°
				r_1	6
MC-BJ-2		≥ 16	F O	G	2
				R	30°
				α_1	9
				r_1	60
			H V	G	0
				R	2
				α_1	45°

สัญลักษณ์	รูป	T	WP	พิกัด	
MC-BDU-2		≥ 30	F	G	0
				D_1	$\frac{1}{2}$(T-R)
				R	2
				D_2	$\frac{1}{2}$(T-R)
			O	α_1	20°
				α_2	20°
				R_1	6
				r_2	6
			F	G	0
				D_1	$\frac{1}{2}$(T-R)
				R	2
				D_1	$\frac{1}{2}$(T-R)
			V	α_1	45°
				α_2	45°
				r_1	6
				r_2	6
MC-BI-B1		≤ 6	F H V O	G	T
MC-BV-2		≥ 6	F H V O	G	0
				R	2
				α_1	60°

สัญลักษณ์	รูป	T	WP	พิกัด	
MC-BV-B1		≥ 6	F	G	6
			V	R	2
			O	α_1	45°
		≥ 12	F	G	9
			V	R	2
			O	α_1	35°
MC-BX 2		≥ 16	F	G	0
				D_1	$\frac{2}{3}$(T-R)
			H	R	2
			V	D_1	$\frac{1}{3}$(T-R)
				α_1	60°
			O	α_2	60°
MC-TI-2		≤ 6	F H V O	G	$\frac{T}{2}$
MC-TL-2		6 – 20	F	G	0
			H V	R	2
			O	α_1	45°
MC-TL-B1		≥ 6	F	G	6
			H	R	2
				α_1	45°
		≥ 12	V	G	9
				R	2

สัญลักษณ์	รูป	T	WP	พิกัด	
MC-TK-2		≥ 12		G	0
			F	D_1	$\frac{2}{3}$(T-R)
			H	R	2
				D_1	$\frac{1}{3}$(T-R)
			V	α_1	45°
			O	α_2	60°

ตำแหน่งการเชื่อม

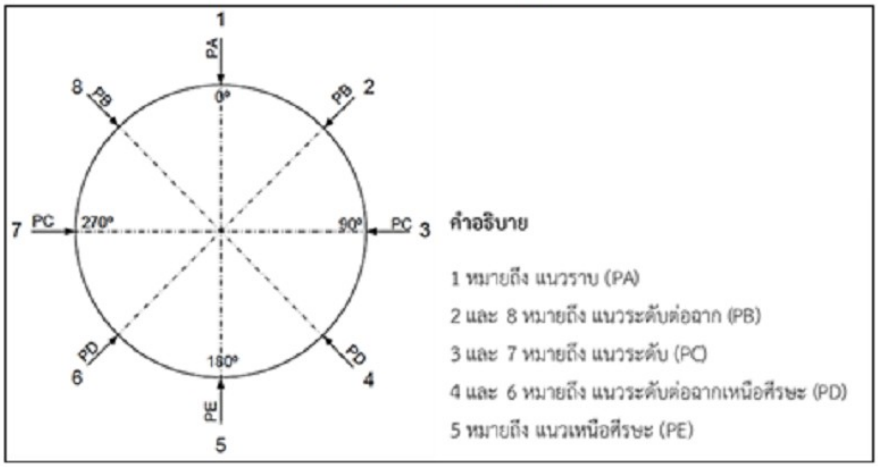
- ตำแหน่งการเชื่อม (Welding Position) หมายถึง ตำแหน่งของรอยเชื่อมสามมิติ ซึ่งให้ ความหมายสัมพันธ์กับมุมลาดเอียงของแกนและการหมุนของหน้ารอยเชื่อมกับระนาบระดับ

- ตำแหน่งการเชื่อมหลัก (Main Welding Position) หมายถึง ตำแหน่งการเชื่อมที่มีสัญลักษณ์ PA PB PC PD PE PF PG PH PJ หรือ PK

- มุมลาดเอียง (Slope, S) หมายถึง มุมของแกนรอยเชื่อมที่สัมพันธ์กับตำแหน่งการเชื่อมหลัก

- มุมหมุน (Rotation, R) หมายถึง มุมของหน้ารอยเชื่อมที่สัมพันธ์กับตำแหน่งการ เชื่อมหลัก

- มุมเอียง (Inclined Angle, L) หมายถึง มุมของแกนท่อ



แบบประเมินการฝึกอบรมโครงการ U2T พัฒนาทักษะฝีมือด้านช่าง (ช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ)
พื้นที่ ตำบลสันกลาง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านโดยทำเครื่องหมาย P ในข้อที่ตรงกับความเห็นของท่าน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 1. เพศ ¯ ชาย ¯ หญิง

2. อายุ ¯ 20-29 ปี ¯ 30-39 ปี ¯ 40-49 ปี ¯ 50 ปีขึ้นไป

3. อาชีพของท่าน.....

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
ด้านเนื้อหาการฝึกอบรม					
1. เนื้อหาในการฝึกอบรมตรงกับความต้องการของท่าน					
2. ระยะเวลาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม					
3. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรมมีความเหมาะสมทำให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถ					
4. ท่านได้ลงมือปฏิบัติจริงและเรียนรู้เกิดองค์ความรู้ได้จริง					
5. หลักสูตรเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของท่าน					
6. ท่านสามารถนำสิ่งที่ได้รับจากโครงการนี้ไปใช้ในการปฏิบัติงานได้จริง					
ด้านวิทยากร					
1. ความสามารถในการถ่ายทอด/สื่อสาร/ความเข้าใจ					
2. การเรียงลำดับเนื้อหาได้ครบถ้วน					
3. การเปิดโอกาสให้ซักถามและแสดงความคิดเห็น					
4. การตอบคำถามได้ตรงประเด็นและชัดเจน					
5. ใช้เวลาเหมาะสมมาก/น้อย เพียงใด					
ด้านความรู้ความเข้าใจที่ได้รับจากการฝึกอบรม					
1. ความรู้ก่อนฝึกอบรม					
2. ความรู้หลังการฝึกอบรม					

ขอบคุณที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามครับ

เอกสารอ้างอิง

[1] เทศบาลตำบลบางปะกงพรหมเทพรังสรรค์. 2564.ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน. สืบค้นวันที่ 2 มิถุนายน 2564.
แหล่งที่มา ; http://www.bangpakongcity.go.th/news/doc_download/ความรู้ เกี่ยวกับ ความปลอดภัยในการทำงาน.pdf_251019_160113.pdf

[2] ชลาธิป อินทรมารุต. 2559. ความปลอดภัยในงานเชื่อมหรือตัดโลหะ (Welding & Cutting). สืบค้นวันที่ 3 มิถุนายน 2564. แหล่งที่มา ; https://www.intersol-eng.com/ ความปลอดภัยในงานเชื่อม/

[3] งานเชื่อมประกอบและเครื่องมือกล. 2558. ความปลอดภัยในการเชื่อมก๊าซ. สืบค้นวันที่ 3 มิถุนายน 2564. แหล่งที่มา ; https://sites.google.com/site/rtech2504/khwam-plxdphay-ni-kar-cheuxm-kas

[4] งานเชื่อมประกอบและเครื่องมือกล. 2558. ความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้า. สืบค้นวันที่ 3 มิถุนายน 2564.
แหล่งที่มา ; https://sites.google.com/site/rtech2504/khwam-plxdphay-ni-kar-cheuxmfifa

[5] พีรวัตร ลือสัก. 2560. หน่วยที่ 7 การวัด การทดสอบ และการตรวจสอบทางวิศวกรรม. เอกสารประกอบการสอนวิชากระบวนการผลิต. หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

[6] บริษัท 108เวลดิ้ง. 2557. ลวดเชื่อม. สืบค้นวันที่ 3 มิถุนายน 2564. แหล่งที่มา ; https://ตู้เชื่อมไฟฟ้า.com/ลวดเชื่อม

[7] พีรวัตร ลือสัก. 2560. หน่วยที่ 4 กระบวนการแปรรูปวัสดุ. เอกสารประกอบการสอนวิชากระบวนการผลิต. หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

[8] สุประดิษฐ วังพฤกษ์. 2564. งานเชื่อมและโหละแผ่นเบื้องต้น. สืบค้นวันที่ 3 มิถุนายน 2564. แหล่งที่มา ; http://supradit.in.th/contents/metal/lesson.html

นายสิทธิชัย วงศ์หน่อ

ประวัติวิทยากร

ประวัติการศึกษา

2549 คอ.ม. เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2542 วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ประวัติการทำงาน

2551 – ปัจจุบัน วิศวกรที่ปรึกษาด้านการออกแบบ ตรวจวิเคราะห์ และบริหารการจัดการอนุรักษ์พลังงาน
2550 – ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
2546 – 2550 อาจารย์ประจำภาควิชาเทคนิคการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมโรงเรียนลำปางเทคโนโลยี
2542 – 2546 อาจารย์ประจำภาควิชาช่างกลโลหะ วิทยาลัยเทคนิคน่าน

ประสบการณ์งานวิจัย

2561 หัวหน้าโครงงานวิจัยเรื่องการหาค่าความร้อนแบบอัดเม็ดจากเปลือกเมล็ดแมคคาเดเมีย
2560 หัวหน้าโครงงานวิจัยเรื่องการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องกระเทาะเมล็ดแมคคาเดเมีย กรณีศึกษาวิสาหกิจแปรรูปชุมชน กลุ่มมะคาเดเมีย อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย
2557 หัวหน้าโครงงานวิจัยเรื่องการศึกษาอิทธิพลของตัวกระจายอากาศสำหรับการอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกแบบฟลูอิดไดซ์เบด
2555 หัวหน้าโครงงานวิจัยเรื่องประสิทธิภาพของวัสดุครีบในชุดอุปกรณ์ช่วยลดอุณหภูมิก่อนเข้าคอยล์ร้อนสำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก แบบแยกส่วนได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ปีการศึกษา 2555
2554 หัวหน้าโครงงานวิจัยเรื่องการศึกษาหาค่าความร้อนของเปลือกลำไยในรูปของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ปีการศึกษา 2554
2553 หัวหน้าโครงงานวิจัยเรื่องศึกษาปรับปรุงเตาอบแห้งเก๊กฮวยและหญ้าหวานของชาวบ้าน ที่บ้านอมลอง ตำบลแม่สาบ อำเภอสะเมิงจังหวัดเชียงใหม่ ได้รับทุนสนับสนุนจากเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคเหนือตอนบน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553
2553 ผู้ช่วยโครงงานวิจัยเรื่องการออกแบบเตาแก๊สซิไฟเออร์ขนาดเล็ก ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ปีการศึกษา 2553
2552 หัวหน้าโครงงานวิจัยเรื่องการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านแท่งสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ได้รับทุนสนับสนุนจาก โครงการ IRPUS ปีการศึกษา 2552
2551 หัวหน้าโครงงานวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดฐานผลิตภัณฑ์เซรามิค ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ IRPUS ปีการศึกษา 2552
2551 หัวหน้าโครงงานวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่าซีกไม้ไผ่สำหรับอุตสาหกรรมจักสาน กรณีศึกษา บ้านห้วยอ้อ อ.ป่าซาง จ.ลำพูน ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ปีการศึกษา 2551
2550 หัวหน้าโครงงานวิจัยเรื่องการสร้างเครื่องคัดน้ำหนักผลส้มโดยใช้น้ำหนักถ่วงผู้ช่วยโครงงานวิจัยเรื่องเตาเผาขยะไร้มลพิษ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
2549 งานวิจัยเรื่องการสร้างเครื่องผลิตไม้เสียบจากตะเกียบที่ใช้แล้ว