แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ
บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา ๒๐๑๐๐-๑๐๐๔
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช ๒๕๖๗
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ

ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๘

จัดทำโดย
นางสาวเบญจวรรณ สังฆานาคินทร์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
สถาบันอาชีวศึกษาภาคกลาง ๕ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

หลักสูตรรายวิชา

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 20100 -1004 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2

☑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ☐ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สาขาวิชา ช่างเชื่อมโลหะ สาขางาน โครงสร้าง

จุดประสงค์รายวิชา

1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กระบวนการเชื่อมแก๊ส การเชื่อมไฟฟ้าและงานโลหะแผ่น
2. มีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส เชื่อมไฟฟ้าและการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานเชื่อม
3. มีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะแผ่น รูปทรงเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ อุปกรณ์โลหะแผ่น
4. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความละเอียด รอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบสะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ รับผิดชอบ และรักษาสภาพแวดล้อม

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้ หลักการกระบวนการเชื่อมแก๊สและการเชื่อมไฟฟ้า
2. เชื่อมแล่นประสานและตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส
3. เชื่อมอาร์คลวดหุ้มฟลักซ์แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน
4. เขียนรูปแผ่นภัณฑ์โลหะแผ่นตามแบบ
5. ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นตามแบบ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นของกระบวนการเชื่อมและโลหะแผ่น หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การเลือกใช้วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อม ท่าเชื่อม รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน การประกอบติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส การแล่นประสาน (Brazing) และการเชื่อมไฟฟ้า การเริ่มต้นอาร์ก การเชื่อมเดินแนว ต่อมุม ต่อตัวที เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น การเขียนแบบแผ่นคลี่ การถ่ายแบบ การเข้าขอบ การทำตะเข็บ การย้ำหมุด การบัดกรี (Soldering) การขึ้นรูปด้วยการพับ ดัด ม้วน เคาะ และประกอบชิ้นงาน

หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	สัปดาห์ที่
1	ความปลอดภัย	4	1
2	ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน	4	2
3	การเชื่อมแก๊ส	12	3-5
4	งานบัดกรีแข็ง	4	6
5	งานเชื่อมไฟฟ้า	16	7-10
6	งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน	20	11-15
7	งานบัดกรีอ่อน	4	16
8	งานเขียนแบบแผ่นคลี่	4	17
	สอบปลายภาค	4	18

หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะประจำหน่วย

ชื่อหน่วย	สมรรถนะ		
	ความรู้	ทักษะ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์
หน่วยที่ 1 หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1. บอกวิธีป้องกันอุบัติเหตุในงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊สได้ 2. บอกวิธีป้องกันในงานโลหะแผ่นได้ 3.อธิบายความหมายความสำคัญของความปลอดภัยในการ ปฏิบัติงานได้	1. ปฏิบัติตามกฎของความปลอดภัยในงานเชื่อมได้อย่างถูกต้อง	1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
หน่วยที่ 2 ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน	1. บอกท่าเชื่อมพื้นฐานได้ 2. บอกชนิดของรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมได้ 4. อธิบายลักษณะของการบากหน้างานแบบต่างๆได้	1. เลือกท่าเชื่อมและรอยต่องานเชื่อมไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง 2. เลือกชนิดของรอยต่อให้เหมาะสมกับความหนาของงานได้	1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
หน่วยที่ 3 การเชื่อมแก๊ส	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมแก๊ส 2. อธิบายข้อดีของการเชื่อมแก๊ส ด้วยแก๊สอะซิทิลีนกับออกซิเจน 3. บอกชนิดของเปลวไฟในการเชื่อมได้ 4. บอกเครื่องมือที่ใช้ในการเชื่อมแก๊สได้	1. เชื่อมเล่นประสานและตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส 2. เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สได้อย่างถูกต้อง 3. สามารถเชื่อมแก๊สได้อย่างถูกต้อง	1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะประจำหน่วย

ชื่อหน่วย	สมรรถนะ		
	ความรู้	ทักษะ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์
หน่วยที่ 4 การบัดกรีแข็ง	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการบัดกรีแข็ง 2. อธิบายลักษณะงานบัดกรีได้	1. จำแนกประเภทขอกการบัดกรีได้ 2. ปฏิบัติงานบัดกรีแข็งแล้วเชื่อมบัดกรีได้อย่างถูกต้อง 3. สามารถเชื่อมแก๊สได้อย่างถูกต้อง	1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
หน่วยที่ 5 งานเชื่อมไฟฟ้า	1. แสดงความรู้หลักการระบวน การเชื่อมไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง	1. จำแนกปะเภทของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง 2. เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง 3. ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าได้ย่างถูกต้อง	1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
หน่วยที่ 6 งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน	1. บอกหน้าที่การทำงานของเครื่องมือ Hand Tool ในงานโลหะแผ่นได้ 2. บอกหน้าที่การทำงานของเครื่องมือและเครื่องจักรขึ้นรูปงานโลหะแผ่นได้	1. จำแนกประเภทและชนิดของโลหะแผนได้ 2. เลือกใช้วิธีการต่อยึดชิ้นงานโลหะแผ่นได้เหมาะสมกับงาน 3. ปฏิบัติงานโลหะแผ่นได้	1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะประจำหน่วย

ชื่อหน่วย	สมรรถนะ		
	ความรู้	ทักษะ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์
หน่วยที่ 7 งานบัดกรีอ่อน	1. บอกโลหะประสานที่เหมาะสมกับชนิดของโลหะได้ 2. บอกอัตตราส่วนผสมของโลหะประสานที่เหมาะสมได้ 3. บอกน้ำยาประสานที่เหมาะสมกับโลหะประสานได้	1. สามารถบัดกรีอ่อนได้อย่างถูกต้อง	1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
หน่วยที่ 8 งานเขียนแบบแผ่นคลี่	1. บอกวิธีการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีต่างๆได้	1. เขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี เส้นขนานและสามเหลี่ยมได้ 2. เลือกใช้วิธีการเขียนแบบแผ่นคลี่ให้เหมาะสมกับชิ้นงานได้	1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

ในวงการอุตสาหกรรม ได้พยายามเน้นเรื่องการใช้เครื่องกำบังเครื่องจักร (Safety - Guarding) เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในขณะทำงานและได้จัดให้มีสภาพการทำงานที่ดี เพียงเท่านี้มิได้ช่วยให้เกิดให้เกิดอุบัติเหตุลดลงได้เลย ถ้าหากไม่เน้นถ้าตัวผู้ปฏิบัติงานด้วย เพราะจากสถิติของบริษัทหลายๆแห่งจะแสดงให้เห็นว่าอันตรายที่เกิดขึ้นกับบุคคลนั้นส่วนมากจะเกิดจากความปลอดภัยของตัวผู้ปฏิบัติงานเอง

ปัญหาเรื่องการป้องกันอุบัติเหตุในโรงานเป็นปัญหาใหญ่ของเจ้าของโรงาน เพราะการเกิดอุบัติเหตุแต่ละครั้งนอกจากจะทำให้งานผลิตหยุดชะงักแล้ว ยังจะต้องเสียค่ารักษาพยาบาลเพิ่มอีกด้วย จะจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องป้องกันมิให้เกิดขึ้น หรือลดอัตราการเกินอุบัติเหตุให้น้อยที่สุด

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเกี่ยวกับความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊ส และโลหะแผ่น

2.2. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1. อธิบายวิธีป้องกันอุบัติเหตุในงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊สได้อย่างถูกต้อง

3.1.2. อธิบายวิธีป้องกันในงานโลหะแผ่นได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1. ปฏิบัติตามกฎของความปลอดภัยในงานเชื่อมได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึ่งประสงค์

3.3.1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

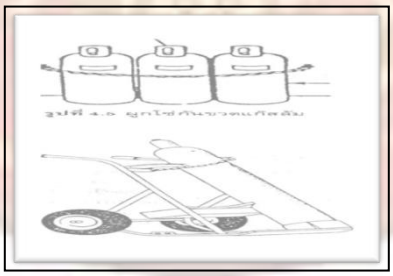
ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

1. ถ้าเป็นการเชื่อมในห้อง ควรต้องคำนึงถึง คือ ห้องนั้นมีการระบายอากาศพอเพียงหรือไม่ ถ้ามีควันที่เกิดจากการเชื่อมต้องมีอากาศบริสุทธิ์หรือการหายใจสะดวก โดยทั่วไปพื้นที่ของห้องที่เพียงพอต่อการระบายอากาศจะมีพื้นที่ 10,000 ลูกบาศก์ฟุต หรือ 283 ลูกบาศก์เมตร ต่อช่างเชื่อม 1 คน ในขณะเดียวกันห้องนั้นจะต้องมีความสูง 16 ฟุต หรือ 4.9 เมตร

2. กรณีเชื่อมในโรงงานอาจจะมีขนาดเล็กและขนาดใหญ่ก็ตาม พื้นที่ที่จะทำต้องมีการระบายอากาศที่ดี ควรให้มีพื้นที่ 2,000 ลูกบาศก์ฟุต (56 m3) ต่อช่างเชื่อม 1 คน และต้องมีการระบายอากาศ จะต้องทำให้อากาศภายในบริเวณเชื่อมดีขึ้น

3. จำเป็นต้องระบายอากาศอยู่เสมอเมื่อทำการเชื่อมโลหะบางประเภท เช่น สังกะสี ตะกั่ว เบริลเลียม แคดเมียม ทองแดง หรือโลหะที่เชื่อมแล้วเกิดควันพิษ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้

4. การเก็บรักษาท่อแก๊ส หรือการนำท่อแก๊สมาใช้งาน ควรใช้โซ่คล้องแล้วยึดติดกับผนัง เพื่อไม่ให้ท่อล้มอาจจะเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

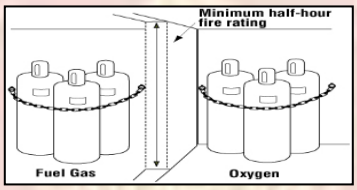


การนำท่อแก๊สมาใช้งาน ควรใช้โซ่คล้องแล้วยึดติดกับผนัง

5. การเก็บรักษาท่อแก๊สและการใช้งาน ควรห่างจากสารติดไฟไม่น้อยกว่า 25 ฟุต

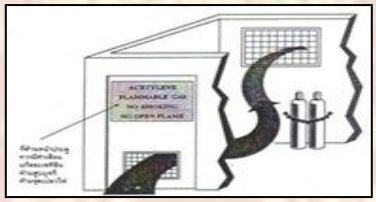
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

6. การเก็บรักษาท่อแก๊ส และท่อออกซิเจน ควรแยกออกจากกัน โดยมีกำแพงกั้นกลาง และกำแพงควรมีความสูงอย่างน้อย 5 ฟุต หรือ 1.5 เมตร



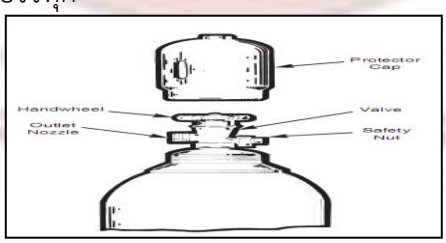
กำแพงกั้นระหว่างแก๊สและออกซิเจน สูง 5 ฟุต (1.5 เมตร)

7. ห้องที่ใช้เก็บแก๊สอะเซทิลีนต้องมีช่องระบายอากาศและที่ประตูต้องมีคำเตือน ห้ามนำเชื้อเพลิงหรือไฟเข้าใกล้



ลักษณะของห้องเก็บแก๊สอะเซทีลีน

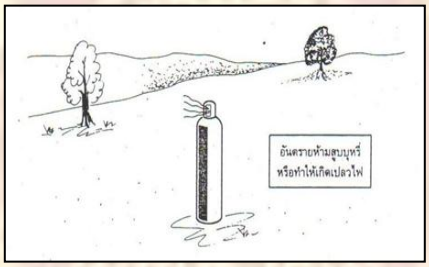
8. การเคลื่อนย้ายท่อแก๊สต้องสวมฝาครอบป้องกันวาล์วทุกครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้วาล์วถูกกระแทกจนแตกหักหรือบิ่น เมื่อเดินทางด้วยรถบรรทุก



สวมฝาครอบป้องกันวาล์วทุกครั้ง

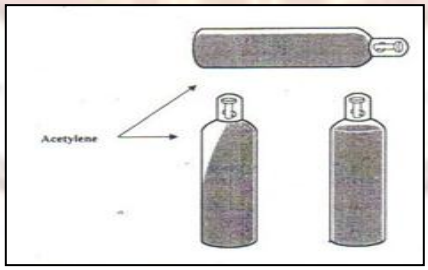
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

9. กรณีท่อแก๊สรั่ว ต้องรีบนำท่อแก๊สออกจากอาคาร หรือพื้นที่ทำงาน ไปไว้ในที่โล่งแจ้งที่อากาศระบายได้ดี ในขณะเดียวกันควรนำป้ายบอกเตือนเพื่อไม่ให้ผู้อื่นสูบบุหรี่ และห้ามทำให้เกิดประกายไฟบริเวณที่แก๊สรั่ว



กรณีแก๊สรั่วให้นำออกกลางแจ้งแล้วปล่อยทิ้งไว้

10. ถ้าวางท่อแก๊สอะเซทิลีนในตำแหน่งนอนนาน ๆ หรือนำท่อตั้งขึ้นแล้วใช้งานทันที สารอะซีโตนที่ออกมาจากท่อนี้จะทำให้เปลวไฟมีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ และจะออกมาทำความเสียหายต่อมาตรวัดความดัน (Regulator) และบริเวณลิ้นปิด-เปิด (Valve) ของกระบอกเชื่อม (Torch) ถ้าการเคลื่อนย้ายจำเป็นต้องวางท่อลักษณะนอน เมื่อจะใช้งานควรนำตั้งขึ้น และมีระยะเวลาเพื่อให้สารอะซีโตนเข้าที่ หรือจัดระเบียบตัวเองระยะหนึ่ง จึงจะใช้งานได้อย่างปลอดภัย



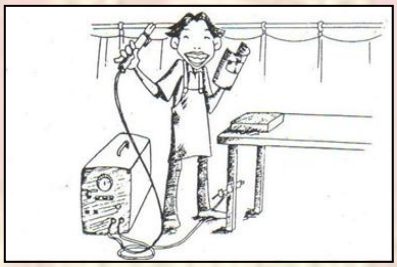
ท่อแก๊ส เมื่อนำท่อแก๊สตั้งขึ้นควรให้สารอะซีโตนจัดระเบียบให้ดีก่อนเปิดใช้งาน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า

1. ก่อนเชื่อมผู้เชื่อมต้องเตรียมเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในงานเชื่อม เช่น คีมจับงานร้อน ค้อนเคาะสแลก แปรงลวด และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อม เช่น ถุงมือ เสื้อหนัง สนับแข้ง ปลอกแขน หน้ากากพร้อมด้วยเลนส์ป้องกันแสง และภายในห้องเชื่อมต้องมีม่านป้องกันแสง มีท่อดูดควันที่ใช้งานได้



การเตรียมอุปกรณ์การเชื่อมและอุปกรณ์ความปลอดภัยให้พร้อม

2. ไม่ควรนำขากางเกงใส่ไว้ในรองเท้า หรือสวมนาฬิกาขณะเชื่อม เพราะสเก็ตเชื่อมหรือสแลก อาจกระเด็นเข้าไปในรองเท้า หรือติดอยู่ที่นาฬิกาข้อมือได้
3. เมื่อมีการเพิ่มหรือลดกระแสไฟ ควรจะหยุดเชื่อมก่อนเสมอ
4. แคลมป์ (Clamp) จับสายดินต้องแน่น และขนาดของสายเชื่อมต้องเหมาะสมกับกระแสไฟ มิฉะนั้นสายเชื่อมจะร้อนและลุกติดไฟในที่สุด
5. อย่าเชื่อมงานกลางสายฝนหรือบนพื้นที่นองไปด้วยน้ำ เพราะกระแสไฟฟ้าอาจลัดวงจรเป็นอันตรายกับผู้เชื่อมได้
6. เมื่อเกิดไฟลุกติดโดยที่ผู้เชื่อมไม่รู้ บุคคลที่พบเห็นไม่ควรดับไฟด้วยน้ำ เพราะไฟอาจลัดวงจรดูดผู้เชื่อมได้ ควรดับด้วยน้ำยาดับเพลิง
7. อย่ามองแสงที่เกิดจากการเชื่อมด้วยตาเปล่า เพราะแสงที่สว่างมากเกินไป จะทำให้ตารับไม่ได้ มองไม่เห็นชั่วขณะหนึ่ง แสงที่เกิดจากการเชื่อมสามารถมองด้วยตาเปล่าได้ต้องมีระยะห่าง 40 ฟุตขึ้นไป

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น

1. การเคลื่อนย้ายโลหะแผ่นบาง จะต้องสวมถุงมือทุกครั้ง มิฉะนั้นขอบของโลหะแผ่นอาจบาดมือได้
2. การเคลื่อนย้ายโลหะแผ่นควรยกในแนวตั้ง เพราะถ้ายกในแนวนอนโลหะจะห้อยตัวลง และต้องใช้พื้นที่ในการเคลื่อนย้ายกว้าง ทำให้การจับและการเคลื่อนย้ายกระทำได้ยาก
2. ในการใช้เครื่องพับต้องแน่ใจว่าไม่มีผู้อยู่ในรัศมีการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนของเครื่องจักรหรือไม่
3. ไม่ควรใช้กรรไกรมือตัดงานที่มีความหนามากๆ เมื่อออกแรงบีบจากมือมากจะทำให้ความปลอดภัยลดลง และควรตัดด้วยความระมัดระวัง
4. ไม่ควรนำบรรทัดเหล็กไปใช้งัดอุปกรณ์อื่นๆ เช่น กระป๋องสีอาจจะทำให้ชำรุดได้
5. ไม่ควรใช้เหล็กถ่ายแบบแทนเหล็กนำศูนย์
6. ไม่ควรใช้กรรไกรตัดลวด หรือแผ่นโลหะที่แข็งเกินไปอาจจะทำให้ฟันของกรรไกรบิ่นได้
7. อย่าใช้กรรไกรเคาะ หรือตีแผ่นโลหะ ขณะตัดแล้วเกิดรอยเยิน ควรเปลี่ยนมาใช้ค้อนแทน
8. เหล็กขีดไม่ควรเจียระไน เพราะความแข็งที่ชุบไว้จะหมดไป ควรลับให้แหลมดังเดิมด้วยหินลับ
9. แผ่นโลหะจะมีรอยเยิน ครีบ และความคมอันเกิดจากการตัด ควรใช้ตะไบแต่งลบคมเสียก่อน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- หนังสือเรียนวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

.....

.....

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

.....

.....

.....

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%
- ภาคปฏิบัติ ประเมินการฝึกปฏิบัติตามใบงาน ส่งภายในกำหนดเวลา

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 4
แบบทดสอบ		จำนวนชั่วโมง 4

1. การปฏิบัติงานทั่วไปสิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานต้องคำนึงถึงเสมอ คือ
   ก. การใช้เครื่องมือที่ถูกต้อง ข. ความปลอดภัย
   ค. การประหยัดวัสดุ ง. เวลาในการทำงาน
2. วัตถุที่ไม่ควรอยู่ใกล้ขณะทำการเชื่อม คือ
   ก. สารละลาย ข. เชื้อเพลิง
   ค. เครื่องดับเพลิง ง. ทราย
3. การเก็บรักษาท่อแก๊สที่ใช้งาน ควรให้ห่างจากสารติดไฟหรือเชื้อเพลิงไม่น้อยกว่ากี่เมตร
   ก. 3 เมตร ข. 4 เมตร
   ค. 5 เมตร ง. 7.6 เมตร
4. การเก็บรักษาท่อแก๊สอะเซทิลินควรแยกออกจากท่อออกซิเจนโดยมีกำแพงกัน กำแพงควรมีความสูงอย่างน้อยกี่เมตร
   ก. 1 เมตร ข. 1.5 เมตร
   ค. 2 เมตร ง. 2.5 เมตร
5. กรณีแก๊สรั่ว สิ่งที่ควรควบคุมหรือผู้ปฏิบัติงานต้องรีบกระทำ คือ
   ก. น้ำมันมาสาด ข. นำเครื่องดับเพลิงมาฉีด
   ค. นำผ้าเปียกน้ำมาคลุมปิด ง. นำท่อออกจากอาคารไปที่ระบายอากาศ
6. ระยะการมองที่ปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้าคือข้อใด
   ก. 40 ฟุต ข. 50 ฟุต
   ค. 30 ฟุต ง. 20ฟุต
7. การมองการเชื่อมไฟฟ้าด้วยตาเปล่าจะมีผลต่อตาอย่างไร
   ก. เคืองตา ข. เจ็บตา
   ค. ระคายตา ง. ถูกทุกข้อ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

การที่ให้ได้งานเชื่อมที่มีคุณภาพนั้น จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคและองค์ประกอบต่างๆหลายอย่าง โดยเฉพาะการเชื่อมที่ควบคุมด้วยมือ ช่างเชื่อมจะต้องมีการควบคุมแอ่งหลอมละลายมีคุณลักษณะเฉพาะบุคคลแล้ว จะต้องมีการฝึกฝนพอสมควร เพื่อให้เกิดทักษะแล้วความชำนาญจะศึกษาจากตำราคู่มือ โดยไม่ได้ลงมือปฏิบัติแล้ว ก็ไม่สามารถเป็นช่างเชื่อมที่มีฝีมือได้

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเกี่ยวกับตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน

2.2. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1. อธิบายเกี่ยวกับท่าเชื่อมและชนิดของรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมได้ถูกต้อง

3.1.2. อธิบายลักษณะของการบากหน้างานแบบต่างๆได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1. เลือกท่าเชื่อมและรอยต่องานเชื่อมไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

3.2.2 เลือกชนิดของรอยต่อให้เหมาะสมกับความหนาของงานได้ถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึ่งประสงค์

3.3.1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

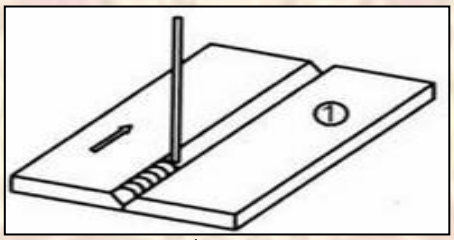
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

ท่าเชื่อมพื้นฐานในงานเชื่อม (Welding Position)

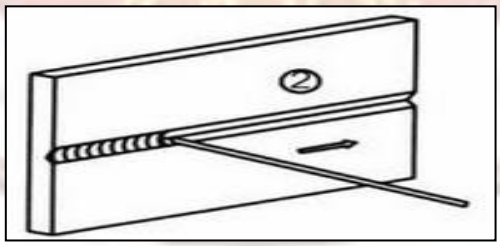
ในงานเชื่อมไม่ว่าจะเป็นเชื่อมแก๊ส หรือเชื่อมไฟฟ้า ท่าเชื่อมที่สามารถทำการเชื่อมได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากที่สุด นั่นคือ การเชื่อมท่าราบ แต่สภาวะจริงในการปฏิบัติงานไม่สามารถเลือกท่าเชื่อมที่ถนัดได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพของงานที่ทำอยู่ สำหรับท่าเชื่อมหรือตำแหน่งของการเชื่อมทั้งเชื่อมแก๊ส และเชื่อมไฟฟ้านั้น พอจะแบ่งลักษณะได้ดังนี้

1.ท่าราบ ใช้สัญลักษณ์ F (FLAT POSITION) เป็นการเชื่อม ชิ้นงานที่วางอยู่ในระนาบเดียวกันกับพื้นราบซึ่งไม่ มีปัญหาเรื่องแรงดึงดูดของโลก จึงเป็นท่าเชื่อมที่เชื่อมง่ายกว่าท่าเชื่อม อื่น ๆ



ท่าเชื่อมท่าราบ

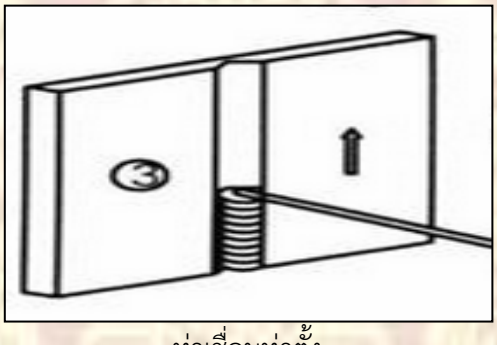
2.ท่าขนานนอน ใช้สัญลักษณ์ H (horizontal position) หรือท่าระดับเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระดับ ซึ่งขนานกับแนวระนาบ ในการเชื่อมท่าเชื่อมนี้นั้น แรงดึงดูดของโลกจะมีผลต่อ การเชื่อม ทำให้เกิดข้อบกพร่อง คือ รอยแหว่ง (Undercut)ขอบด้านบนของรอยเชื่อม



ท่าเชื่อมท่าขนานนอน

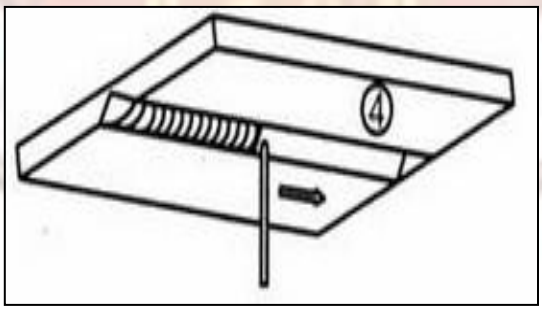
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

3.ท่าตั้งใช้สัญลักษณ์ V (vertical position) เป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวดิ่ง ซึ่งตั้งฉากกับแนวระดับ ในการ เชื่อมท่านี้นั้นแรงดึงดูดของโลก จะมีผลต่อการเชื่อมเช่นกัน ตามทิศทางของ การเชื่อม



ท่าเชื่อมท่าตั้ง

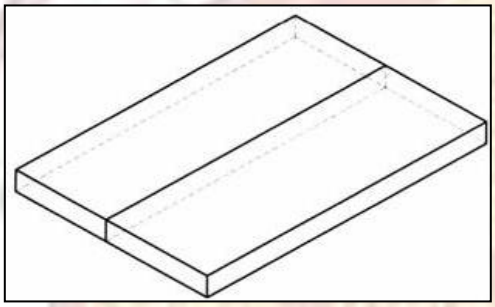
4.ท่าเหนือศีรษะ ใช้สัญลักษณ์ OH (overhead position) เป็นการเชื่อมชิ้นงานที่วางอยู่ในแนวระนาบ ในระดับ เหนือศีรษะของผู้เชื่อม ในการเชื่อมท่านี้นั้น แรงดึงดูดของโลก มีผลต่อการเชื่อมเป็นอย่างมาก ทั้งข้อบกพร่องในรอยเชื่อมและอันตรายจากสะเก็ดไฟโลหะที่หลอมละลาย และความร้อนจากเปลวไฟที่สะท้อนกลับ



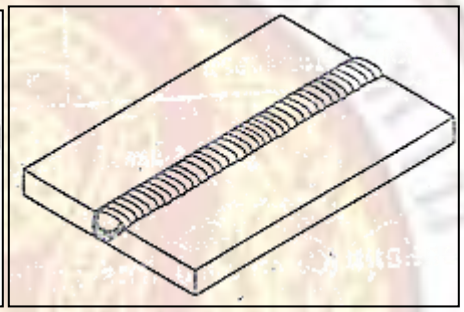
ท่าเชื่อมท่าเหนือศรีษะ

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

1.**รอยต่อชน (Butt Joint)** เป็นการนำขอบงานทั้งสองชิ้นสองชิ้นมาวางให้ขอบชนกัน ซึ่งจะมีการเว้นช่องว่างหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับความหนาของงาน



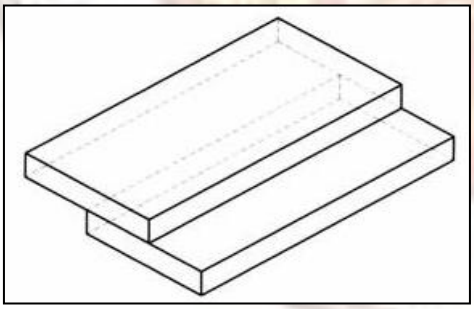
ก.ลักษณะรอยต่อชน



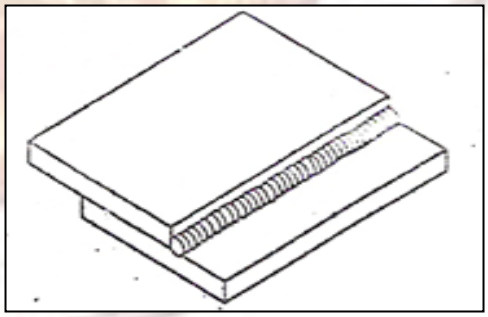
ข.ลักษณะแนวเชื่อมในรอยต่อชน

ลักษณะรอยต่อชนและลักษณะแนวเชื่อมในแนวต่อชน

2.**รอยต่อเกย (Lap Joint)**ลักษณะการต่อเป็นการนำชิ้นงานสองชิ้นงานซ้อนเกยกันซึ่งมีข้อดีคือไม่ต้องเสียเวลาในการเตรียมงานมากการต่อเกยที่ดีนั้น ควรให้ชิ้นงานทั้งสองชิ้นงานซ้อนกันแนบสนิทตลอดความยาว



ก.ลักษณะรอยต่อเกย

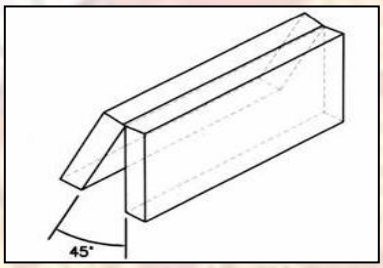


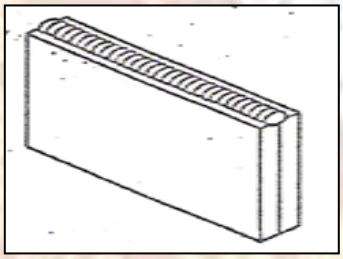
ข.ลักษณะแนวเชื่อมต่อเกย

ลักษณะรอยต่อเกยและลักษณะแนวเชื่อมต่อเกย

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

1. **รอยต่อขอบ (Edge Joint)**โดยทั่วไปออกแบบสำหรับงานเชื่อมโลหะที่บางๆ และไม่นิยมเติมลวดเชื่อม การต่องานลักษณะนี้สามารถกระทำได้ง่ายรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก

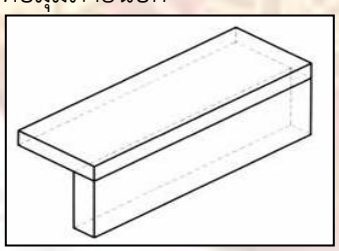


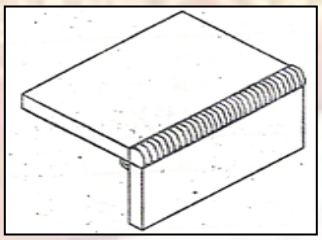


ก.ลักษณะรอยต่อขอบ **ข.ลักษณะแนวเชื่อมและรอยต่อขอบ**

ลักษณะรอยต่อขอบแนวเชื่อมและรอยต่อขอบอีกลักษณะหนึ่ง

4.**รอยต่อมุม (Cornor Joint)** การต่อมุมนี้มีลักษณะการต่อคล้าย ๆ กับการเชื่อมรอยต่อตัวทีแต่แตกต่างกันตรงรอยต่อมุมนั้นวางตั้งฉากกันบริเวณของขอบชิ้นงานทั้งสอง การเชื่อมต่อมุมนี้สามารถเชื่อมได้ทั้งรอยต่อมุมภายในและรอยต่อมุมภายนอก





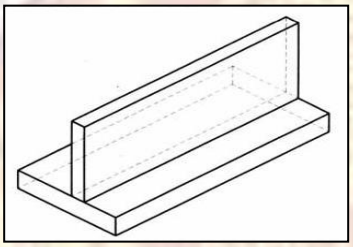
ก.ลักษณะรอยต่อมุม **ข.ลักษณะแนวเชื่อมและรอยต่อมุม**

รูปที่ 2.8 ลักษณะรอยต่อมุมและลักษณะแนวเชื่อมต่อมุม

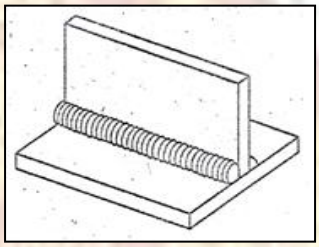
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

5.รอยต่อตัวที (T-Joint)ชิ้นงานตั้งฉากกันบนความกว้างของงานอีกแผ่นหนึ่งการต่อลักษณะนี้จะต้องมีการเติมลวดเชื่อมเพื่อให้ชิ้นงานเกิดความแข็งแรงจึงนิยมใช้กันมากในการเชื่อมประกอบโครงสร้างของการสร้างอาคาร



ก.ลักษณะรอยต่อตัวที



ข.ลักษณะแนวเชื่อมและรอยต่อตัวที

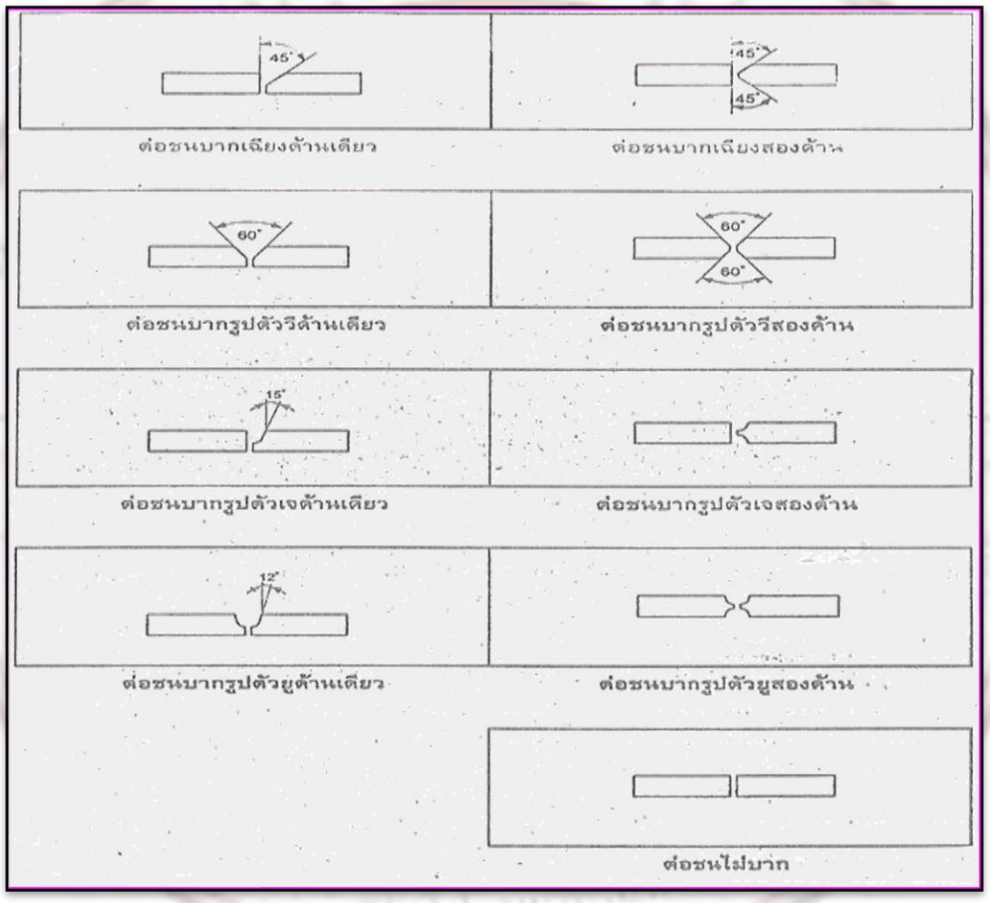
ลักษณะรอยต่อตัวทีและลักษณะแนวเชื่อมต่อตัวที

การบากร่องรอยต่อ

ในการเชื่อมงาน แนวเชื่อมจะต้องมีความแข็งแรงเท่ากับหรือมากกว่าชิ้นงานที่นำมาเชื่อม แนวเชื่อมจะต้องมีการหลอมละลายตลอดความหนาของงาน ถ้าชิ้นงานไม่หนามากนักก็สามารถเชื่อมได้ทันที แต่ถ้าชิ้นงานมีความหนาเกินกว่า 3 มิลลิเมตรขึ้นไป จะต้องมีการบากร่องชิ้นงาน เพื่อเกิดการซึมลึกและได้เนื้อรอยเชื่อมที่มากพอที่จะทำให้เกิดความแข็งแรง ซึ่งการออกแบบการบากร่องนี้ จะทำการบากร่องแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงานเป็นหลัก

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)



การบากร่องรอยต่อ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- หนังสือเรียนวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

.....

.....

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

.....

.....

.....

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

.....

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%
- ภาคปฏิบัติ ประเมินการฝึกปฏิบัติตามใบงาน ส่งภายในกำหนดเวลา

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูป

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

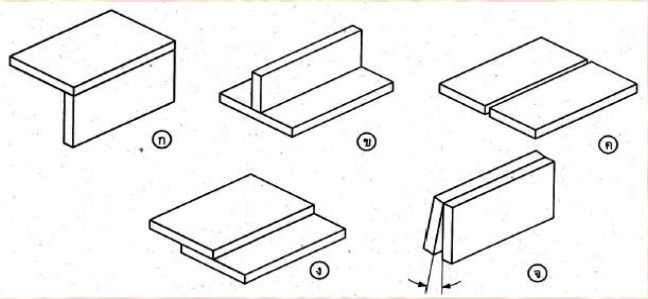
.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 4
แบบทดสอบ		จำนวนชั่วโมง 4

คำชี้แจง จงนำตัวอักษรจากภาพใส่ลงหน้าข้อที่เห็นว่าถูกต้อง

_____ 1. ต่อตัวที (T-joint)
_____ 2. ต่อขอบ (Edge-joint)
_____ 3. ต่อเกย (Lap-joint)
_____ 4. ต่อมุม (Corner-joint)
_____ 5. ต่อชน (Butt-joint)



_____ 6. ต่อชนท่าขนานนอน (Horizontal Butt joint)
_____ 7. ต่อเกยท่าราบ (Flat Lap joint)
_____ 8. ต่อชนท่าราบ (Flat Butt joint)
_____ 9. ต่อขอบท่าตั้ง (Vertical Edge joint)
_____ 10. ต่อมุมท่าเหนือศีรษะ (Overhead Corner joint)
_____ 11. ต่อชนท่าตั้ง (Vertical Butt joint)
_____ 12. ต่อตัวทีท่าตั้ง (Vertical T-joint)
_____ 13. ต่อชนท่าเหนือศีรษะ (Overhead Butt joint)
_____ 14. ต่อขอบท่าราบ (Flat Lap joint)
_____ 15. ต่อเกยท่าขนานนอน (Horizontal Butt joint)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย การเชื่อมแก๊ส	สอนครั้งที่ 3 - 5
		ชั่วโมงรวม 12
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

การเชื่อมด้วยแก๊สเป็นการเชื่อมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นการเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากการเผาไหม้ของแก๊สเป็นตัวให้ความร้อนกับชิ้นงาน ซึ่งเปลวไฟที่ได้นี้เกิดจากการเผาไหม้ของแก๊สเชื้อเพลิงกับออกซิเจน การเชื่อมแก๊สเป็นการประสานชิ้นงานให้ติดกัน โดยโดยการใช้ความร้อนจากเปลวไฟเผาลงบนชิ้นงานจนกระทั่งบริเวณรอยต่อของชิ้นงานหลอมละลายรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันและเมื่อเย็นตัวลงชิ้นงานจะติดกัน และมีความแข็งแรงเหมือนกับว่าชิ้นงานนั้นเป็นชิ้นเดียวกัน

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเกี่ยวกับการเชื่อมแก๊ส

2.2. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1. อธิบายข้อดีของการเชื่อมแก๊ส ด้วยแก๊สอะซิทิลีนกับออกซิเจนได้ถูกต้อง

3.1.2. อธิบายชนิดของเปลวไฟในการเชื่อมได้อย่างถูกต้อง

3.1.3 อธิบายเครื่องมือที่ใช้ในการเชื่อมแก๊สได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1. เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ใน งานเชื่อมแก๊สได้อย่างถูกต้อง

3.2.2 สามารถเชื่อมแก๊สได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึ่งประสงค์

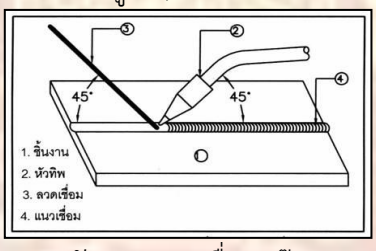
3.3.1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย การเชื่อมแก๊ส	สอนครั้งที่ 3 - 5
		ชั่วโมงรวม 12
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

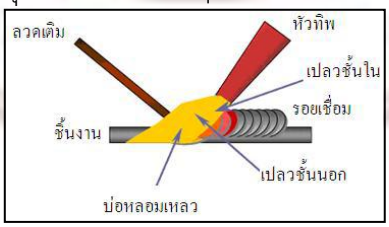
การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding)

การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding) คือ กรรมวิธีการเชื่อมแบบหลอมละลาย โดยได้รับความ ร้อนจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับออกซิเจน หลอมละลายโลหะให้ติดกัน ด้วยการเติม ลวดเชื่อม (Filler Metal) หรือให้เนื้อของโลหะงานหลอมประสานกันเองโดยไม่ต้องเติมลวดเชื่อม ก็ได้การเชื่อมโลหะด้วยแก๊สออกซิเจน – อะเซทิลีน เป็นการเชื่อมซึ่งจัดอยู่ในประเภทงานเชื่อม หลอมเหลววิธีหนึ่ง แหล่งความร้อนที่ใช้กับชิ้นงานได้จากพลังงานทางเคมีซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ ระหว่างแก๊สอะเซทิลีน ซึ่งเป็นแก๊สเชื้อเพลิงและแก๊สออกซิเจน อุณหภูมิจากการเผาไหม้นั้นสูงมาก พอที่จะหลอมละลายโลหะงานได้ การเผาไหม้จะสมบูรณ์มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความบริสุทธิ์ของ แก๊สทั้งสองและอัตราส่วนผสมที่พอเหมาะ ถ้าแก๊สทั้งสองบริสุทธิ์และอัตราส่วนที่เหมาะสมเกิด การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ให้ความร้อนสูง 3,200 องศาเซลเซียส และจะไม่มีเขม่าหรือควัน



ลักษณะการเชื่อมแก๊ส

การเชื่อมด้วยแก๊สเป็นแบบของการเชื่อมที่ได้รับความนิยมแพร่หลายที่สุด โดยใช้เปลวไฟ จากแก๊สเป็นเครื่องช่วยให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน เปลวไฟที่ได้เกิดจากการเผาไหม้ของแก๊สเชื้อเพลิง กับแก๊สออกซิเจนที่ได้รับจากบรรยากาศหรือแก๊สออกซิเจนที่บริสุทธิ์จากแหล่งอื่นๆ



การเชื่อมแก๊ส

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อแตกต่างที่ได้รับแก๊สออกซิเจนมาช่วยในการเผาไหม้จากแหล่งต่างๆ กัน มี 3วิธี ซึ่งมีผล แตกต่างกัน ดังนี้คือ การเผาไหม้ที่ได้รับออกซิเจนจากบรรยากาศรอบตัวเรา เช่น การลุกไหม้ของตะเกียง แก๊ส เทียนไข ซึ่งทำให้เกิดผล ดังนี้คือ

1.1ให้อุณหภูมิการเผาไหม้ต่ำที่สุด

1.2 ให้ปริมาณความร้อนต่ำ

1.3 ความสะอาดของเปลวไฟต่ำสุด

2. การเผาไหม้ของแก๊สเชื้อเพลิงซึ่งได้รับแก๊สออกซิเจนจากบรรยากาศอีกแบบหนึ่ง แก๊สออกซิเจนถูกดูดผ่านรูของหัวเผาไหม้เข้ามาช่วยในการเผาไหม้ของตะเกียงหัวเผา หรือตะเกียง ซึ่งทำให้เกิดผลดังนี้คือ

2.1 ให้อุณหภูมิของการเผาไหม้สูงกว่าวิธีแรก

2.2 ความสะอาดของเปลวไฟสูงกว่าวิธีแรก

2.3 ให้ปริมาณความร้อนสูงกว่าวิธีแรก

3. การเผาไหม้ของแก๊สเชื้อเพลิงกับแก๊สออกซิเจนที่ได้จากแหล่งต่างๆ ที่มีความกดดัน โดยนำมาผสมกับแก๊สเชื้อเพลิงเสียก่อน แล้วจึงนำไปเผาไหม้เช่นหัวเชื่อมแก๊สที่เราใช้กันอยู่ใน ปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้เกิดผลดังนี้คือ

3.1 ให้อุณหภูมิของการเผาไหม้สูงสุด

3.2 ให้ความสะอาดของเปลวไฟสูงสุด

3.3 ให้ปริมาณความร้อนสูงสุด

แก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้กันอยู่หลายชนิดด้วยกัน การเลือกจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมทั้ง ราคา ปริมาณความร้อนที่ได้ และผลที่จะเกิดกับโลหะงานนั้น สำหรับแก๊สอะเซทิลีนนั้น เมื่อเผา ไหม้กับออกซิเจน จะให้ความร้อนสูงสุดถึง 6,000 องศาฟาเรนไฮด์ ซึ่งเหมาะแก่การเชื่อมเหล็ก และโลหะผสมต่างๆ ซึ่งเรียกวิธีเชื่อมแบบนี้ว่า “ Oxyacetylene” และเป็นที่นิยมใช้กันใน อุตสาหกรรมการเชื่อมโดยทั่วไป สำหรับความร้อนที่ได้จากแก๊สเชื้อเพลิงแต่ละชนิดแตกต่างกัน ดังนี้

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตารางแสดง ความร้อนสูงสุดของแก๊สเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

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

เปลวไฟที่ใช้สำหรับการเชื่อม

การเชื่อมด้วยแก๊สเป็นวิธีการประสานหรือสร้างโลหะต่างๆ ด้วยการหลอมละลายของเนื้อ โลหะตรงรอยต่อเข้าด้วยกัน โดยการให้ความร้อนจากเปลวไฟลงไปบนชิ้นงานหรือชิ้นโลหะจนกระทั่งตรงบริเวณรอยต่อของโลหะทั้งสองนั้นหลอมละลาย ซึ่งมีลักษณะเป็นแอ่ง เมื่อโลหะที่ ทำการเชื่อมถูกหลอมละลายเป็นแอ่งเดียวกัน โลหะทั้งสองชิ้นนั้นก็จะถูกหลอมละลายกันด้วย วิธีการนี้ คุณสมบัติของโลหะจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือมีผลเสียจากคุณสมบัติเดิมของโลหะ ขณะหลอมเหลว เปลวไฟสำหรับใช้ในการเชื่อมจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้คือ

1) เปลวไฟจะต้องมีอุณหภูมิสูงเพียงพอสำหรับการหลอมเหลวของชิ้นงานที่จะนำมาเชื่อม
2) ต้องมีปริมาณความร้อนเพียงพอ
3) เปลวไฟต้องไม่เผาไหม้เนื้อโลหะ
4) ไม่มีสิ่งสกปรกจากเปลวไฟหรือตัวชักนำวัสดุอย่างหนึ่งอย่างใดเข้ารวมตัวกับเนื้อโลหะของชิ้นงาน
5) เปลวไฟจะมีคาร์บอน รวมตัวกับเนื้อโลหะที่ถูกเชื่อม

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

เปลวไฟออกซี – อะเซทิลีน (oxy- Acetylene flame) คือเปลวไฟที่ได้จากการเผาไหม้ของแก๊สออกซีอะเซทิลีน แต่ในอัตราการผสมแก๊สที่ไม่ ถูกต้องจะมีผลให้เกิดเปลว ออกซิไดซิ่ง (Oxidizing flame) ขึ้นหรือเปลวคาร์บูไรซิ่ง (Carburizing flame) ถ้าปรับส่วนผสมให้ออกซิเจนมากจะได้เปลวออกซิไดซิ่ง ในทำนองเดียวกันถ้าปรับ ส่วนผสมอะเซทิลีนมากจะได้เปลวคาร์บูไรซิ่งขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วสำหรับการเชื่อมนั้นเขาใช้เปลวลง เปลวนี้ได้จากการปรับอัตราส่วนของแก๊สทั้งสองให้ถูกต้อง

วิธีการจุดเปลวไฟเชื่อมแก๊ส ขั้นแรกให้เปิดวาล์วแก๊สเซทีลีนบนหัวเชื่อมเพียงเล็กน้อย แล้ว จุดเปลวไฟด้วยที่จุดไฟแก๊ส จากนั้นค่อยๆ เปิดวาล์วแก๊สเซทีลีนให้เพิ่มขึ้นพอประมาณ แล้วจึงเปิด วาล์วแก๊สออกซิเจนปล่อยแก๊สออกซิเจนให้ผสมกับแก๊สเซทีลีน ปรับเปลวไฟตามต้องการ ซึ่งชนิด ของเปลวไฟมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด หรือ 3 เปลว แตกต่างกันตามปริมาณอัตราส่วนผสมของแก๊สทั้ง สองคือ

เปลวไฟเชื่อมแก๊สออกซีอะเซทิลีน เป็นเปลวที่ให้อุณหภูมิสูงถึง 6,000 องศาฟาเรนไฮด์ ความร้อนขนาดนี้สามารถที่จะหลอมโลหะที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้โดยง่าย จึงนิยมใช้ในงาน อุตสาหกรรมโดยทั่วไป เปลวของออกซีอะเซทิลีนแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. เปลวนิวทรัลหรือเปลวกลาง (Neutral Flame)
2. เปลวคาร์บูไรซิงหรือเปลวลด (Carburizing Flame)
3. เปลวออกซิไดซิ่งหรือเปลวเพิ่ม (Oxidizing Flame)

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

6.1.1 เปลวนิวทรัลหรือเปลวกลาง (Neutral flame)

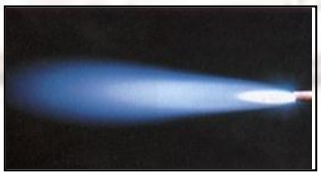
เปลวนิวทรัลหรือเปลวกลาง หรือบางครั้งเรียกว่า Balanced Flame เป็นเปลวไฟเชื่อมที่ นิยมใช้กันมากที่สุดทั้งการเชื่อมและการตัด มีอัตราส่วนผสมของแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทีลีน เท่ากันในอัตราส่วนหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) เปลวนิวทรัลเมื่อเผาหลอมละลายโลหะจะได้น้ำโลหะ หลอมเหลวใสสะอาด ลักษณะเป็นเปลวสองชั้น

ลักษณะเปลวนิวทรัลหรือเปลวกลาง

วิธีการปรับเปลวนิวทรัลขั้นแรกจะต้องเปิดวาล์วอะเซทีลีนเล็กน้อยบนหัวเชื่อมก่อน แล้ว จุดเปลวไฟเพิ่มแก๊สอะเซทีลีนพอประมาณ แล้วจึงเปิดวาล์วแก๊สออกซิเจนหัวเชื่อมไปผสม ปรับ วาล์วแก๊สทั้งสองให้เปลวไฟมีลักษณะสองชั้น ซึ่งเปลวชั้นในมีลักษณะเป็นกรวยปลายมนสีขาว นวลสว่าง ยาวประมาณ 1/16,3/4 นิ้ว ขึ้นอยู่กับขนาดของหัวทิพ เปลวชั้นนอกเป็นสีน้ำเงินใส สะอาด เปลวชนิดนี้เหมาะสำหรับการเชื่อมและการตัดโลหะทั่วไป มีอุณหภูมิความร้อนประมาณ 5,900 องศาฟาเรนไฮต์ หรือประมาณ 3,300 องศาเซลเซียส ให้สำหรับเชื่อมเหล็กเหนียว เหล็กหล่อเหล็กสแตนเลส ทองแดง และอะลูมิเนียม เป็นต้น

6.1.2 เปลวคาร์บูไรซิงหรือเปลวลด (Caburizing Flame)

เปลวคาร์บูไรซิงหรือที่เรียกว่า เปลวลด (Reducing Flame) เปลวไฟชนิดนี้จะมีปริมาณ ของแก๊สอะเซตทีลีนผสมอยู่มากกว่าแก๊สออกซิเจน ลักษณะเป็นกรวยเปลวไฟสามชั้น เปลวชั้นที่ สองซึ่งมีสีน้ำเงินเรียกว่า Acetylene Feather จะมีความยาวกว่าเปลวชั้นแรกประมาณ 3 เท่า



ลักษณะเปลวคาร์บูไรซิงหรือเปลวลด

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

วิธีการปรับเปลวคาร์บูไรซิงขั้นแรกจะต้องปรับให้ได้เป็นเปลวกลางก่อน แล้วจึงค่อยๆ เปิดวาล์วแก๊สอะเซทีลีนที่หัวเชื่อมเพิ่มแก๊สอะเซทีลีนจนได้ขนาดและรูปร่างตาม ต้องการ เป็น เปลวที่เหมาะสมกับการเชื่อมพวกโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น นิกเกิล อะลูมิเนียม หรือการแล่น ประสาน เป็นต้น เป็นเปลวไฟซึ่งมีปริมาณแก๊สออกซิเจนผสมอยู่น้อยมาก มีอุณหภูมิสูงประมาณ 5,700 องศาฟาเรนไฮต์ หรือประมาณ 3,150 องศาเซลเซียส

6.1.3 เปลวออกซิไดซิงหรือเปลวเพิ่ม (Oxidizing Flame)

เปลวเพิ่มจะมีปริมาณของแก๊สออกซิเจนมากกว่าแก๊สอะเซทีลีน มีลักษณะเป็นเปลวไฟ สองชั้น เปลวชั้นใน (Inner Cone) จะเล็กและสั้นกว่าเปลวชั้นในของเปลวนิวทรัลหรือเปลวกลาง และเปลวชั้นนอกก็หดสั้นเช่นกัน ดังรูปที่ 6.4 เนื่องจากเปลวไฟชนิดนี้มีแก๊สออกซิเจนอยู่มาก เมื่อทำการเชื่อมแก๊สออกซิเจนจะไปผสมในเนื้อโลหะ จึงทำให้โลหะเชื่อมเปราะไม่แข็งแรงเป็น เปลวไฟเชื่อมที่มีความร้อนแรงมากที่สุด

ลักษณะเปลวออกซิไดซิงหรือเปลวเพิ่ม

วิธีการปรับเปลวออกซิไดซิงขั้นแรกปรับให้ได้เปลวนิวทรัลหรือเปลวกลางก่อน แล้วจึง ค่อยๆ เปิดวาล์วแก๊สออกซิเจนเพิ่มจำนวนแก๊สออกซิเจนให้มากกว่าอะเซทีลีน จะได้เปลวชั้นใน สั้น เนื่องจากเปลวออกซิไดซิงมีแก๊สออกซิเจนมาก มีความร้อนแรง และจะมีเสียงดังออกมาด้วย อุณหภูมิของเปลวออกซิไดซิ่งประมาณ 6,300 องศาฟาเรนไฮต์ (3,400 C) เปลวเพิ่มอย่าง อ่อนใช้สำหรับการเชื่อมประสานทองเหลืองและการแล่นประสานเป็นต้น

อุปกรณ์การเชื่อมด้วยออกซี-อะเซทิลีน มีดังนี้

1. ถังออกซิเจน 2. ถังแก๊สอะเซทิลีน 3. เครื่องควบคุมความดัน 4. สายเชื่อมแก๊ส
5. หัวเชื่อมแก๊ส 6. หัวทิพเชื่อม หรือหัวฉีด 7. แว่นตาเชื่อมแก๊ส 8. เข็มแยงหัวทิพ
9. ที่จุดไฟแก๊ส 10. ประแจ 11. อุปกรณ์รักษาความปลอดภัย

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

1. ถังออกซิเจน (Oxygen cylinder) ถังออกซิเจนที่มีใช้กันอยู่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1 ถังบรรจุออกซิเจนชนิดแก๊ส ถังบรรจุออกซิเจนชนิดแก๊สมีหลายขนาดตั้งแต่ 20 ลูกบาศก์ฟุต จนถึง 300 ลูกบาศก์ฟุต สำหรับประเทศไทยนิยมใช้ขนาด 6 ลูกบาศก์เมตร โดยอัดออกซิเจนด้วยความดันประมาณ 2,200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยการวัดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

ถังออกซิเจนประกอบด้วยส่วนใหญ่ๆ 3 ส่วน คือ

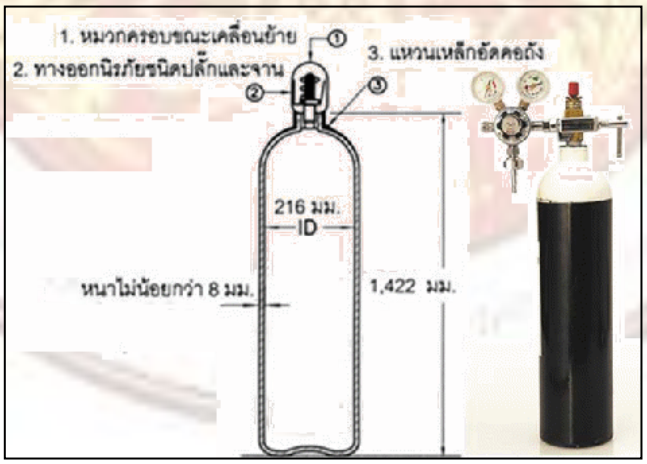
1. ตัวถังบรรจุออกซิเจน ถังบรรจุออกซิเจนผลิตด้วยวีการอัดขึ้นรูป หรือตีขึ้นรูปแล้วนำไปอบชุบและจะต้องผ่าน การทดสอบแรงดันประมาณ 2 เท่าของแรงดันใช้งาน คือ ประมาณ 3,360 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในระหว่างการใช้งานต้องมีการทดสอบใหม่ๆ ทุก 10 ปีในการผลิต, การทดสอบ, การบรรจุ, การ กำหนดเครื่องหมาย และการบำรุงรักษา จะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขของมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง โดยมีการตอกมาตรฐานและรายละเอียดต่างๆ ไว้ที่บ่าส่วนบนของขวดให้มองเห็นได้ชัดเจน ในปัจจุบันนี้มีการผลิตถังบรรจุออกซิเจนที่มีน้ำหนักเบา และมีความจุมากขึ้น เนื่องจากมี การพัฒนาทางด้านความแข็งแรงของวัสดุที่จะนำมาทำถังสูงขึ้นกว่าที่กำหนดมาตรฐานเดิม เช่น ถัง ผลิตขึ้นมาใหม่สามารถบรรจุออกซิเจนได้ความดันสูงถึง 183 Bar ซึ่งเดิมสมารถบรรจุได้ไม่เกิน 150 Bar เป็นต้น

2. วาล์วหรือลิ้นหัวถังออกซิเจน (Oxygen Cylinder Valve) วาล์วหัวถังออกซิเจนประกอบไว้ที่ส่วนหัวของถัง ซึ่งเป็นประตูปิด – เปิดให้ออกซิเจน ไหลออกจากถังโดยออกแบบเป็นพิเศษให้สามารถทนแรงดันได้สูง ซึ่งวาล์วทำด้วยทองเหลืองตีอัด ขึ้นรูป

3.ฝาครอบป้องกันวาล์ว (Safety Cap) ฝาครอบป้องกันวาล์วหัวแข็งของออกซิเจน มีลักษณะเหมือนถ้วย มีเกลียวสำหรับขันยึดกับ เกลียวที่คอของถังออกซิเจน โดยปกติเป็นเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 1/8 นิ้ว ระยะฟันเกลียว ขนาด 7 หรือ 11 เกลียวนิ้ว ซึ่งมีหน้าที่ป้องกันวาล์วหัวถังชำรุดอันเนื่องมาจากการขนส่ง หรืออุบัติเหตุล้มลง ถ้าไม่มีฝาครอบวาล์วป้องกันแล้ว เมื่อเกิดอุบัติเหตุดังกล่าวขึ้น อาจจะทำให้ ออกซิเจนในถังไหลออกมาช่วยการเผาไหม้วัสดุข้างเคียงได้ หรืออาจทำให้ถังพุ่งเหมือนจรวด

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

1.2 ถังบรรจุออกซิเจนเหลว ถังบรรจุออกซิเจนทั้งชนิดเหลวและชนิดแก๊สที่มีมาตรฐานเดียวกันจะมีขนาดความสูง เท่ากัน แต่เส้นผ่านศูนย์กลางของถังบรรจุออกซิเจนชนิดเหลวจะโตเป็น 2 เท่าของถังบรรจุออกซิเจนชนิดแก๊ส (รูปที่ 4.4) ถังบรรจุออกซิเจนเหลวจะซับซ้อนกว่าถังบรรจุออกซิเจนชนิดแก๊ส โดยสร้างเป็น 2 ชั้น ชั้นในทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม และชั้นนอกทำด้วยเหล็กกล้าคาร์บอน ระหว่างชั้นในกับชั้นนอก บรรจุด้วยวัสดุกันความร้อนในสภาวะสุญญากาศ ซึ่งผนังด้านในของถังชั้นนอกจะสัมผัสอยู่กับท่อ ทางออกของออกซิเจน การทำงานของถังนั้นจะใช้แรงดันภายในถัง ดันออกซิเจนเหลวออกจากถัง ชั้นใน ไหลผ่านตามท่อที่ติดอยู่กับผนังท่อด้านนอกและเปลี่ยนสภาพกลายเป็นแก๊ส หัวถังบรรจุออกซิเจนเหลวจะมีเกจบอกปริมาณของออกซิเจนเหลวภายในท่อว่าเหลืออยู่ มากน้อยแค่ไหน ส่วนวาล์วนิรภัยทำหน้าที่ระบายออกซิเจนในถังออกทางท่อทางออกเมื่อออกซิเจน ภายในถังมีความดันสูงเกินกว่า 235 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งอาจเกิดขึ้นเมื่อออกซิเจนเหลวได้รับ ความร้อนสูงกว่าปกติ อัตราการไหลของออกซิเจนขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าไปในถัง ออกซิเจนเหลว



ภาพตัดถังบรรจุออกซิเจนชนิดเหลว

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อควรระวังในการขนย้ายและเก็บรักษาออกซิเจน

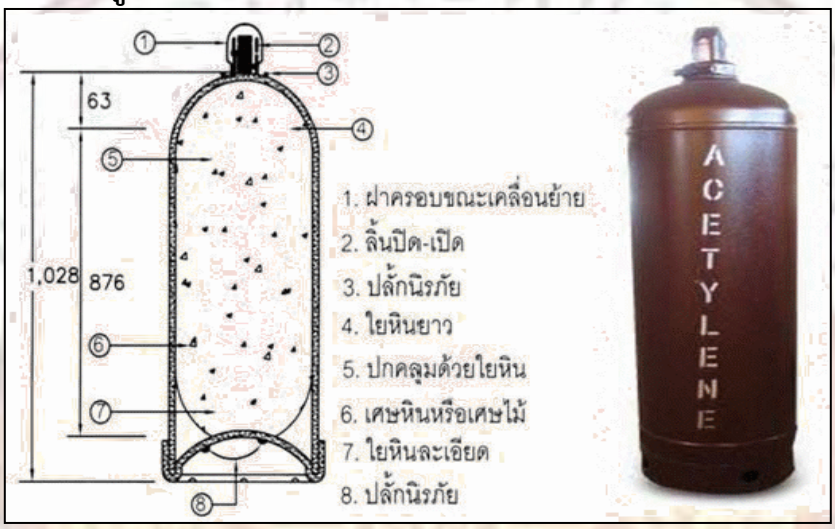
การเก็บออกซิเจนที่มีแรงดันที่สูงมากไว้ในถังนั้น จะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ และปฏิบัติ อย่างเคร่งครัดดังนี้ ถังออกซิเจนทั้งหมดจะต้องบอกวันที่ทำการทดสอบถัง

- ไม่ควรเก็บถังออกซิเจนไว้ในที่มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมากๆ
- ไม่ควรเก็บถังออกซิเจนไว้ใกล้น้ำมัน จาระบี และขั้วต่อไฟฟ้า
- เมื่อออกซิเจนผสมกับน้ำมันหรือจาระบี อาจจะเกิดระเบิดอย่างรุนแรง
- ไม่ควรถอดฝาครอบของถังออกซิเจนในขณะเคลื่อนย้าย
- เมื่อถังชำรุดไม่ควรใช้และควรแจ้งบริษัทผู้แทนจำหน่ายมาแก้ไขโดยด่วน

2. ถังแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene cylinder)

ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีนนั้น จะบรรจุความดันที่ต่ำกว่าถังออกซิเจน ดังนั้นการสร้างถัง บรรจุแก๊สอะเซทิลีน จึงไม่จำเป็นต้องอัดขึ้นรูปเหมือนกับถังออกซิเจน เพียงแต่ใช้เหล็กแผ่นมา ม้วนขึ้นรูปแล้วเชื่อมประกอบก็เพียงพอ ส่วนภายในถังจะบรรจุไว้ด้วยวัสดุฟองน้ำ เช่น Balsa Wood ถ่านหรือเอสเบสตอส เพื่อดูดซึมอะซีโตนเหลว ซึ่งอะซีโตนเหลวนี้สามารถดูดซึมแก๊ส อะเซทิลีนเหมือนกับสำลีดูดซุมน้ำ ดังนั้นถังบรรจุอะเซทิลีนจึงสามารถบรรจุแก๊สอะเซทิลีนที่ แรงดันสูงถึง 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้วได้อย่างปลอดภัย แต่ถ้าเปิดแก๊สอะเซทิลีนออกจากถังบรรจุ ด้วยความดันที่สูงกว่า 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วแล้ว อาจจะทำให้แก๊สอะเซทิลีนแยกตัวออกเป็น คาร์บอนและไฮโดรเจน จะเกิดความร้อนและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น อาจทำให้เกิดการระเบิดได้ สำหรับ ส่วนบนและส่วนก้นของถังจะติดปลั๊กที่เชื่อมติดไว้ด้วยวัสดุที่มีจุดหลอมเหลวต่ำเอาไว้ เมื่อมี อุณหภูมิสูงกว่า 212 องศาฟาเรนไฮด์ ปลั๊กจะหลุดออกเพื่อให้แก๊สระบายทิ้ง ซึ่งเป็นการป้องกัน การระเบิด

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)



ลักษณะภายในของถังแก๊สอะเซทิลีน

ข้อควรระวัง

- ถังแก๊สอะเซทิลีนจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานที่นำมาใช้งาน
- ถังแก๊สอะเซทิลีนที่เกิดการรั่วซึมหรือชำรุด ควรจะรายงานส่งกลับคืนผู้ขายไม่ควรแก้ไข หรือซ่อมแซมเอง
- แก๊สอะเซทิลีน (ที่ไม่ได้บรรจุอะซีโตน) ไม่ควรเก็บไว้ด้วยแรงดันสูงเกินกว่า 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว
- ถ้าต้องการเก็บถังแก๊สอะเซทิลีนจำนวนมากในที่ใกล้กับถังของออกซิเจน ต้องทำผนัง ชนิดทนไฟกั้นระหว่างออกซิเจนและอะเซทิลีน
- ถังอะเซทิลีนจะต้องอยู่ในตำแหน่งตั้งเสมอ โดยเฉพาะขณะเปิดวาล์วใช้งานห้ามนอนถัง โดยเด็ดขาด เพราะจะทำให้อะซีโตนภายในถังแก๊สไหลออกมากับแก๊ส
- ห้ามเก็บถังอะเซทิลีนไว้ในที่มีความร้อนสูง

วาล์วหรือลิ้นถังแก๊สอะเซทิลีน

วาล์วถังอะเซทิลีนจะประกอบอยู่ส่วนบนของถังแก๊สอะเซทิลีน มีหน้าที่ปิดเปิดแก๊ส ภายในถังตามต้องการ วาล์วของถังอะเซทิลีนจะไม่เหมือนกับวาล์วของถังออกซิเจน เนื่องจากถัง ออกซิเจนแรงดันสูงกว่า

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

3. เครื่องควบคุมความดันแก๊ส

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดความดันของแก๊สก็คือ เครื่องควบคุมความดันแก๊ส ในหน้าปัดนั้น จะบอกความดันเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว การเลือกใช้ความดันของแก๊สสำหรับเชื่อมและตัดขึ้นอยู่ กับขนาดของหัวทิพและความหนาของชิ้นงาน จะเห็นว่าการใช้ความดันของแก๊สเพิ่มขึ้นเมื่อเชื่อม หรือตัดงานที่มีความหนาเพิ่มขึ้นแต่ถ้าใช้ความดันแก๊สสูงเกินไปจะทำความเสียหายแก่เครื่องควบ- คุมความดันและสายเชื่อมได้

หน้าที่ของเครื่องควบคุมความดันแก๊ส

เครื่องควบคุมความดันเป็นหัวใจของระบบเชื่อมและตัดด้วยแก๊ส มีหน้าที่สำคัญดังนี้

-ลดความดันสูงจากแหล่งกำเนิดให้ต่ำลงเพื่อนำไปใช้งาน

- สามารถตั้งความดันให้ได้ตามต้องการ
- ควบคุมอัตราการไหลของแก๊สให้สม่ำเสมอ
- ป้องกันไฟกลับเข้าถัง

การแบ่งชนิดเครื่องควบคุมความดันแก๊ส

เครื่องควบคุมความดันที่ใช้ในการเชื่อมมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ซึ่งมีทั้งชนิดประกอบเข้า กับถังแก๊สและท่อส่งแก๊ส แต่อย่างไรก็ตามเครื่องควบคุมความดันต่างๆ นั้น แบ่งออกได้ 2 ชนิด ใหญ่ๆ คือ

1. เครื่องควบคุมความดันสองขั้นตอน (Two Stage Regulators)

เป็นอุปกรณ์ที่มีการลดความดันของแก๊สก่อนจะนำไปใช้งานถึง 2 ขั้นตอน คือ ในขั้นตอนแรกลดความดันสูงจากถังบรรจุแก๊สด้วยแรงสปริงที่ตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิต เช่น ออกซิเจนความดันสูงภายในถังบรรจุประมาณ 2,200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในขั้นตอนแรกจะลดลง ให้เหลือประมาณ 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และในขั้นตอนที่สองลดจาก 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ให้ เหลือตามความต้องการที่จะนำมาใช้งาน เครื่องควบคุมความดันชนิดนี้สามารถจ่ายแก๊สออกไปใช้ งานได้สม่ำเสมอดีกว่าแบบขั้นตอนเดียว

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

เครื่องควบคุมความดันแก๊สแบบสองขั้นตอน

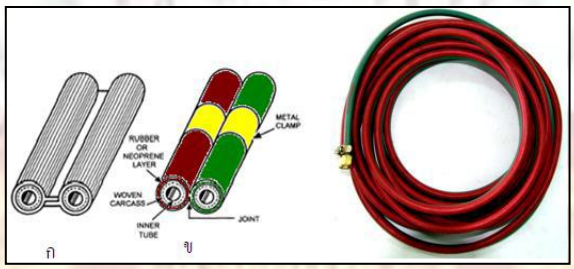
2. เครื่องควบคุมความดันแบบขั้นตอนเดียว (Single Stage Regulators)

เครื่องควบคุมความดันชนิดขั้นตอนเดียว จะทำหน้าที่ลดความดันสูงจากถังบรรจุแก๊ส เป็นความดันต่ำที่นำไปใช้ในงานเพียงขั้นตอนเดียวเท่านั้น โดยปรับที่สกรูปรับความดัน เครื่องควบคุมความดันชนิดนี้มีราคาถูกกว่าชนิดสองขั้นตอน และอัตราการไหลของแก๊สคงที่ พอควร การเชื่อมโดยใช้หัวเชื่อมหลายหัวพร้อมกันที่ต้องการปริมาณของแก๊สสูง ควรเลือกใช้ เครื่องควบคุมความดันแบบขั้นตอนเดียว ซึ่งให้ปริมาณการไหลของแก๊สสูงกว่าสองขั้นตอน

4. สายเชื่อมแก๊ส (Hose)

สายเชื่อมแก๊ส มีหน้าที่ส่งแก๊สอะเซทิลีนและออกซิเจนจากเครื่องควบคุมความดันไปยัง หัวเชื่อม การดูแลรักษาสายเชื่อมที่ดีจะช่วยให้เกิดความปลอดภัยและการทำงานที่มีประสิทธิภาพ สายเชื่อมที่ใช้มีอยู่ทั้งชนิดสายเดียวและสายคู่ซึ่งสามารถทนต่อแรงอัดได้ถึง 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยทั่วไปสายเชื่อมทำด้วยวัสดุสังเคราะห์หรือยางธรรมชาติผสมโดยใช้เส้นใยไนล่อนหรือ ลินินถักเสริมความแข็งแรงอยู่ภายในยาง ทำให้สามารถโค้งงอได้และทนทาน สายเชื่อมมีอยู่หลาย สี ซึ่งแต่ละสีจะใช้งานต่างกันคือ สีเขียวหรือสีดำใช้กับออกซิเจนและข้อต่อทั้งหมดเป็นเกลียวขวา ส่วนสายเชื่อมสีแดงใช้กับแก๊สอะเซทิลีน และข้อต่อเป็นเกลียวซ้ายทั้งหมด สำหรับนัดเกลียวซ้าย จะบากเป็นร่องตัววีโดยรอบ สายเชื่อมที่ใช้กันมีหลายขนาดคือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูในตั้งแต่ 3/16 นิ้ว ¼ นิ้ว ½ นิ้ว ส่วนความยาวตัดแบ่งได้ตามความต้องการ

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)



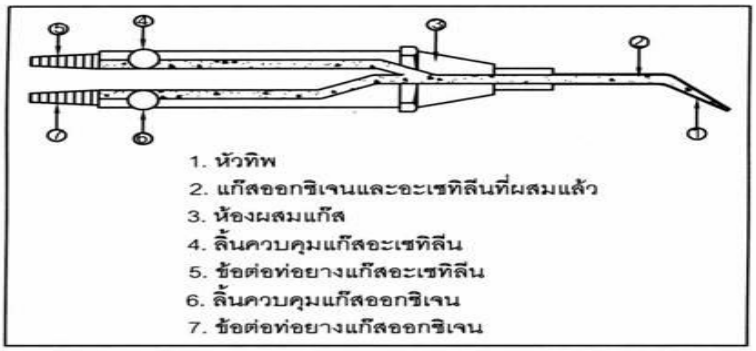
โครงสร้างของสายเชื่อมแก๊ส

ข้อควรระวังในการใช้สายเชื่อม

- สายเชื่อมที่ผลิตออกมาจะโรยไว้ด้วยแป้งฝุ่น ดังนั้นควรเป่าเอาฝุ่นแป้งออกก่อนใช้งาน
- ต้องตรวจสอบสายเชื่อมก่อนปฏิบัติงานทุกครั้ง
- อย่าให้ถังหรืออุปกรณ์อื่นใดทับสายเชื่อม
- อย่าให้สายเชื่อมบิดพันเป็นเกลียวในขณะใช้งาน

5. หัวเชื่อม (Welding Torch)

หัวเชื่อม เป็นอุปกรณ์หลักของการเชื่อมแก๊สที่เป็นทางผ่านของออกซิเจน และแก๊ส อะเซทิลีน หัวเชื่อมประกอบด้วยส่วนใหญ่ๆ ดังนี้



หัวเชื่อมแก๊ส

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

1. วาล์วควบคุมการไหล (Control Valves) ในหัวเชื่อมจะมีวาล์วควบคุมการไหลอยู่ 2 ตัว คือตัวหนึ่งใช้กับอะเซทิลีน ซึ่งต่อประกอบไว้กับตัวหัวเชื่อมที่เขียนว่า “Fuel” และมีเกลียว ต่อเป็นเกลียวซ้าย ส่วนอีกตัวหนึ่งใช้กับออกซิเจน ซึ่งต่อประกอบไว้กับตัวหัวเชื่อมที่เขียนว่า “Oxy” และเกลียวต่อเป็นเกลียวขวา

2. ตัวหัวเชื่อม (Torch Body) เป็นท่อกลวงและมีท่อแก๊สกับท่อออกซิเจนอยู่ ภายในหัวเชื่อมยังเป็นที่มือจับสำหรับการเชื่อมแก๊สอีกด้วย

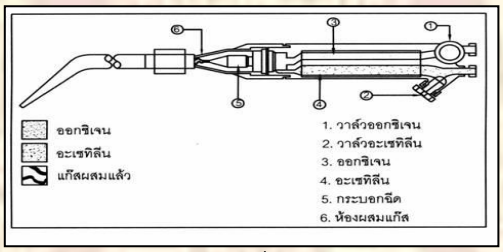
3. หัวทิพ (Torch Head) เป็นส่วนหัวปลายสุดของหัวเชื่อม และยังมีเกลียวสำหรับ ต่อกับห้องผสมแก๊ส (Mixing Chamber) หัวเชื่อมแก๊สแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะแรงดันของแก๊สอะเซทิลีน เนื่องจากว่าแก๊สอะเซทิลีนที่ใช้กันอยู่ทั้งสองชนิดบรรจุถังสำเร็จรูปที่มีความดันสูง ทำให้ ความสามารถควบคุมแรงดันในการนำออกมาใช้งานๆ ได้ดี แล้วยังสะดวกต่อการใช้งาน ส่วนอีก แบบหนึ่งเป็นแบบที่เตรียมขึ้นเอง โดยนำเอาแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมกับน้ำในเครื่องกำเนิดแก๊ส แต่ แรงดันต่ำและควบคุมยาก ดังนั้นจึงแบ่งหัวเชื่อมออกเป็น 2 แบบ คือ

3.1 แบบความดันสมดุล (Equal Pressure Type)

หัวเชื่อมแบบความดันสมดุล ใช้กับแก๊สอะเซทิลีนแบบบรรจุถังสำเร็จ ซึ่งให้ ความดันของแก๊สสูงกว่าชนิดเครื่องกำเนิดจากแคลเซียมคาร์ไบด์ โดยที่หัวเชื่อมชนิดนี้ต้องใช้ ความดันของแก๊สสูงพอที่จะดันเข้าไปยังห้องผสม สำหรับความดันของแก๊สโดยทั่วไปแล้วอยู่ ระหว่าง 1-15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หัวเชื่อมชนิดนี้บางทีก็เรียกว่า Balanced Pressure ความดันของ ออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนโดยปกติแล้วจะใช้เท่ากัน

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

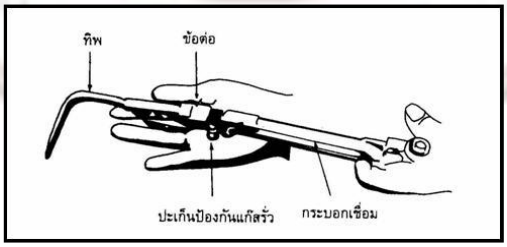
3.2 แบบหัวฉีด (Injector Type) หัวเชื่อมแบบหัวฉีดเรียกอีกชื่อว่า Low Pressure Type ซึ่งเป็นหัวเชื่อมที่ใช้ ความดันของแก๊สอะซทิลีนต่ำ โดยเฉพาะแก๊สอะเซทิลีนที่ได้จากเครื่องกำเนิดแก๊ส และยังสามารถ ใช้กับชนิดบรรจุถังสำเร็จได้อีกด้วย หัวเชื่อมแบบหัวฉีดมีลักษณะเหมือนกับแบบความดันสมดุลจะ แตกต่างกันตรงโครงสร้างภายใน โดยที่หัวเชื่อมด้านในมีท่อออกซิเจนอยู่กลางและล้อมรอบด้วย แก๊สอะเซทิลีน โดยที่ท่อออกซิเจนจะมีความดันสูงกว่าที่ใช้กับหัวเชื่อมแบบความดันสมดุล และ ออกซิเจนที่ความดันสูงจะผ่านหัวฉีดเข้าไปยังห้องผสม พร้อมกับดึงแก๊สอะเซทิลีนที่ความดันต่ำ เข้าไปยังห้องผสมด้วย



ภาพตัดของหัวเชื่อมแบบหัวฉีด

6. หัวทิพเชื่อม (Welding Tip)

หัวเชื่อมทิพเหมือนกับท่อทองแดงที่เจาะรูไว้ มีขนาดรูที่แตกต่างกัน หัวทิพที่รูใหญ่จะให้ เปลวไฟใหญ่ สำหรับหัวทิพขนาดเล็กจะให้เปลวไฟเล็ก ขนาดของรูทิพจะกำหนดเป็นเบอร์โดย เบอร์น้อยขนาดรูหัวทิพเล็ก เบอร์ใหญ่ขนาดรูทิพใหญ่ เช่น เบอร์ 0 จะเล็กกว่า เบอร์ 1 เป็นต้น หัวทิพที่จะใช้งานต้องทำความสะอาดและต้องรักษารูให้กลมอยู่เสมอ



หัวทิพเชื่อม

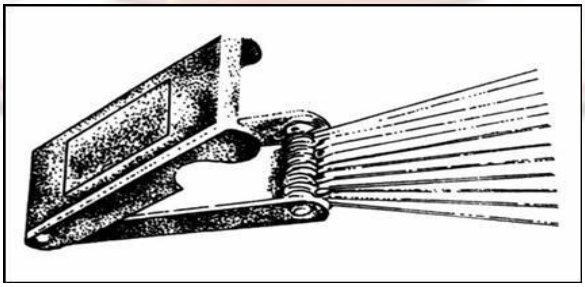
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

การเลือกขนาดของหัวทิพนั้น จะต้องคำนึงถึงความหนาและชนิดของโลหะงานที่จะเชื่อม เช่น ถ้าเลือกหัวทิพใหญ่เกินไป จะทำให้แนวเชื่อมใหญ่และงานอาจทะลุ ถ้าเลือกหัวทิพขนาดเล็ก ไปจะทำให้เสียเวลามาก เพราะปริมาณความร้อนที่ออกจากหัวทิพไม่พอสำหรับการหลอมละลาย งาน ถ้าขนาดหัวทิพใหญ่หรือเล็กเกินไป ห้ามแก้ไขโดยการเพิ่มหรือลดแรงดันแก๊ส เพราะอาจเกิด อันตรายได้ เช่น ไฟกลับเมื่อใช้แรงดันแก๊สต่ำเกินไป

7. แว่นตาเชื่อมแก๊ส (Welding Goggle) แว่นตาเชื่อมแก๊ส เป็นอุปกรณ์ป้องกันตาจากแสงเชื่อมและสะเก็ดไฟเชื่อม แว่นตาเชื่อม แก๊สจะต้องยอมให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก ขณะสวมใส่ และต้องเลือกกระจกกรองแสงให้เหมาะสม เช่น เลนส์เบอร์ 4 ใช้สำหรับตัดหรือเชื่อมโลหะบาง เลนส์เบอร์ 5-6 ควรใช้สำหรับการ ตัดหรือเชื่อมโลหะหนา หรือเชื่อมเหล็กหล่อ เป็นต้น

แว่นตาเชื่อมแก๊ส

8. เข็มแยงรูทิพ (Tip Cleaner)เข็มแยงรูหัวทิพใช้ทำความสะอาดรูหัวทิพ โดยไม่ทำให้รูหัวทิพขยายใหญ่ขึ้น และไม่ทำให้เกิดรอยขีดข่วนต่อผนังรูภายใน

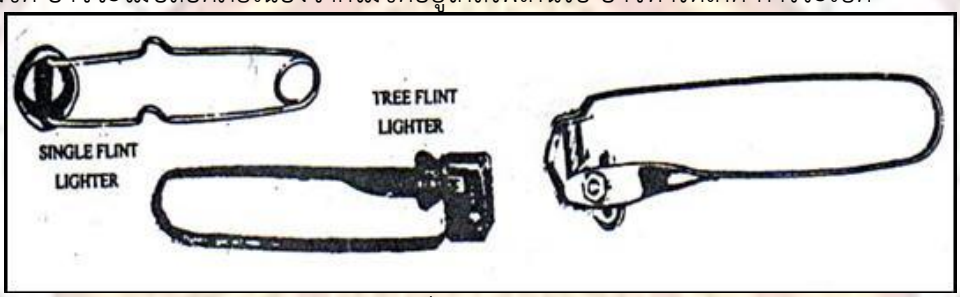


เข็มแยงรูทิพ

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

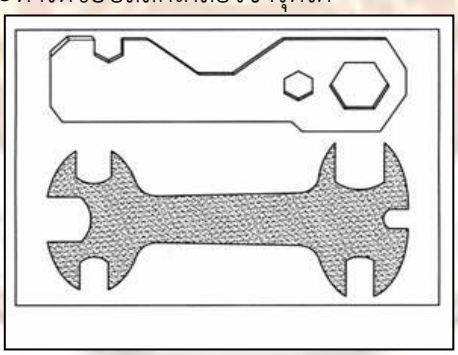
8. ที่จุดไฟแก๊ส (Friction Lighter)

การจุดเปลวไฟเชื่อมจะต้องใช้ที่จุดไฟแก๊สทุกครั้ง อย่าจุดด้วยไม้ขีดไฟ หรือต่อไฟจาก หัวเชื่อมอื่น การจุดไฟด้วยไม้ขีด อาจจะไม่ปลอดภัยเนื่องจากไม้ขีดอยู่ใกล้ไฟเกินไป อาจทำให้เกิด การระเบิด



ที่จุดไฟแก๊ส

9. ประแจ (Wrench) ประแจที่ใช้กับอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส เป็นประแจพิเศษที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิตอุปกรณ์เชื่อม ให้มีขนาดพอดีกับอุปกรณ์เชื่อม การถอดประกอบอุปกรณ์เชื่อมแก๊สทุกครั้ง ควรใช้ประแจประจำเครื่อง อย่าใช้ประแจเลื่อน เพราะจะทำให้ขอบสลักเกลียวชำรุดได้



ประแจพิเศษสำหรับอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

10. ลวดเชื่อม (Filler rods) ลวดเชื่อมแก๊สที่ใช้สำหรับงานทั่วๆไป คือ

1. ลวดเชื่อมเหล็ก (Mild Steel)
2. ลวดเชื่อมเหล็กอ่อน (Cast iron)
3. ลวดเชื่อมเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel)
4. ลวดเชื่อมโลหะเจือสำหรับการบัดกรีแข็ง
5. ลวดเชื่อมอะลูมิเนียม (Aluminium)
   - 5.1 อะลูมิเนียมผลิตโดยวิธีดึง (Draw)
   - 5.2 อะลูมิเนียม ผลิตโดยวิธีอัดผ่านแบบ (Extruded)
   - 5.3 อะลูมิเนียม ผลิตโดยวิธีหล่อ

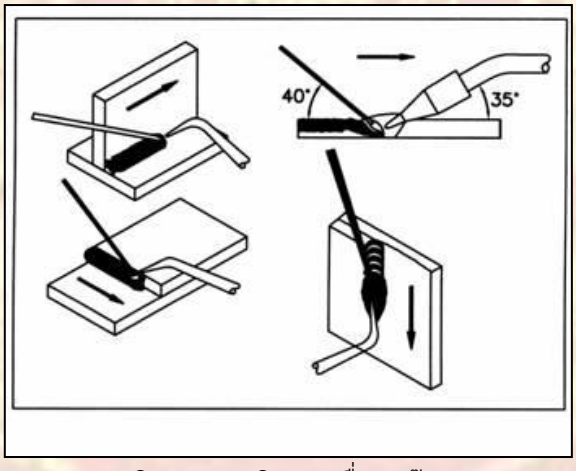
ลวดเชื่อม Mild Steel Stainless Steel โลหะเจือสำหรับบัดกรีแข็ง อะลูมิเนียม บางชนิด ทำเส้นขนาดยาว 28 นิ้ว (ระบบเมตริกยาว 100 ซม.) สำหรับลวดเชื่อมเหล็ก จะทำการเคลือบผิวด้วยทองแดง สำหรับป้องกันมิให้ลวดเชื่อม เป็นสนิมได้ง่าย ลวดเชื่อมมีขนาดความโตขนาดต่างๆ คือ 1/32 ,3/32, 1/8 , 5/32 ,3/16 , ¼ , 5/16 , 3/8 นิ้ว ลวดเชื่อมอะลูมิเนียมทำเส้นขนาดยาว 36 นิ้ว หรือทำเป็นม้วน ลวดเชื่อมอะลูมิเนียมบางชนิดมีฟลักซ์หุ้มเพื่อสะดวกสำหรับการใช้งาน ลวดเชื่อมนี้ทำเป็นเส้นยาว 28 นิ้ว ลวดเชื่อมแก๊สแบ่งเป็นเกรดต่างๆ แต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการแบ่งแบบ A.W.S เช่น GA-50 , GA- 60 , GB –65 ,GB-56 ตามเบอร์เกรดลวดเชื่อมข้างบนนี้ อักษร G หมายถึง ลวดเชื่อมแก๊ส อักษร A หมายถึง ลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติยืดตัวได้สูง อักษร B หมายถึงลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติ ยืดตัวได้ต่ำ เลข 45,50,60,65 หมายถึง ขนาดทนแรงดึงได้สูงสุด โดยใช้ 1000 PSI คูณกับเลขเหล่านี้จะเป็นค่าแรงดึง สูงสุด เช่น 65 × 1,000 = 65000 PSI

11. ฟลักซ์ (Flux) American Welding Society (A.W.S) ให้คำจำกัดความของฟลักซ์ คือวัสดุที่ใช้สำหรับ ป้องกันละลาย หรือขจัดต่างๆของชิ้นงาน การใช้ฟลักซ์ ใช้เมื่อเปลวไฟให้ความร้อนแก่โลหะหรืองานจนเกือบจะประสานเข้า ด้วยกันด้วยตะกั่วบัดกรี โลหะเงินเจือ, โลหะทองแดงเจือ หรือการเชื่อมโลหะหรือชิ้นงานเข้า ด้วยกัน ซึ่งฟลักซ์ทำหน้าที่ของมันขณะที่ตะกั่วบัดกรีหรือโลหะบัดกรีเหล่านั้นกำลังหลอมละลาย

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

หลักการเชื่อมแก๊ส

การเชื่อมแก๊สเป็นกระบวนการเชื่อมโลหะซึ่งต้องอาศัยความร้อนจากเปลวไฟเชื่อมเพื่อเผา ให้โลหะชิ้นงานหลอมเหลวติดกัน ใช้ลวดเชื่อมเพิ่มเติมและประสานจนเป็นแนวเชื่อม ดังได้กล่าว มาแล้ว ซึ่งมีเทคนิคการเชื่อมแก๊ส (Gas Welding Technique) และทิศทางในการเชื่อมแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ การเชื่อมไปทางซ้ายหรือเชื่อมเดินหน้า และการเชื่อมไปทางขวาหรือเชื่อมถอยหลัง



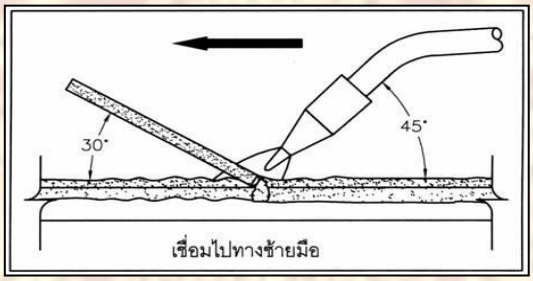
มุมและทิศทางเทคนิคการเชื่อมแก๊ส 2 แบบ

ส่วนจะเลือกใช้เทคนิคแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับความหนาและลักษณะของชิ้นงาน โดยทั่วๆ ไปแล้ว มักจะเลือกใช้เทคนิคการเชื่อมแบบเดินหน้าหรือเชื่อมไปทางซ้าย เพราะโลหะชิ้นงานที่นำมาเชื่อม แก๊สส่วนใหญ่เป็นโลหะค่อนข้างบาง ถ้าเป็นชิ้นงานหนามากขึ้นจะนิยมเชื่อมด้วยไฟฟ้า

การเชื่อมไปทางซ้ายหรือเชื่อมเดินหน้า การเชื่อมแบบเดินหน้า เป็นการเชื่อมจากขวาไปซ้าย (Right to Left) สำหรับผู้ถนัดขวา เปลวไฟเชื่อมจากหัวเชื่อมพุ่งตรงไปในทิศทางเดียวกันกับการเชื่อม ในงานเชื่อมที่ต้องใช้ลวดเชื่อม ลวดเชื่อมจะเคลื่อนที่นำหน้าเปลวไฟเชื่อม

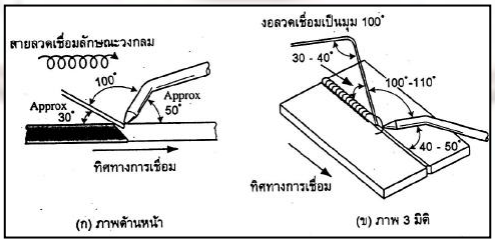
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ร้อนบางส่วนจากเปลว หัวเชื่อมที่พุ่งไปยังชิ้นงานจะเกิดการสะท้อนไปในบรรยากาศ ความร้อนที่ได้รับจึงไม่เต็มที่ ซึ่งจะ เหมาะกับการเชื่อมโลหะบาง ๆ ซึ่งมีความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร น้ำโลหะแนวเชื่อมไหลเรียบขนาดแนวเชื่อมพอเหมาะ



ลักษณะการเชื่อมเดินหน้า

การเชื่อมไปทางขวาหรือเชื่อมถอยหลัง การเชื่อมแบบถอยหลังหรือเชื่อมไปทางขวา เหมาะกับการเชื่อมโลหะแผ่นหนาๆ ได้ดีกว่า แบบเดินหน้า ปกติจะเชื่อมชิ้นงานโลหะแผ่นหนาเกินกว่า 3 มิลลิเมตรขึ้นไป เปลวไฟเชื่อมจะชี้ พุ่งตรงไปในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการเชื่อม ลวดเชื่อมตามหลังเปลวไฟเชื่อม ความร้อนจาก เปลวไฟเชื่อมพุ่งไปยังชิ้นงานรวมตัวกันอย่างสมบูรณ์ จึงให้ความร้อนสูง ลวดเชื่อมต้องส่ายอยู่ใน บ่อหลอมละลายตลอดเวลา ขณะเชื่อมต้องสร้างรูกุญแจ (Keyhole) ให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพราะ เป็นการเชื่อมโลหะหนา เพื่อให้เกิดการหลอมละลายลึก (Penetration) ซึมตลอดด้านหลังแนวเชื่อม ลักษณะเกล็ดแนวเชื่อมจะกว้างและมีการซึมลึกได้อย่างสมบูรณ์



ลักษณะการเชื่อมถอยหลัง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย การเชื่อมแก๊ส	สอนครั้งที่ 3 - 5
		ชั่วโมงรวม 12
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง การเชื่อมแก๊ส
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเชื่อมแก๊ส
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน
- ครูสาธิตขั้นตอนและให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงาน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง การเชื่อมแก๊ส
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน
- ใบงาน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย การเชื่อมแก๊ส	สอนครั้งที่ 3 - 5
		ชั่วโมงรวม 12
		จำนวนชั่วโมง 4

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- หนังสือเรียนวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

.....

.....

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

.....

.....

.....

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง การเชื่อมแก๊ส
- ใบงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

.....

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%
- ภาคปฏิบัติ ประเมินการฝึกปฏิบัติตามใบงาน ส่งภายในกำหนดเวลา

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูป

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

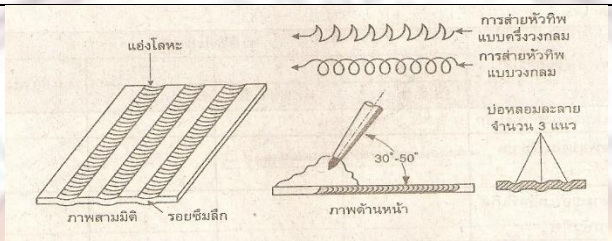
.....

.....

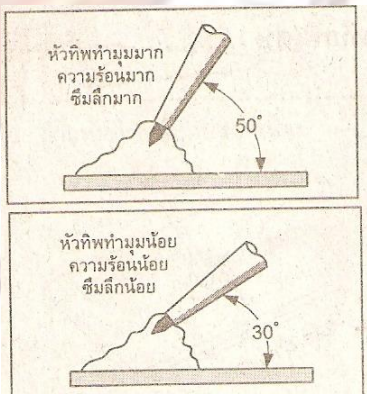
.....

.....

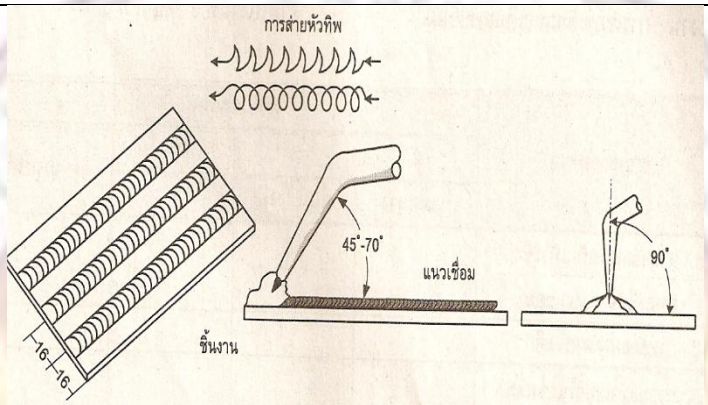
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย การเชื่อมแก๊ส	สอนครั้งที่ 3 - 5
		ชั่วโมงรวม 12
ใบงาน เรื่อง การควบคุมบ่อหลอมละลาย		จำนวนชั่วโมง 4



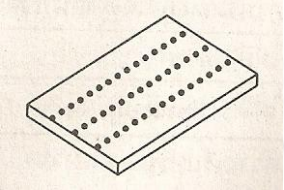
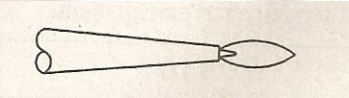
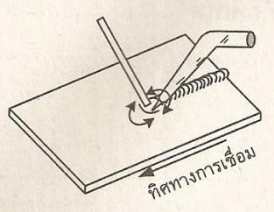
No.8-10	-	Mild Steel	1 ชิ้น	64x120x2มม.
หัวทิพ	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาด

เครื่องมือและอุปกรณ์	**ลำดับขั้นการทำงาน**	**เทคนิควิธี**
1. ชุดเชื่อมแก๊ส 2. อุปกรณ์จุดเปลวไฟ 3. แว่นตาเชื่อมแก๊ส 4. คีมจับงานร้อน 5. แปรงลวด 6. เครื่องมือทำความสะอาดหัวทิพ 7. เสื้อหนัง	1. ทำความสะอาดชิ้นงานเชื่อม 2. ขีดแนวด้วยเหล็กหรือใช้นำศูนย์ตอกให้เป็นรอยตามความยาวของชิ้นงานจำนวน 3 แนว 3. อุ่นชิ้นงานให้ทั่วแผ่น 4. สร้างบ่อหลอมละลายที่ขอบงานทางขวามือ ควบคุมบ่อหลอมละลายให้ซึมลึกอย่างสม่ำเสมอจนถึงขอบงานทางซ้ายมือ 5. สร้างบ่อหลอมละลายและควบคุมให้สม่ำเสมอจนครบทั้งสามแนว	1. ใช้เปลวนิวทรัลในการสร้างบ่อหลอมละลาย 2. ควบคุมบ่อหลอมละลายให้สม่ำเสมอโดยใช้ความเร็วในการเดินและมุมในการควบคุมบ่อหลอมละลาย 

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย การเชื่อมแก๊ส	สอนครั้งที่ 3 - 5
		ชั่วโมงรวม 12
ใบงาน เรื่อง การเชื่อมเดินแนวเติมลวดเชื่อม		จำนวนชั่วโมง 4



No8.	-	-	-	-
หัวทิพ	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาด

เครื่องมือและอุปกรณ์	**ลำดับขั้นการทำงาน**	**เทคนิควิธี**
1. ชุดเชื่อมแก๊ส 2. อุปกรณ์จุดเปลวไฟ 3. แว่นตาเชื่อมแก๊ส 4. คีมจับงานร้อน 5. แปรงลวด 6. เครื่องมือทำความสะอาดหัวทิพ 7. เสื้อหนัง 8. ชิ้นงาน	1. ทำความสะอาดชิ้นงาน 2. ร่างแนวของการเชื่อมจำนวน 3 แนว ด้วยเหล็กขีดหรือตอกแนวด้วยเหล็กนำศูนย์ 3. อุ่นชิ้นงานด้วยเปลวไฟให้ทั่วแผน 4. สร้างบ่อหลอมละลายที่มุมทางขวามือ พร้อมกับเติมลวดเดินแนวจนถึงขอบงานทางซ้ายมือ 5. เชื่อมให้ครบจำนวน 3 แนว 6. ทำความสะอาดด้วยแปลงลวด 7. ส่งตรวจ	1. ใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกเป็นแนว  2. ปรับเปลวนิวทรัลเพื่อใช้ในการเชื่อม  3. ส่ายหัวทิพสลับกับลวดเชื่อม 

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 4

	ชื่อหน่วย การบัดกรีแข็ง	สอนครั้งที่ 6
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

การเชื่อมด้วยแก๊สเป็นการเชื่อมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นการเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากการเผาไหม้ของแก๊สเป็นตัวให้ความร้อนกับชิ้นงาน ซึ่งเปลวไฟที่ได้นี้เกิดจากการเผาไหม้ของแก๊สเชื้อเพลิงกับออกซิเจน การเชื่อมแก๊สเป็นการประสานชิ้นงานให้ติดกัน โดยโดยการใช้ความร้อนจากเปลวไฟเผาลงบนชิ้นงานจนกระทั่งบริเวณรอยต่อของชิ้นงานหลอมละลายรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันและเมื่อเย็นตัวลงชิ้นงานจะติดกัน และมีความแข็งแรงเหมือนกับว่าชิ้นงานนั้นเป็นชิ้นเดียวกัน

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเกี่ยวกับการบัดกรีแข็ง

2.2. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับการบัดกรีแข็งได้ถูกต้อง

3.1.2. อธิบายลักษณะงานบัดกรีได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1. จำแนกประเภทของการบัดกรีได้อย่างถูกต้อง

3.2.2 ปฏิบัติงานบัดกรีแข็งแล้วเชื่อมบัดกรีได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึ่งประสงค์

3.3.1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย การบัดกรีแข็ง	สอนครั้งที่ 6
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

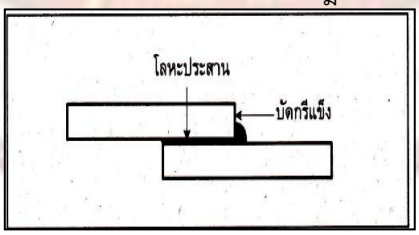
งานบัดกรีแข็ง

งานบัดกรีแข็ง หมายถึง กรรมวิธีต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกัน โดยใช้ความร้อนเกินกว่า 840 f (450C) ความร้อนที่ให้นี้เพียงพอต่อการหล่อมละลายโลหะประสาน(โลหะบัดกรี)โลหะประสานนี้จะประสานให้โลหะสองชิ้นติดกันโดยที่ชิ้นโลหะทั้งสองชิ้นไม่ได้หลอมละลายรวมตัวกับโลหะประสาน

1. ใช้ยึดชิ้นงานประกอบชิ้นงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก เช่นงานบัดกรีเครื่องประดับต่างๆ
2. ไม่เกิดแนวนูนเหมือนแนวเชื่อมงานประเภทไม่เป็นที่ต้องการเพราะแนวนูนที่เกิดจากการเชื่อมอาจจะไปขวางทางเดินในการทำงานของเครื่องมือ
3. ชิ้นงานไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายใน โลหะบางประเภทเมื่อเชื่อมแล้วความแข็งแรงอาจลดลง
4. ไม่เกิดการบิดตัว เนื่องจากใช้ความร้อนน้อย
5. เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า เพราะประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเตรียมงานก่อนการเชื่อมและหลังเชื่อม

การบัดกรีแข็งนั้น โลหะบัดกรีจะทำหน้าที่ฉาบ เยิ้มไหลซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างชิ้นงานทั้งสองชิ้นนั้นดังนั้น การบัดกรีแข็ง รอยต่อจะต้องมีช่องว่างที่เล็ก หรือ แคบมากประมาณ 0.025 นิ้ว(0.003 นิ้ว)ถึง 0.003 นิ้ว(0.08ม.ม)

ช่องว่างเล็กๆนั้น จะมีลักษณะเป็นรูหรือหลอดขนาดเล็กที่จะทำปฏิกิริยาให้น้ำโลหะประสานซึมเข้าไปในรอยต่

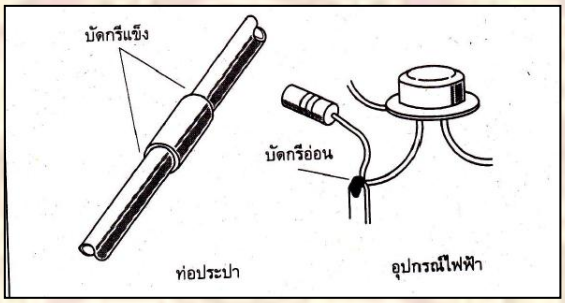


การบัดกรีแข็งในการต่อเกย

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

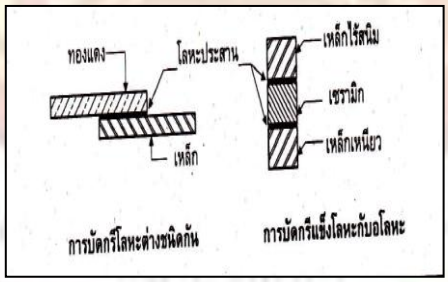
คุณสมบัติของการบัดกรีแข็ง

1. **รอยต่อที่ได้จากการบัดกรีจะไม่ฉีกหรือหลุดออกมาได้โดยง่าย**มีอายุการใช้งานเพียงพอกับความต้องการ แต่จะหลุดออกได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อนจนกระทั่งถึงจุดหลอมละลายของโลหะบัดกรีและชิ้นส่วนนั้นก็ยังนำมาใช้ได้อีก



รอยต่อที่ถาวรแต่สามารถแยกออกได้ง่ายเมื่อให้ความร้อนและสามารถนำกับมาใช้ใหม่ได้

2. **วัสดุที่ไม่เหมือนกันสามารถต่อกันได้**เป็นเรื่องง่ายกรณีที่จะต่อโลหะที่ไม่เหมือนกันให้ติดกัน เช่น ท่อทองแดง กับเหล็ก อลูมิเนียมกับทองเหลือง เป็นไปได้ที่เราจะประสานวัสดุที่ไม่ใช่โลหะเข้าด้วยกัน



การต่อโลหะต่างชนิดกัน

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

1. ความเร็วในการบัดกรี การบัดกรีแข็ง เราสามารถรวบรวมชิ้นส่วนที่จะบัดกรีนำไปเผาหรืออบให้ร้อนด้วยไฟฟ้าแล้วจึงนำมาบัดกรีแข็ง
2. กรณีอุณหภูมิต่ำ อาจเป็นเพราะว่าเวลาในการให้ความร้อนน้อยเกินไป นับว่าเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งที่ผู้ปฏิบัติงานบัดกรีแข็งจะต้องควบคุมให้ได้ก่อนที่จะเดินลวดประสานลงไป
3. การแตกร้าวของแนวบัดกรีเนื่องมาจากอุณหภูมิความร้อนที่เผาบนชินงาน ถ้ามีอุณหภูมิอาจเป็นสาเหตุให้แนวบัดกรีเสียหายหรือแตกร้าวได้ ซึ่งจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำแต่เพียงพอกับการบัดกรี
4. การ ให้ความร้อนและการเย็นตัว การให้ความร้อนในการบัดกรีแข็ง ควรให้ความร้อนเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เพราะใช้ความร้อนน้อย โดยที่ชิ้นงานไม่หลอมละลาย เพียงแต่โลหะบัดกรีซึ่งมีขนาดเล็กหลอมละลายได้ลวดเร็ว
5. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของรอยต่อ เช่น ความแรงดึง(Tensile Strength) ซึ่งรอยต่อที่เกิดจากการบัดกรีจะสามารถตานทานต่อแรงดึงได้ดี โดยทนต่อแรงดึงได้สูงกว่าบัดกรี 4-5 เท่าซึ่งเปลียบเทียบได้กับน้ำซึ่งไม่มีค่าความเค้นดึงเลย

ตัวช่วยประสาน

วัสดุช่วยประสานหรือฟลักซ์ ในงานบัดกรีจะใช้เพื่อทำความสะอาดผิวงานบริเวณรอยต่อขจัดสนิม ไขมันและสิ่งสกปรกอื่น ๆ เพื่อให้โลหะบัดกรีประสานร่องติดอยู่กับรอยต่อชิ้นงานได้แข็งแรง และง่ายต่อการบัดกรี ฟลักซ์สำหรับบัดกรี แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือชนิดไม่กัดกร่อน และชนิดกัดกร่อน สำหรับในหน่วยเรียนที่นี้ จะกล่าวถึงเฉพาะชนิดกัดกร่อน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับงานบัดกรีโลหะ โดยรายละเอียดและการใช้งานแสดงไว้ในตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่าชนิดของฟลักซ์สังกะสีครอไรด์ เหมาะสำหรับบัดกรี เหล็กกล้า ทองแดง ทองเหลือง ดีบุก ส่วนแอมโมเนียมครอไรด์ ใช้สำหรับบัดกรีเหล็กหล่อ ทองแดง ทองเหลือง และ สังกะสีครอไรด์ผสมไฮโดรครอริกใช้สำหรับบัดกรีเหล็กกล้าไร้สนิม เป็นต้น

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

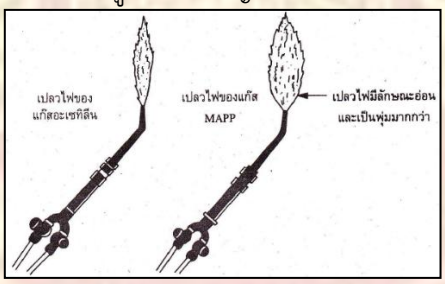
การให้ความร้อนในการบัดกรี

การให้ความร้อนกับชิ้นงานบัดกรี อาจใช้เปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับออกซิเจนหรือให้ความร้อนโดยการอบในเตาไฟฟ้า

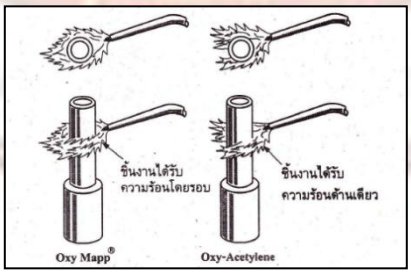
1. การให้ความร้อนหรือด้วยเปลวไฟ

1.1 การบัดกรีด้วยแก๊สอะเซทิลิน กับ ออกซิเจน เป็นแก๊สที่นิยมใช้มากแต่แก๊สอะเซทิลินให้ความร้องสูงมากอาจจะทำให้เกิดการไหม้ที่แนวบัดกรี นั้นคือชิ้นงานที่บัดกรีเกิดการหลอมละลายนั้นเอง

1.2 มีเปลวไฟจากแก๊สบางชนิดที่ให้ความร้อนน้อยและบัดกรีได้นิ่มนวลกว่า นั้นคือแก๊สโพรเพน แก๊สบิวเทน แก๊สธรรมชาติและแก๊ช MAPP ซึ่งแก๊สดังกล่าวนี้จะให้ความร้อนน้อยกว่าแก๊สอะเซทิลินเล็กน้อย แต่เปลวไฟจะก่อตัวเป็นรูปร่างที่ใหญ่กว่า



เปรียบเทียบเปลวของแก๊สอะเซทิลินกับแก๊ส MAPP



การให้ความร้อนของเปลวไฟ Oxy MAPP กับ Oxy Acetylene

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย การบัดกรีแข็ง	สอนครั้งที่ 6
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง การบัดกรีแข็ง
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การบัดกรีแข็ง
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน
- ครูสาธิตขั้นตอนและให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงาน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง การบัดกรีแข็ง
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน
- ใบงาน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย การบัดกรีแข็ง	สอนครั้งที่ 6
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- หนังสือเรียนวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

.....

.....

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

.....

.....

.....

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง การบัดกรีแข็ง
- ใบงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

.....

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%
- ภาคปฏิบัติ ประเมินการฝึกปฏิบัติตามใบงาน ส่งภายในกำหนดเวลา

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูป

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

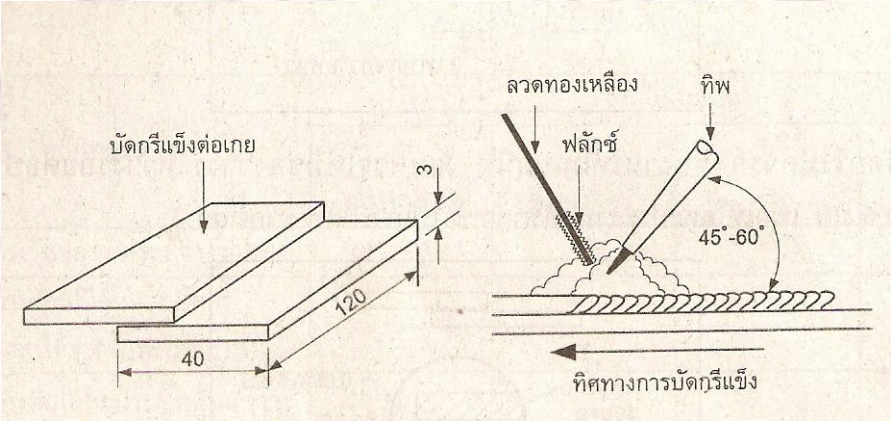
.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย การบัดกรีแข็ง	สอนครั้งที่ 6
		ชั่วโมงรวม 4
ใบงาน เรื่อง การบัดกรีแข็งต่อเกย		จำนวนชั่วโมง 4



Borax	ทองเหลือง	เหล็ก St37	2 ชิ้น	50x120x2มม.
ฟลักซ์	โลหะประสาน	วัสดุ	จำนวน	ขนาด

เครื่องมือและอุปกรณ์	**ลำดับขั้นการทำงาน**
1. ชุดเชื่อมแก๊ส 2. โลหะประสาน หรือลวดบัดกรี (ทองเหลือง) 3. ผงบอแรกซ์ (Borax) 4. แปรงลวดทำความสะอาด 5. แว่นตาเชื่อมแก๊ส 6. คีมจับงานร้อน 7. ถุงมือ 8. เสื้อหนัง	1. ตัดชิ้นงานให้ได้ขนาด จำนวน 2 ชิ้น 2. ทำความสะอาดชิ้นงาน 3. บัดกรียึดชิ้นงานทั้ง2ชิ้น ติดกัน 4. อุ่นชิ้นงานทั้งสองชิ้นให้ทั่ว โดยเฉพาะบริเวณรอยต่อ 5. เริ่มต้นบัดกรีจากขอบทางขวามือ ไปสิ้นสุดทางซ้ายมือของรอยต่อ 6. ทำความสะอาดรอยบัดกรี 7. ส่งตรวจ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย งานเชื่อมไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7 - 10
		ชั่วโมงรวม 16
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

การเชื่อมไฟฟ้ามีทั้งการเชื่อมด้วยมือ (ManuatWeldinq) การเชื่อมที่กึ่งอัตโนมัติ(SemiAutomatic Weldinq) และการเชื่อมแบบอัตโนมัติ (Automatic Weldinq) จะเป็นการเชื่อมแบบใดก็ตาม ที่สำคัญก็คือ ระหว่างการเชื่อมจะต้องมีการป้องกันให้ออกซิเจนจากบรรยากาศเข้ารวมตัวกับบ่อหลอมละลาย ซึ่งจะทำให้แนวเชื่อมไม่สมบูรณ์ และที่สำคัญมีความแข็งไม่เพียงพอ อันนี้ เป็นอันตรายอย่างยิ่ง

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเกี่ยวกับงานเชื่อมไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

2.2. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับงานเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1. จำแนกปะเภทของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

3.2.2 ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึ่งประสงค์

3.3.1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย งานเชื่อมไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7 - 10
		ชั่วโมงรวม 16
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

การเชื่อมไฟฟ้า (Arc welding)

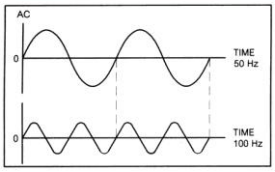
การเชื่อมโดยใช้กระแสไฟฟ้าเป็นพลังงาน มี 2แบบ คือ การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance welding) และการเชื่อมแบบอาร์ค (Arc welding) วิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้าแบบอาร์คมี หลักการจากการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านช่องว่าง ในบรรยากาศของแก๊สจากตัวนำไฟฟ้าตัวหนึ่ง ไปยังตัวนำไฟฟ้าอีกตัวหนึ่ง การไหลของกระแสไฟฟ้าดังกล่าว เรียกว่าอาร์ค ผลจากการอาร์คทำ ให้เกิด
ความร้อนประมาณ 10,000 –12,000 องศาฟาเรนไฮด์

การอาร์ค คือ การที่กระแสไฟฟ้าไหลระหว่างขั้ว โดยวิ่งผ่านลำอิออนของแก๊ส ซึ่งเรียกว่า “พลาสมา” ระยะห่างระหว่างขั้วทั้งสองสำหรับงานเชื่อม คือระยะห่างระหว่างปลายลวดเชื่อมกับ ชิ้นงาน บริเวณอาร์คสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 บริเวณ ตามลักษณะการกำเนิดความร้อน ได้แก่

- แคโทด (Cathode)
- แอโนด (Anode)
- ลำอาร์ค (Arc Plasma)

การเชื่อมไฟฟ้าต้องการกระแสจำนวนมาก แต่แรงดันต่ำ เพื่อให้ได้ความเข้มของ อิเล็กตรอนมากพอที่จะนำพากระแสอิเล็กตรอนประจุลบพร้อมกับอิออนประจุลบของพลาสมาจะ วิ่งเข้าสู่แอโนดขั้วบวก ขณะเดียวกันอิออนประจุบวกจะวิ่งกลับทางจากแอโนดเข้าหาแคโทดอิออนลบ คืออะตอมที่ได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มมากกว่าสมดุลจึงมีประจุลบ ส่วนอิออนบวก คืออะตอม ที่สูญเสียอิเล็กตรอนจากสมดุล จึงมีประจุบวก

ความร้อนที่เกิดขึ้นที่ขั้วของแคโทดทั้งหมด เกิดจากอิออนบวกวิ่งกระแทกผิวหน้าของ แคโทด สำหรับความร้อนที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนดทั้งหมดเกิดจากอิเล็กตรอนวิ่งกระแทกแอโนด

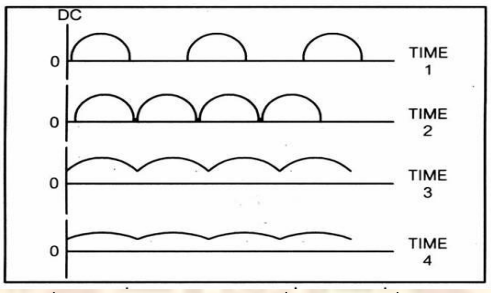


ลักษณะคลื่นของไฟกระแสสลับ 1 ไซเกิล

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

กระแสไฟตรง (DC)

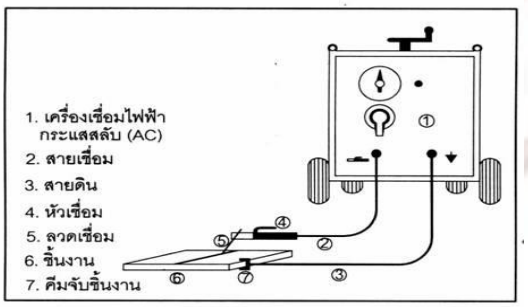
กระแสไฟเชื่อมชนิดกระแสตรง เป็นกระแสที่มีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในทิศทางตามยาวของ ตัวนำในทิศทางเดียวกันเท่านั้น ซึ่งการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนนั้นเปรียบเสมือนน้ำประปาที่ไหล ในท่อกระแสไฟสลับมีการเปลี่ยนขั้ว 100 ครั้งต่อวินาที แต่กระแสไฟตรงจะไหลจากขั้วหนึ่งไป ตลอด โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงขั้ว และสามารถเปลี่ยนกระแสไฟสลับเป็นกระแสไฟตรงได้ โดย ใช้เครื่องเรียงกระแส



ลักษณะคลื่นของกระแสไฟตรงที่ได้จากเครื่องเรียงกระแส

วงจรพื้นฐานของการเชื่อมไฟฟ้า (Basic Arc Welding Circuit)

วงจรพื้นฐานของการเชื่อมไฟฟ้าประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ได้แก่ เครื่องเชื่อมซึ่งเป็นต้น กำลังในการผลิตกระแสเชื่อมในวงจร โดนเครื่องเชื่อมจะจ่ายกระแสไปตามสายเชื่อมจนถึงชิ้นงาน และลวดเชื่อม เพื่อให้เกิดการอาร์คขึ้นในระหว่างปลายลวดเชื่อมกับชิ้นงาน



วงจรของการเชื่อมไฟฟ้า

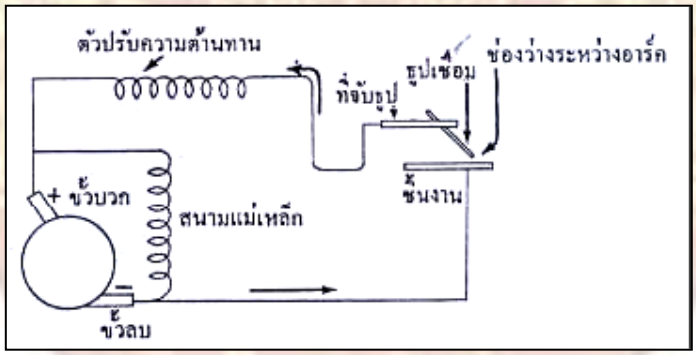
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้วไฟเชื่อม

เครื่องเชื่อมไฟกระแสตรง สามารถเปลี่ยนขั้วไฟได้จากขั้วหนึ่งเป็นอีกขั้วหนึ่ง เพื่อคุณภาพ ของการใช้งานเชื่อม การเปลี่ยนขั้วเชื่อมทำได้โดยการเปลี่ยนขั้วสายเชื่อมที่เครื่องเชื่อม แต่เครื่อง รุ่นใหม่ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนขั้วสาย ใช้เปลี่ยนด้วยสวิตช์ที่อยู่ด้านหน้าของเครื่องเชื่อมแทน กระแสไฟสลับไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนขั้วสายเชื่อม เนื่องจากกระแสไฟสลับมีการเปลี่ยนขั้ว ในหลายๆครั้งต่อวินาที ดังนั้นจึงไม่ต้องคำนึงถึงขั้วของกระแสไฟฟ้า

เครื่องเชื่อมไฟกระแสตรงมีแบบการต่อขั้วไฟฟ้าอยู่ 2 แบบ คือ

1. ไฟตรงต่อกลับขั้วหรือเรียกย่อว่า DCRP (Direct Current Reverse Polarity) หรือขั้วบวก



วงจรการเชื่อมกระแสตรงแบบกลับขั้ว

วงจรเชื่อมไฟตรงต่อกลับขั้ว จะต่อลวดเชื่อมเป็นขั้วบวก และต่อชิ้นงานเป็นขั้วลบ การต่อ กลับขั้วจะให้การป้อนน้ำโลหะจากลวดเชื่อมสู่ชิ้นงานสม่ำเสมอดีกว่าการต่อขั้วตรง ความร้อนจะ เกิดขึ้นที่ขั้วบวกหรือลวดเชื่อมประมาณ 70 % ของความร้อนที่เกิดจากการอาร์คทั้งหมด ส่วน ชิ้นงานจะมีความร้อนเกิดขึ้น 30% จากความร้อนจำนวนมากประมาณ 70 % จะทำให้ลวดเชื่อม หลอมละลาย และส่งป้อนสู่บ่อหลอมละลาย ของชิ้นงานรวดเร็ว ดังนั้นจึงมีแรงกระแทกของน้ำ โลหะต่อบ่อหลอมละลายของชิ้นงาน

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

2. ไฟตรงต่อขั้วตรงหรือเรียกย่อว่า DCSP (Direct Current Straight Polarity)
วงจรเชื่อมไฟตรงต่อขั้วตรงลวดเชื่อมจะต่อเป็นขั้วลบ (-) ชิ้นงานจะต่อเป็นขั้วบวก (+) เป็น วงจรเชื่อม ที่ใช้เชื่อมเหล็กกล้าได้ทุกชนิด ยกเว้นลวดไฮโดรเจนต่ำ แต่ไม่เหมาะกับการเชื่อมโลหะ นอกกลุ่มเหล็กการซึมลึกน้อย และรอยเชื่อมแคบ เหมาะกับการเชื่อมโลหะแผ่นบาง เพราะไม่ค่อย มีปัญหาการทะลุที่งาน และยังใช้กับการเชื่อมพอกผิวอีกด้วย

แรงดันไฟฟ้าของเครื่องเชื่อม (Welding Machine Voltage)

แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน คือแรงดันที่ดันให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ ผ่านช่องว่างระหว่างปลายลวดเชื่อมกับชิ้นงาน หน่วยเป็นโวลต์ สามารถวัดด้วยโวลต์มิเตอร์
เมื่อแรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ จำนวนของกระแสมีหน่วยเป็นแอมแปร์หรือแอมป์วัด ได้ด้วยแอมมิเตอร์ เครื่องเชื่อมจะติดตั้งไว้ทั้งแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

ชนิดของแรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าในการเชื่อมมีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่

1. แรงดันวงจรเปิด (Open Circuit Voltage)

ขณะที่เครื่องเชื่อมเปิดอยู่แต่ไม่ได้ทำการเชื่อม แรงดันที่เกิดอยู่ที่ขั้วทั้งสองเครื่องเชื่อมนั้น คือแรงดันวงจรเปิด สามารถวัดได้โดยเอาโวลต์มิเตอร์จับวัดขั้วทั้งสองของเครื่องเชื่อม เครื่องเชื่อม มาตรฐานมีขนาดแรงดันวงจรเปิดอยู่ระหว่าง 50-80 โวลต์ ถ้าหากมากกว่านี้อาจเกิดอันตรายต่อ ผู้ปฏิบัติงานได้ และถ้าต่ำเกินไปจะทำให้เริ่มต้นอาร์คยาก

2. แรงดันอาร์ค (Arc Voltage)

แรงดันวงจรเปิดจะเปลี่ยนเป็นแรงดันอาร์คเมื่อเครื่องเชื่อมเริ่มอาร์ค แรงดันอาร์ควัดได้โดย เอาโวลต์มิเตอร์จับวัดที่ขั้วทั้งสองของเครื่องเชื่อม ในขณะทำการเชื่อมอยู่

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

เครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมไฟฟ้า (Welding Equipment) เครื่องมือและอุปกรณ์เชื่อมไฟฟ้าที่จะกล่าวถึงมีดังต่อไปนี้

1. เครื่องเชื่อม (Welding Machine)
2. ตัวจับลวดเชื่อมหรือตัวจับอิเล็กโทรด (Electrode Holder)
3. สายเชื่อม (Welding Cable)
4. ตัวจับสายดิน (Ground Clamps)
5. ข้อต่อสายเชื่อม (Quick -Cable Connector)
6. หน้ากากเชื่อม (Helmet)
7. หมวกนิรภัย (Safety Hat)
8. ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer)
9. แปรงลวดทำความสะอาด (Wore Brush)
10. คีมจับงาน (Tongs)

1. เครื่องเชื่อม

การเชื่อมไฟฟ้า ได้รับความร้อนที่เกิดจากการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงานสำหรับกระแสไฟบ้าน 220 โวลต์ ไม่สามารถนำมาใช้กับการเชื่อมได้ เนื่องจากขนาดแรงดันไฟฟ้าสูงกิน ไป อาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ ในการเชื่อมไม่ต้องการแรงดันไฟฟ้าสูงแต่ต้องการ จำนวนกระแสมาก ดังนั้นเครื่องเชื่อมจะต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ขนาดแรงดันไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 50-80 โวลต์
2. กระแสเชื่อมสูง แต่แรงเคลื่อนต่ำ
3. สามารถควบคุมขนาดกระแสเชื่อมได้

ปัจจุบันเครื่องเชื่อมได้มีการพัฒนาไปอย่างมาก ทั้งแบบความสามารถในการใช้งาน การ ประหยัดกระแสไฟและขนาด ซึ่งเครื่องแต่ละแบบนั้นราคาแตกต่างกันมาก

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

1.1 เครื่องเชื่อมที่แบ่งตามลักษณะกระแสไฟและแรงเคลื่อน

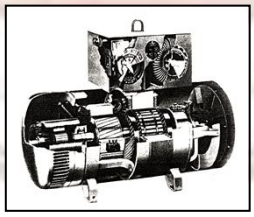
เครื่องเชื่อมลักษณะนี้จะสามารถแบ่งเครื่องเชื่อมออกเป็น 2 ชนิด คือ เครื่องเชื่อมชนิด กระแสคงที่ (Constant Current) และเครื่องเชื่อมชนิดแรงดันไฟฟ้าคงที่ (Constant Voltage)

1.1.1 เครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (CC) เป็นระบบที่ใช้กับเครื่องธรรมดา และเครื่องเชื่อม Stud เครื่องเชื่อมระบบกระแส คงที่มีทั้งชนิดไฟตรงและไฟสลับ หรือมีทั้งไฟตรงและไฟสลับรวมกัน ซึ่งอาจจะเป็นแบบเครื่อง หมุนหรือแบบไม่หมุนก็ได้ ดังนั้นเครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่นี้ สามารถเปลี่ยนแปลงกระแสไฟเชื่อมได้ โดยการเปลี่ยนแปลงระยะอาร์คโดยไม่ต้องตั้งกระแสเชื่อมที่เครื่องเชื่อมใหม่

1.1.2 เครื่องเชื่อมชนิดแรงดันไฟฟ้าคงที่ (CV) เครื่องเชื่อมชนิดนี้จะให้แรงดันคงที่ จะไม่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของกระแสเชื่อม สามารถใช้กับการเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติ หรืออัตโนมัติที่ใช้ระบบป้อนลวดแบบอัตโนมัติ ละผลิตเฉพาะกระแสไฟตรงเท่านั้น ซึ่งอาจจะเป็นแบบขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ หรือแบบ หม้อแปลง / เครื่องเรียงกระแส

1.2 เครื่องเชื่อมแบ่งตามลักษณะต้นกำลังผลิต

1.2.1 เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรง (Generator and Alternator Welding Maching) เครื่องเชื่อมไฟตรงแบบเจอเนเรเตอร์ที่บขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จะใช้งานใน โรงงาน ส่วนที่ขับด้วยเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหรือดีเซล เหมาะสมกับการใช้งานสนาม เครื่องยนต์ ขับจะระบายความร้อนด้วยน้ำ หรืออากาศก็ได้ ซึ่งเครื่องเชื่อมชนิดนี้มีทั้งไฟกระแสตรงและ กระแสสลับ ปัจจุบันนี้เครื่องเชื่อมจำนวนมากมีระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ ไว้ใช้กับเครื่องมือและแสง สว่างอีกด้วย



เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบมอเตอร์เจอเนเรเตอร์

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

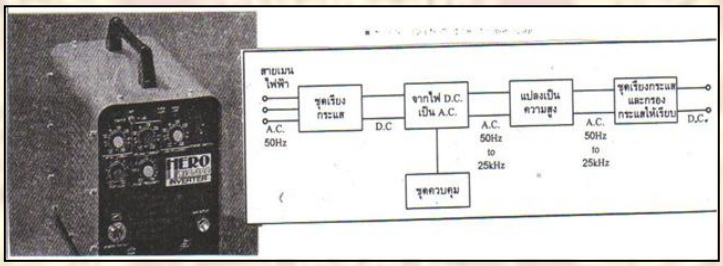
เครื่องเชื่อมกระแสตรงขับด้วยเครื่องยนต์

เครื่องเชื่อมกระแสสลับแบบหม้อแปลง

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

3. เครื่องเชื่อมแบบอินเวอเตอร์ (Inverter Power Source)

เครื่องเชื่อมอินเวอเตอร์ มีน้ำหนักเบาเหมาะสำหรับการเคลื่อนย้ายบ่อยๆ ให้ประสิทธิภาพ ของพลังงานสูง เนื่องจากมีการสูญเสียพลังงานน้อยมาก และให้อาร์คสม่ำเสมอ หลักการของเครื่องเชื่อมอินเวอเตอร์ คือ แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง แล้ว เปลี่ยนความถี่ 50 เฮิรตซ์ ให้อยู่ระหว่าง 2-20 กิโลเฮิรตซ์ เป็นกระแสสลับ เมื่อกระแสสลับที่มี ความถี่สูงผ่านหม้อแปลงแล้ว ต่อไปจึงเรียงกระแสให้เป็นกระแสตรง และทำให้เรียบด้วย เครื่อง เชื่อมอินเวอเตอร์มีทั้งชนิดไฟ DC และชนิดไฟ AC/DC



เครื่องเชื่อมอินเวอเตอร์

การเลือกเครื่องเชื่อม (Selecting a Power Soure)

การเลือกเครื่องเชื่อมมีหลักการพิจารณาดังนี้

1. ขนาดกระแสเชื่อมที่ต้องการ
2. ชนิดของกระแสไฟที่สามารถจัดหาได้ในสถานที่ตั้ง
3. องค์ประกอบเกี่ยวกับความสะดวกสบายและความประหยัด

ขนาดของเครื่องเชื่อมขึ้นอยู่กับกระแสเชื่อม และ Duty cycle ที่ต้องการขนาดกระแสเชื่อม Duty cycle และแรงดันไฟฟ้า ให้พิจารณาจากชนิดรอยต่อขนาดรอยเชื่อมและกรรมวิธีการเชื่อม สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือ ผู้แทนจำหน่ายเครื่องเชื่อมนั้นๆ จะต้องมีความมั่นคงและเชื่อถือได้ สามารถให้คำแนะนำและพร้อมที่จะบริการทั้งอะไหล่และการซ่อมบำรุงให้ได้

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

อุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่นๆ

1. **สายเชื่อม (Cables)** สายเชื่อมมีหน้าที่นำกระแสไฟจากเครื่องเชื่อมไปสู่บริเวณอาร์ค สายเชื่อมที่ใช้ในวงจรเชื่อมมีอยู่ 2 สาย คือ สายดินและสายเชื่อม ส่วนปลายสายดินจะต่อเข้ากับที่ จับชิ้นงานเชื่อม (Ground Clamp) ส่วนสายเชื่อมจะต่อไว้กับคีมจับลวดเชื่อม (Electrode Holder) สายเชื่อมโดยทั่วไปทำด้วยลวดทองแดงที่มีขนาดเล็กพันรวมกันจำนวนมาก แล้วจึงใช้เส้นใยพัน ทับเพื่อรักษาทรงของลวดทองแดงขนาดเล็กเอาไว้ และชั้นนอกหุ้มไว้ด้วยยางฉนวน สาเหตุที่ต้อง ใช้สายเชื่อมที่ทำด้วยลวดทองแดงขนาดเล็กจำนวนมาก เพราะต้องการให้สายเชื่อมสามารถโค้งงอ ตัวได้ ซึ่งสะดวกต่อการทำงานเชื่อมที่ต้องมีการเคลื่อนย้ายสายเชื่อมตลอดเวลา

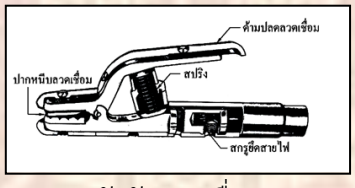
ตารางแสดง การเลือกขนาดของสายเชื่อม

ชนิดการเชื่อม	กระแสเชื่อม	ความยาวสายเชื่อม , ฟุต – ขนาดสายเชื่อมถือตาม A.W.G					
		60’	100’	150’	200’	300’	400’
ธรรมดา (ดิวตี้ ไซเคิลต่ำ)	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			
อัตโนมัติ (ดิวตี้	400	4/0	4/0				
	800	4/0(2)	4/0(2)				
	1200	4/0(3)	4/0(3)				
	1600	4/0(4)	4/0(4)				

หมายเหตุ ความยาวสายเชื่อมเท่ากับความยาวสายต่อกับอิเล็กโตรดและงานรวมกัน

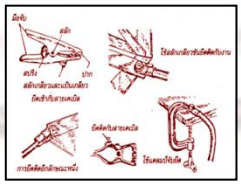
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

2. คีมจับลวดเชื่อม (Electrode Holder) ใช้จับลวดเชื่อม และเป็นมือถือขณะทำงานเชื่อม พร้อมทั้งเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากสายเชื่อมผ่านไปสู่ลวดเชื่อมอีกด้วย คีมจับลวดเชื่อมมีหลาย แบบหลายขนาด ภายในทำด้วยทองแดงมีปากจับที่สามารถจับลวดได้อย่างมั่นคง และยังสามารถ กำหนดมุมจับของลวดเชื่อมได้ตามต้องการ ส่วนภายนอกซึ่งเป็นที่มือจับ หุ้มไว้ด้วยวัสดุฉนวนกั้น ไฟฟ้าและควร้อน เพื่อป้องกันไฟฟ้าและความร้อนขณะเชื่อมคีมจับลวดเชื่อมจะต่อเข้ากับปลายสายเชื่อม โดยมีปลอกทองแดงหุ้มปลายสายเชื่อม เพื่อให้การขันสกรูยึดติดระหว่างตัวจับลวดเชื่อมกับสายเชื่อมแน่น ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้เกิด ความร้อนเนื่องจากความต้านทานของกระแสที่ข้อต่อ คีมจับลวดเชื่อมมีหลายชนิด ในแต่ละชนิด ได้ออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดของกระแสเชื่อมและการใช้งาน



ตัวจับลวดเชื่อม

3. **ที่ยึดสายดิน (Ground Clamp)**มีหน้าที่จับยึดชิ้นงานเชื่อมให้ต่อกับสายดินที่ยึดสายดินนี้ทำด้วยวัสดุตัวนำไฟฟ้าเพื่อที่เป็น ทางให้กระแสเชื่อมไหลผ่านจากสายดินสู่งานเชื่อม โดยทั่วไปแล้วที่จับยึดสายดินจะประกอบด้วย สปริงเพื่อจับยึดงานได้แน่น และมีหลายแบบหลายขนาด



ที่ยึดสายดิน

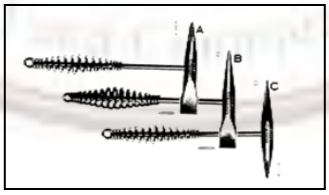
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

4. อุปกรณ์ต่อสายเชื่อม (Cable Connectors) ใช้ต่อสายดินและสายเชื่อมเข้ากับเครื่องเชื่อม หรือสำหรับต่อสายเชื่อมเมื่อต้องการเพิ่ม ความยาว การใช้ที่ต่อสายนั้นจะต้องต่อให้แน่น ถ้าหลวมจะทำให้เกิดความต้านทานไฟฟ้าและ ความร้อน ซึ่งอาจเป็นอันตรายแก่สายเชื่อมและอุปกรณ์ได้

5. หน้ากากเชื่อม (Welding Helmets) หน้ากากที่ใช้ในการเชื่อมไฟฟ้านั้น มีรูปร่างและแบบที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบมือถือกับแบบสวมหัว หน้ากากเชื่อมมีหน้าที่ป้องกันหน้าและศรีษะของช่างเชื่อม จากสะเก็ดโลหะหรือประกายไฟขณะเชื่อม และป้องกันตาจากรังสีอัลตราไวโอเลตและรังสีอินฟา- เรด โครงสร้างของหน้ากากเชื่อม ทำจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและทนความร้อนสูง หน้ากากแบบสวมหัว จะต้องมีสายสำหรับยึดหน้ากาก หมวกนิรภัยไว้ด้วย และเมื่อสวมหัว แล้วด้านหน้าของหน้ากากจะต้องเปิดปิดได้ หน้ากากแบบมือถือ มีโครงสร้างเหมือนกับแบบสวม หัว แต่แบบมือถือนั้นต้องใช้มือถือ ส่วนกระจกกรองแสงนั้น โดยทั่วไปจะใช้เบอร์ 10

หน้ากากแบบมือถือกับแบบสวมหัว

6. ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer) ใช้สำหรับเคาะสแลกที่อยู่บนแนวเชื่อมเมื่อเสร็จงาน หรือเมื่อต้องการเชื่อมทับแนวเดิม ค้อนเคาะสแลกทำด้วยเหล็ก ปลายด้านหนึ่งแบนคล้ายสกัด และปลายอีกด้านหนึ่งแหลมเพื่อใช้ เคาะสแลกที่ฝังอยู่บนแนวเชื่อม



ค้อนเคาะสแลก

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

7. แปรงลวด (Wire Brish) แปรงลวดเป็นแปรงด้ามไม้ ขนแปรงทำด้วยเหล็กแข็งที่สปริงพอควร เมื่อใช้แปรงแล้วจะ ได้ไม่หักงอหรือเสียรูป แปรงลวดนี้ใช้ทำความสะอาดชิ้นงานหรือหลังเชื่อม เช่น ขัดสนิม เศษของสแลก ขนาดเล็กที่ตกค้างอยู่ หรืออื่นๆ

แปรงลวด

8. อุปกรณ์อื่นๆ การปฏิบัติงานเชื่อมนั้น ยังต้องใช้อุปกรณ์ประกอบอีกหลายชนิด เช่น ถุงมือหนัง เสื้อ หนังปลอกแขนหนัง แว่นตานิรภัย หมวก และคีมจับงาน ฯลฯ

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

หลักการเชื่อมไฟฟ้า

การเริ่มต้นเชื่อมใหม่ๆ จะมีปัญหาเรื่องเชื่อมแล้วเกิดลวดเชื่อมติดแน่นกับแผ่นงาน ซึ่ง ปัญหานี้เกิดจากความไม่ชำนาญในการเชื่อม กระแสไฟต่ำเกินไป ยังไม่สามารถควบคุมลวดเชื่อม ได้ดีพอขณะเชื่อม หรือเริ่มต้นการอาร์คไม่ถูกต้อง ฉะนั้นการเริ่มเชื่อมเป็นครั้งแรก จะต้องฝึกการ

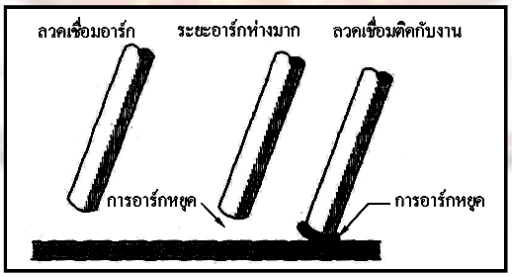
การเริ่มต้นอาร์ค

การเริ่มต้นอาร์คโดยทั่วๆ ไปที่นิยมใช้ กระทำได้ 2 วิธี ได้แก่

1. วิธีขีดหรือเขี่ย (Scratch Method)
2. วิธีเคาะหรือแตะ (Tapping Method)

1.วิธีขีดหรือเขี่ย (Scratch Method)

เป็นวิธีเริ่มต้นการอาร์คซึ่งเหมาะสำหรับผู้ฝึกหัดเชื่อมใหม่ โดยการใช้ปลายลวดเชื่อมเขี่ย หรือขีดลงบนผิวหน้าแผ่นชิ้นงาน เมื่อเกิดการอาร์คให้ยกขึ้น แล้วค่อยๆ จ่อปลายลวดเชื่อมลงบน จุดที่ต้องการเริ่มต้นเชื่อม โดยให้ระยะห่างระหว่างปลายลวดเชื่อมกับผิวหน้าชิ้นงานถูกต้อง ปกติ ประมาณเท่ากับความโตของของลวดเชื่อมที่ใช้ และเคลื่อนที่ลวดเชื่อมไปเรื่อยๆ จนเป็นแนวเชื่อม สำหรับผู้ฝึกหัดเชื่อมใหม่ต้องฝึกเขี่ยหลายๆ ครั้ง ฝึกให้มือเบามีความเคยชินและเกิดความชำนาญ จึงสามารถเชื่อมเป็นแนวได้ ปลายลวดเชื่อมไม่ติดชิ้นงานและเปลวอาร์คไม่ดับบ่อย ลักษณะ วิธีการเริ่มต้นการอาร์คแบบขีดหรือเขี่ย

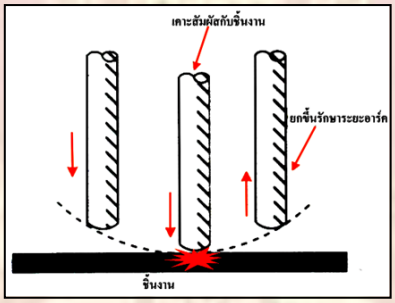


การเริ่มต้นการอาร์ควิธีขีดหรือเขี่ย

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

2. วิธีเคาะหรือแตะ (Tapping Method)

การเริ่มต้นการอาร์คด้วยวิธีนี้ จะเหมาะสำหรับผู้ซึ่งเชื่อมเดินแนวได้แล้วหรือช่างเชื่อมทั่วๆ ไปที่เชื่อมได้ดีแล้ว วิธีการปฏิบัติคือ จ่อปลายลวดเชื่อมลงบนผิวหน้าชิ้นงานในแนวดิ่ง โดยวิธีเคาะ หรือแตะเบาๆ แล้วยกขึ้นให้ระยะอาร์คคือระยะระหว่างปลายลวดเชื่อมกับผิวหน้าชิ้นงานพอเหมาะ ถูกต้องโดยอาร์คยังไม่ดับ แล้วเดินลวดเชื่อมต่อไปจนสุดแนวเชื่อม



การเริ่มต้นอาร์ควิธีเคาะหรือแตะ

ปัจจัยสำคัญ 5 ประการของการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อม (Fire Essentials of Arc Welding)

1. การเลือกลวดเชื่อม (Correct Electrode)
2. การเลือกและปรับแต่งกระแสไฟ (CorrectCurrent)
3. ระยะอาร์คหรือแรงเคลื่อน (Correct Arc Length or Voltage)
4. มุมลวดเชื่อม (Correct Electrode Angle)
5. ความเร็วในการเดินลวดเชื่อม (CorrectTravel Speed)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย งานเชื่อมไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7 - 10
		ชั่วโมงรวม 16
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้า
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้า
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน
- ครูสาธิตขั้นตอนและให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงาน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้า
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน
- ใบงาน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย งานเชื่อมไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7 - 10
		ชั่วโมงรวม 16
		จำนวนชั่วโมง 4

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- หนังสือเรียนวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

.....

.....

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

.....

.....

.....

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้า
- ใบงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

.....

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%
- ภาคปฏิบัติ ประเมินการฝึกปฏิบัติตามใบงาน ส่งภายในกำหนดเวลา

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูป

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

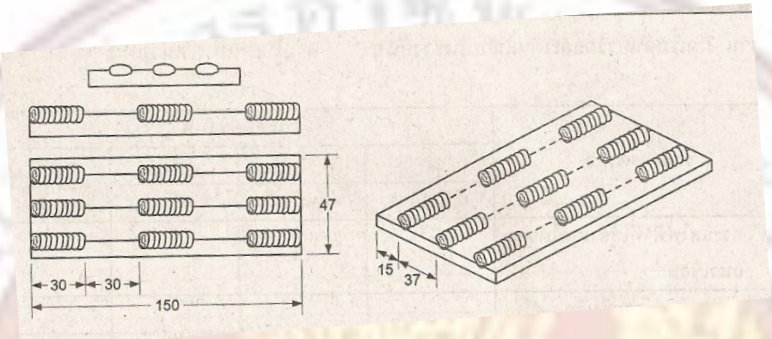
.....

.....

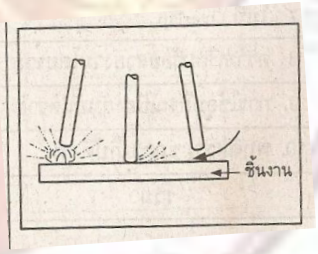
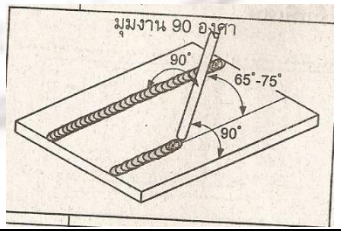
.....

.....

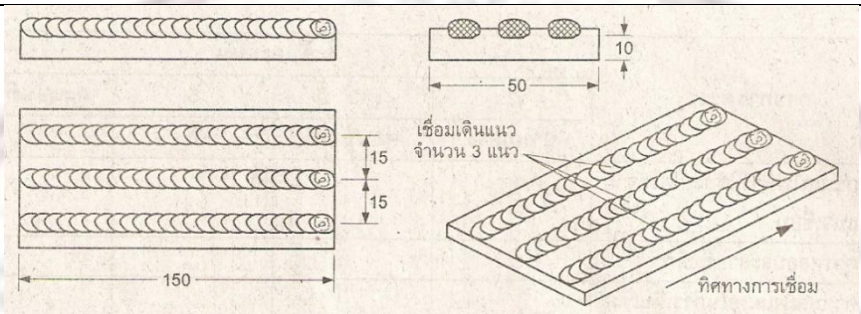
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย งานเชื่อมไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7 - 10
		ชั่วโมงรวม 16
ใบงาน เรื่อง ฝึกเริ่มต้นอาร์กและเดินแนวเป็นช่วงสั้นๆ		จำนวนชั่วโมง 4



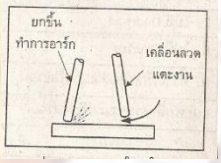
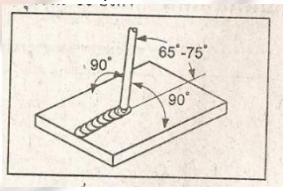
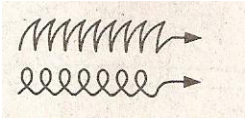
300 Amp	2.6 มม.	เหล็ก St 37	1 ชิ้น	100x100x10มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน

เครื่องมือและอุปกรณ์	**ลำดับขั้นการทำงาน**	**เทคนิควิธี**
1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าAC หรือ DC 2. ค้อนเคาะสแลก 3. คีมจับงานร้อน 4. หน้ากากเชื่อม 5. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม 6. ถุงมือหนัง 7. เสื้อหนัง	1. ตัดชิ้นงานให้ได้ขนาด 2. ทำความสะอาดชิ้นงาน 3. ร่างแบบโดยใชเหล็กตอกนำศูนย์ตอกให้เป็นรอยตามเส้นร่างแบบ 4. เริ่มต้นเชื่อมที่ขอบทางซ้ายมือของชิ้นงานโดยเว้นช่วงตามภาพ 5. ทำความสะอาดชิ้นงาน 6. ส่งตรวจ	1. ผู้เริ่มฝึกเชื่อมควรใช้การเริ่มต้นอาร์กแบบขีด  2. ใช้มุมเดิน 65-75 องศา 

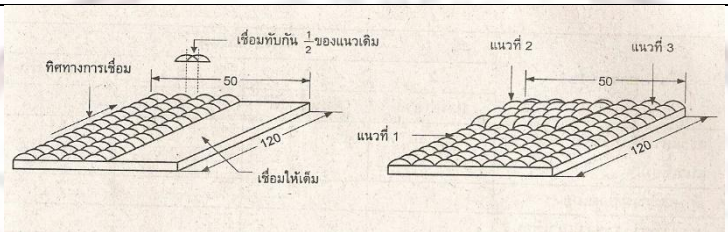
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย งานเชื่อมไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7 - 10
		ชั่วโมงรวม 16
ใบงาน เรื่อง การเชื่อมเดินแนว		จำนวนชั่วโมง 4



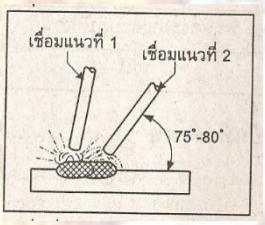
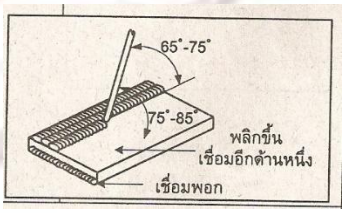
300 Amp	2.6 มม.	เหล็ก St 37	1 ชิ้น	100x100x10มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน

เครื่องมือและอุปกรณ์	**ลำดับขั้นการทำงาน**	**เทคนิควิธี**
1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าAC หรือ DC 2. ค้อนเคาะสแลก 3. คีมจับงานร้อน 4. หน้ากากเชื่อม 5. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม 6. ถุงมือหนัง 7. เสื้อหนัง	1. ตัดชิ้นงานให้ได้ตามขนาด 2. ทำความสะอาดชิ้นงาน 3. ร่างแบบงานโดยใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกให้เป็นรอยตามเส้นตรง 4. ตรวจสอบการทำงานของเครื่องเชื่อม 5. เริ่มต้นเชื่อมแนวแรกโดยเชื่อมจากทางซ้ายไปทางขวามือ 6. เชื่อมแนวที่ 2 และ 3 7. ทำความสะอาดส่งตรวจ	1. ใช้เทคนิคการเริ่มต้นอาร์กแบบจุ่ม ยกบริเวณขอบด้านซ้ายของงาน  2. ลวดเชื่อมมีมุมเดิน 65-75 องศา  3. ส่ายลวดเชื่อมแบบ 

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย งานเชื่อมไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7 - 10
		ชั่วโมงรวม 16
ใบงาน เรื่อง ฝึกการเชื่อมพอกทับแนวเดิม		จำนวนชั่วโมง 4



300 Amp	2.6 มม.	เหล็ก St 37	1 ชิ้น	100x100x10มม.
หัวเชื่อม	ลวดเชื่อม	วัสดุ	จำนวน	ขนาดชิ้นงาน

เครื่องมือและอุปกรณ์	**ลำดับขั้นการทำงาน**	**เทคนิควิธี**
1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าAC หรือ DC 2. ค้อนเคาะสแลก 3. คีมจับงานร้อน 4. หน้ากากเชื่อม 5. แปรงลวดทำความสะอาดแนวเชื่อม 6. ถุงมือหนัง 7. เสื้อหนัง	1. ตัดชิ้นงานให้ได้ตามขนาด 2. ทำความสะอาดชิ้นงาน 3. ร่างแบบโดยใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกให้เป็นรอยตามเส้นตรง 4. ทำการเชื่อมแนวแรกที่ขอบของชิ้นงาน 5. ทำความสะอาดแล้วเชื่อมแนวที่สองทับแนวแรก ½ เท่าของความกว้างแนวแรก 6. ทำการเชื่อมทับจนกระทั่งเต็มหน้าจึงพลิกชิ้นงานทำการเชื่อมพอกอีกด้านหนึ่ง 7. ได้ความหนาตามที่กำหนดแล้วทำความสะอาด	1. การเชื่อมทับแนวที่สองลวดเชื่อมทำมุมกับงาน 75-80 องศา  2. เมื่อเชื่อมเต็มผิวหน้าของงาน และเพื่อไม่ให้ชิ้นงานบิดงอควรพลิกชิ้นงานสลับเชื่อมอีกด้านหนึ่ง 

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 11 – 15
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

การปฏิบัติงานด้านโลหะแผ่นให้ไดผลงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้น นอกจากจะต้องศึกษาคุณสมบัติของโลหะชนิดนั้นแล้ว จำเป็นต้องมีเครื่องมือ และอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและเหมาะสม จึงจะทำให้การปฏิบัติงานนั้นประสบผลสำเร็จ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานโลหะแผ่น

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเกี่ยวกับงานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

2.2. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับงานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงานได้ถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1. จำแนกประเภทและชนิดของโลหะแผนได้

3.2.2 ปฏิบัติงานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึ่งประสงค์

3.3.1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

โลหะแผ่น (Sheet Metal)

โลหะแผ่น หมายถึง โลหะที่ผ่านกระบวนการ (Process) จนกระทั่งเป็นแผ่นบาง มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว (4.5 มิลลิเมตร) โลหะแผ่นมีหลายประเภท รีดออกมาเป็นแผ่นแล้วต้องเคลือบด้วยโลหะอีกชนิดหนึ่ง บางประเภทรีดออกมาเป็นแผ่นก็สามารถใช้งานได้เลย

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ดังนี้คือ

1. โลหะแผ่นเปลือย (Uncoated Metal or Bare Metal)
2. โลหะแผ่นเคลือบ (Coated Metal)

โลหะแผ่นเปลือย ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous Metal) หรือโลหะผสมที่ไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในบรรยากาศ ไม่เกิดการผุกร่อน เช่น ทองเหลือ (Bass) ทองแดง (Copper) ดีบุก (Tin) สังกะสี (Zinc) อะลูมิเนียม (Aluminium) และเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) เป็นต้น

โลหะแผ่นเคลือบ เป็นโลหะที่เป็นเหล็ก (Ferrous Metal) เนื่องจากตัวของมันเองจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศเกิดสนิม (Oxide) และผุกร่อนไปในที่สุด ซึ่งจำเป็นต้องเคลือบด้วยโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก เพื่อป้องกันการกัดกร่อน ทำให้ชิ้นงานนั้นมีราคาถูก และมีอายุการใช้งานได้นาน

ดังนั้น ในการทำงานเกี่ยวกับโลหะแผ่นเคลือบต้องระมัดระวังไม่ให้โลหะที่เคลือบผิวอยู่หลุดออกหรือถูกทำลายไป โดยเฉพาะการนำไปเชื่อม ขัดผิว และตะไบผิว ควรหลีกเลี่ยงหรือไม่ควรทำ เพราะจะทำให้โลหะที่เคลือบอยู่หลุดออก ทำให้เกิดการกัดกร่อน เป็นเหตุให้มีอายุการใช้งานสั้นลง

แผ่นเหล็กอาบสังกะสี

สังกะสี (สัญลักษณ์ Zn) เป็นโลหะชนิดหนึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีสีเทา-ขาว
2. สามารถขัดให้เป็นเงาได้
3. มีความเปราะ
4. ไม่เกิดสนิม

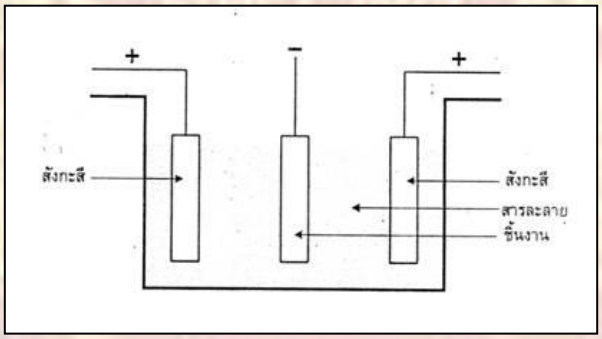
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ในด้านอุตสาหกรรมชุบโลหะทั่วๆ ไปแล้ว การชุบสังกะสีได้มีบทบาทมากในการชุบโลหะ นิยมชุบบนชิ้นงานที่เป็นเหล็ก เพราะสังกะสีจะเกาะติดแผ่นเหล็กได้ดี ทำให้แผ่นเหล็กทนต่อการเกิดสนิมดีมาก

การชุบสังกะสี สามารถกระทำได้ 2 วิธี

1.โดยวิธีจุ่ม (Hot Dipped) เป็นการเคลือบสังกะสีลงบนผิวเหล็กโดยตรงเพื่อกันสนิม ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า กัลป์วาไนซ์ (Galvanises) เป็นการหลอมสังกะสีให้หลอมเหลว แล้วจุ่มเหล็กซึ่งทำความสะอาดแล้วลงไป สังกะสีเหลวก็จะจับบนผิวเหล็ก เช่น แป๊บน้ำ ฯลฯ

2. การชุบสังกะสีโดยใช้เคมี-ไฟฟ้า เพื่อป้องกันสนิมบนแผ่นเหล็ก สารเคมีที่ใช้ในการชุบจะเป็น ซิงออกไซด์ (Zinc Oxide) หรือ ซิงไซยาไนด์ (Zinc Cyanide) อย่างใดอย่างหนึ่ง



การชุดสังกะสีด้วยเคมี – ไฟฟ้า

น้ำยาชุบสังกะสีชนิดไซยาไนด์ เป็นน้ำยาที่นิยมใช้กันมากที่สุดในอุตสาหกรรมชุบสังกะสี เพราะสามารถควบคุมง่าย ทำการชุบได้ง่าย แต่มีข้อเสีย คือ ไซยาไนด์เป็นสารมีพิษต่อร่างกายมนุษย์

สังกะสีที่ได้จากการชุบด้วยเคมี-ไฟฟ้านี้ จะมีผิวเงางาม ทนทานต่อการเกิดสนิม เกาะติดแน่น มีความเรียบสม่ำเสมอ ลวดลายดอกที่เกิดขึ้นจะเกิดจากการเย็นตัวลงของสังกะสีบนผิวเหล็ก

ขนาดของโลหะแผ่น โลหะแผ่นที่ผลิตและใช้กันอยู่ในประเทศไทย มีอยู่ 2 ขนาด คือขนาด 36x96 นิ้ว (3x8 ฟุต) และ 48x96 นิ้ว (4x8 ฟุต)

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

เครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น (Sheet Metal Tool)

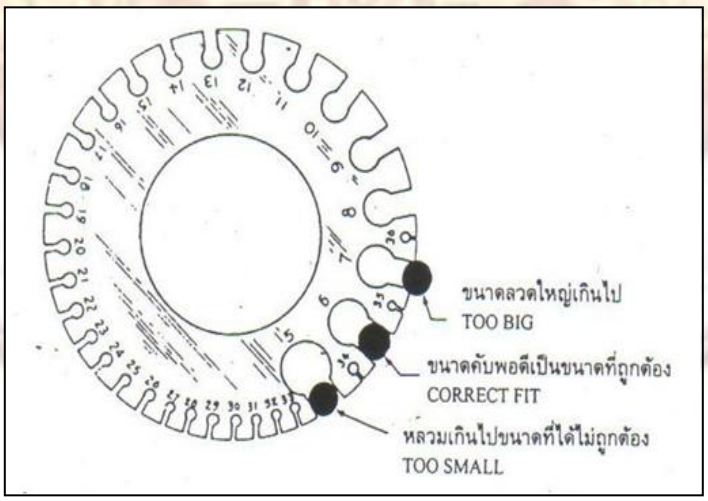
การปฏิบัติงานด้านโลหะแผ่นให้ไดผลงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้น นอกจากจะต้องศึกษาคุณสมบัติของโลหะชนิดนั้นแล้ว จำเป็นต้องมีเครื่องมือ และอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและเหมาะสม จึงจะทำให้การปฏิบัติงานนั้นประสบผลสำเร็จ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานโลหะแผ่น มีดังนี้

1. เครื่องมือวัด (Measuring Tool)

1.1 เกจวัดความหนาโลหะแผ่น และความโตลวด

เกจชนิดนี้ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอน มีลักษณะกลมบากเป็นร่องรอบตัว เพื่อใช้เทียบวัดความหนาโลหะ และความโตลวด ตัวเลขบนเกจวัดจะบอกความหนาของแผ่นโลหะเป็นทศนิยม หรือเศษส่วนของนิ้ว

ด้านหน้าของเกจจะบอกความหนาเป็นนัมเบอร์ (Number) ส่วนด้านหลังจะบอกเป็นทศนิยมของนิ้วในช่องที่ตรงกัน โดยมีตั้งแต่เบอร์ 0 ถึงเบอร์ 36 นัมเบอร์มาก ความหนาก็จะลดลง เช่น เบอร์ 28 จะมีความหนาน้อยกว่าเบอร์ 16 เป็นต้น

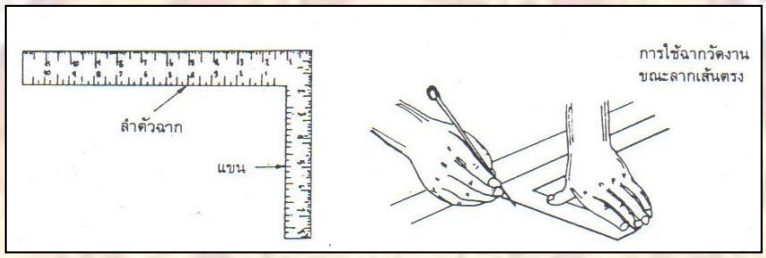


เกจวัดความหนาโลหะแผ่น และความโตลวด

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

1.2 บรรทัดเหล็ก (Steel Rule) เป็นเครื่องมือวัดที่รู้จักกันโดยทั่วไป ส่วนใหญ่จะทำจากเหล็กไร้สนิม สามารถวัดได้ทั้งระบบอังกฤษ (นิ้ว) และระบบเมตริก (มิลลิเมตร) มีหลายขนาดตั้งแต่ 12 นิ้ว และ 36 นิ้ว

1.3 ฉากเหล็ก (Square) มีลักษณะเป็นรูปตัวแอล (L) แขนทั้งสองข้างทำมุม 90 องศา ใช้ตรวจวัดความฉากของงานโลหะแผ่น

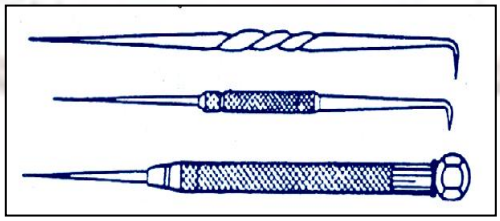


ลักษณะของฉากในงานโลหะแผ่น และการใช้ฉาก

2. เครื่องมือร่างแบบ (Lay-Out)

ส่วนมากแล้วเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะปลายแหลม เพื่อใช้ในการขีดเขียนเครื่องมือร่างแบบนี้ถ้าใช้งานด้วยตัวของมันเองแล้วไม่เกิดประโยชน์สูงสุด จะต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือประเภทอื่น เช่น ใช้งานร่วมกับไม้บรรทัด เป็นต้น

2.1 เหล็กขีด (Scriber) ทำหน้าที่ขีดเขียนลงบนแผ่นโลหะ เปรียบเสมือนดินสอ หรือปากกาที่ใช้ในงานเขียนแบบทั่วไป เหล็กขีดนี้จะต้องมีความแข็งกว่าโลหะที่จะร่างแบบ ซึ่งทำจากเหล็กกล้าคาร์บอน บริเวณปลายแหลมจะผ่านการชุบแข็ง เพื่อให้ทนต่อการสึกหรอได้ดี

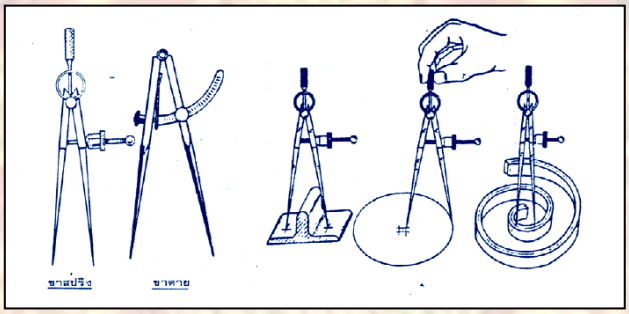


ลักษณะของเหล็กขีด

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

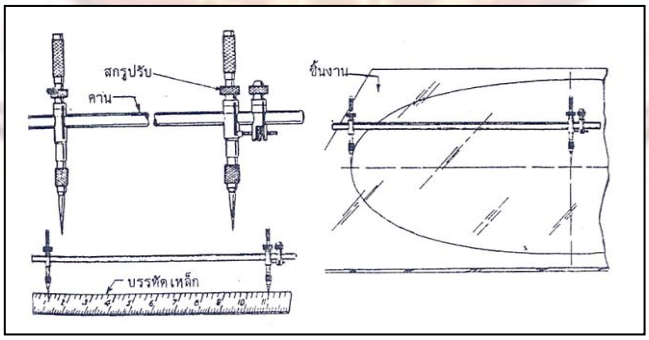
2.2 วงเวียน (Divider)

เป็นเครื่องมือร่างแบบที่ใช้เป็นประจำในงานโลหะแผ่น ใช้สำหรับเขียนวงกลมหรือส่วนโค้ง หรือใช้ในการถ่ายขนาด



วงเวียนเหล็ก และการใช้งาน

2.3 วงเวียนเลื่อน (Trammel Point) ในงานโลหะแผ่น ชิ้นงานที่ทำอาจมีขนาดใหญ่ เครื่องมือที่ใช้ในการร่างแบบต้องมีขีดความสามารถในการสร้างเพียงพอ วงเวียนธรรมดาไม่สามารถใช้เขียนส่วนโค้งได้ ต้องใช้วงเวียนเลื่อน เพราะเป็นเครื่องมือที่ใช้เขียนวงกลม หรือส่วนโค้งใหญ่ๆ ได้ ขาทั้งสองข้างของวงเวียนจะสอดอยู่กับคานไม้ หรือคานเหล็ก ซึ่งมีความยาวเท่าไรก็ได้ตามต้องการ ขาเหล็กแหลมทั้งสองข้างสามารถเลื่อนไปมาบนคานไม้ หรือเหล็ก เพื่อปรับหารัศมีของวงกลมได้



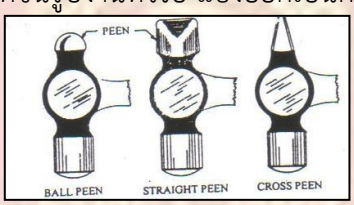
รูปร่างของวงเวียนเลื่อน และลักษณะการทำงาน

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

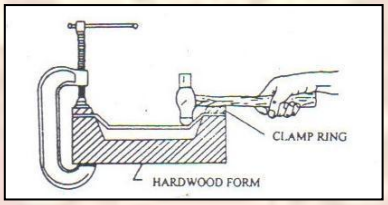
3. เครื่องมือ Hand Tool ในงานโลหะแผ่น

3.1 ค้อน (Hammer) เป็นเครื่องมือพื้นฐาน ซึ่งจะขาดเสียไม่ได้ในงานโลหะแผ่น ใช้สำหรับตี เคาะขึ้นรูป ตัด พับ เป็นต้น มีรูปร่างต่างๆ ตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

3.1.1 ค้อนหัวแข็ง ใช้เคาะตัดขึ้นรูปงานทั่วไป แบ่งออกเป็นค้อนหัวกลม ค้อนหัวขวาง ค้อนหัวตรง

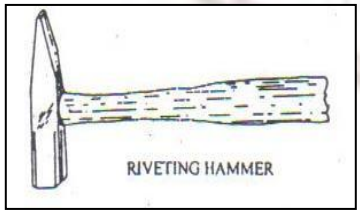


ค้อนหัวแข็ง

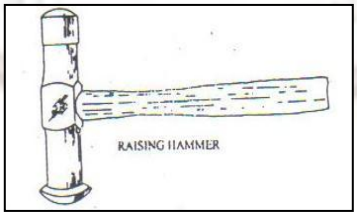


การใช้ค้อนหัวกลม

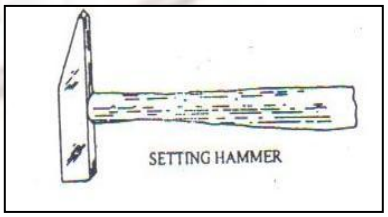
3.1.2 ค้อนย้ำตะเข็บ (Setting Hammer) หัวค้อนจะมีลักษณะเป็นเหลี่ยม หน้าค้อนจะมีผิวเรียบ เพื่อใช้ในการเคาะตะเข็บต่างๆ ในงานโลหะแผ่น ด้านหางค้อนจะตัดเฉียงด้านเดียว เพื่อความสะดวกในการเคาะตะเข็บก้นกระป๋อง



ค้อนย้ำหมุดรูปที่

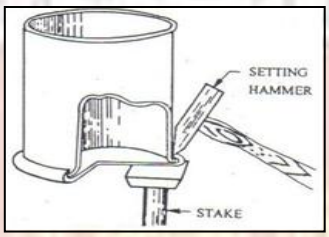


ค้อนเคาะขึ้นรูป



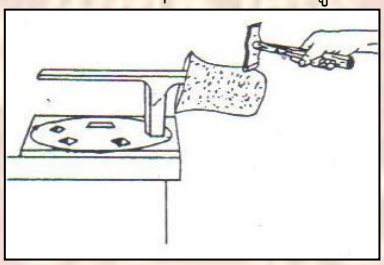
ค้อนเคาะตะเข็บ

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)



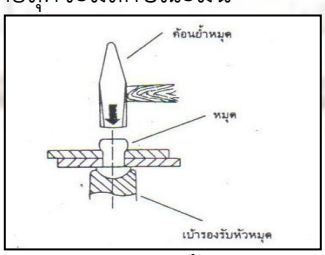
การใช้ค้อนเคาะตะเข็บ

3.1.3 ค้อนเคาะขึ้นรูป (Raising Hammer) ค้อนชนิดนี้จะมีรูปร่างต่างๆ กัน ใช้สำหรับขึ้นรูปโลหะแผ่นให้เป็นรูปร่างของภาชนะ หรือเครื่องประดับต่างๆ เช่น เคาะขึ้นรูปจาน ถ้วย เป็นต้น



การใช้ค้อนเคาะตะเข็บ

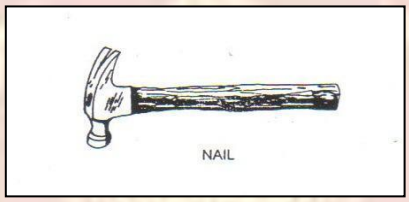
3.1.4 ค้อนย้ำหมุด (Riveting Hammer) ลักษณะหัวค้อนจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมลบมุมด้านข้างทั้ง 4 มุม บริเวณผิวหน้าของหัวค้อนจะมีผิวโค้งเล็กน้อย เพื่อใช้ในการแต่งหัวหมุดย้ำส่วนของหางค้อนจะเรียว (Taper) เป็นมุมเท่ากันทั้งสองด้าน และบริเวณปลายสุดจะมีลักษณะมน



การใช้ค้อนย้ำหมุด

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

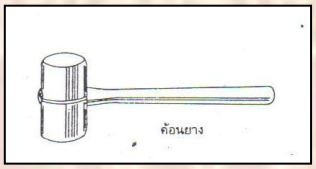
3.1.5 ค้อนหัวแพะ หรือค้อนถอนตะปู (Nail Hammer) ใช้สำหรับตอก ตี และถอนตะปูในงานช่างไม้



ค้อนหัวแพะ

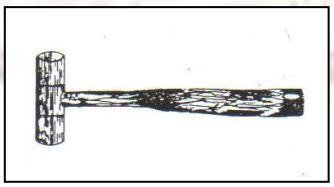
3.2 ค้อนหัวอ่อน เป็นค้อนที่ทำจากวัสดุที่อ่อน เหมาะสำหรับเคาะ ดัด ตี ขึ้นรูปโลหะที่อ่อน เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม หรือใช้เคาะโลหะที่เคลือบผิวที่ไม่ต้องการให้โลหะที่เคลือบอยู่หลุด หรือลอกออก เช่น แผ่นเหล็กอาบสังกะสี เป็นต้น

3.2.1 ค้อนยาง (Rubber Hammer) หัวค้อนทำด้วยยางที่มีส่วนผสมทางเคมี มีสีดำ คุณสมบัติเหนียวนุ่ม



ลักษณะของค้อนยาง

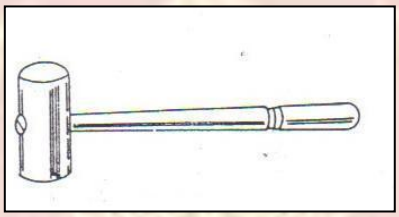
3.2.2 ค้อนพลาสติก(Plastic Hammer) หัวค้อนจะทำจากพลาสติกแข็งหล่อเป็นรูปหัวค้อน



ลักษณะของค้อนพลาสติก

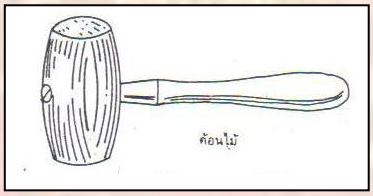
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

3.2.3 ค้อนโลหะเบา เป็นค้อนที่ทำจากทองเหลือง หรือตะกั่ว เหมาะสำหรับงานที่ไม่ใช้แรงตอกตีมากนัก



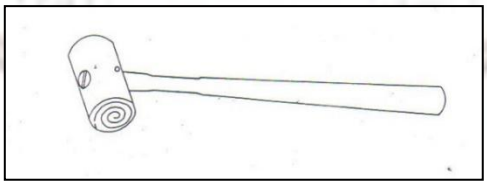
ค้อนโลหะเบา

3.2.4 ค้อนไม้ (Wood Hammer) หัวค้อนทำจากไม้เนื้อแข็ง และมีความเหนียว ไม่แตกได้โดยง่าย เหมาะสำหรับงานที่มีผิวอ่อน เช่น อะลูมิเนียม และงานเคาะ ตอก สลักเกลียว ซึ่งไม่ต้องการให้เกลียวเยินหรือเสียหายได้



ค้อนไม้

3.2.5 ค้อนหนังแข็ง (Rawhide Face Hammer) เป็นค้อนที่ทำจากหนังสัตว์ที่ยังไม่ได้ฟอก ม้วนเป็นแท่งรูปทรงกระบอก ประกอบติดกับด้ามไม้

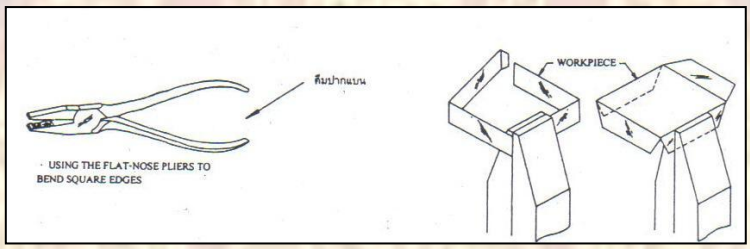


ค้อนหนังแข็ง

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

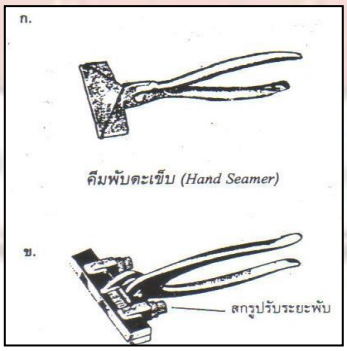
3.3 คีม (Pliers) เป็นเครื่องมือที่จำเป็นในงานช่างอุตสาหกรรมทุกสาขา คีมมีประโยชน์หลายอย่าง เช่น ใช้จับ บิด พับ ตัด ขึ้นรูปวัสดุได้ สำหรับงานโลหะแผ่นก็เช่นกัน คีมเป็นเครื่องมือทำงานเกี่ยวกับโลหะแผ่นได้เป็นอย่างดี คีมในงานโลหะแผ่นมีรูปร่างตามลักษณะการใช้งานดังนี้

3.3.1 คีมปากแบน (Flat Nose Pliers) คีมชนิดนี้ปากจะมีลักษณะแบน บริเวณส่วนปลายของปากจะตรงเรียบ มีความกว้างประมาณ 10 มิลลิเมตร เหมาะสำหรับจับขอบชิ้นงานเพื่อพับขึ้นรูป



การพับชิ้นงานด้วยคีมปากแบน

3.3.2 คีมพับตะเข็บ (Hand Seamer) มีรูปร่างและกลไกเหมือนกับคีมทั่วๆ ไป แต่จะแตกต่างกันที่ปาก ซึ่งคีมพับตะเข็บนี้ปากจะมีความกว้างถึง 3 ½ นิ้ว (89 มม.) ลึก 1 นิ้ว (25 มม.) เหมาะสำหรับการขึ้นรูปหรือการพับชิ้นงานด้วยมือ ในขณะที่เครื่องพับไม่สามารถทำได้ หรือต้องการความรวดเร็วในการทำงาน หรือทำงานนอกสถานที่ ซึ่งไม่มีเครื่องพับ



ลักษณะของคีมพับตะเข็บ

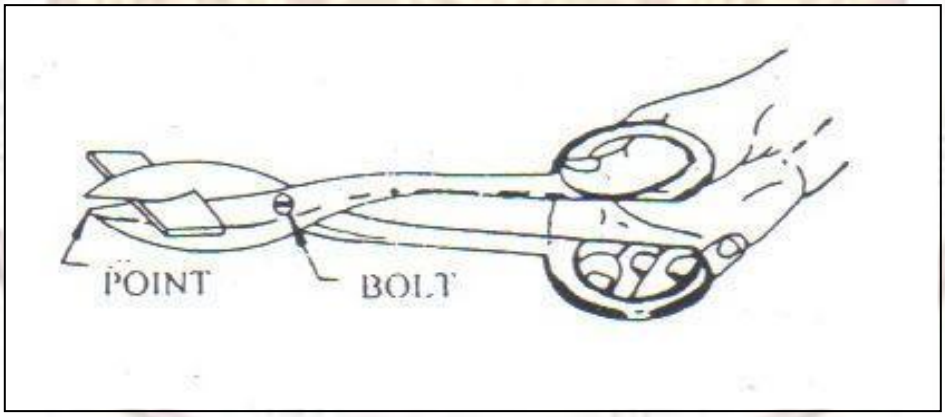
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

3.4 กรรไกร (Snips) เป็นเครื่องมือตัดอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งทำงานเกี่ยวกับโลหะแผ่นเท่านั้น การตัดแผ่นโลหะด้วยกรรไกรจะสะดวก ง่าย และประหยัดกว่าการตัดด้วยสกัด ความสามารถของกรรไกรขึ้นอยู่กับการออกแบบกรรไกร ความหนา และความแข็งแกร่งของโลหะแผ่นที่จะนำมาตัด กรรไกรมีหลายชนิด ซึ่งผู้ปฏิบัติงานด้านโลหะแผ่นต้องพิจารณาเลือกใช้ให้ถูกต้อง และเหมาะสมกับลักษณะงาน

การตัดนั้นมี 2 แบบใหญ่ๆ คือ

1. ตัดตรง
2. ตัดโค้ง (ตัดโค้งซ้าย และตัดโค้งขวา)

กรรไกรตัดตรง (Straight Snips) จากภาพตัดขวางของคมตัดจะเห็นว่าผิวหน้าด้านข้างคมตัดจะมีลักษณะตรงตลอด ใช้ในการตัดแนวตรง ไม่สามารถตัดโค้งได้



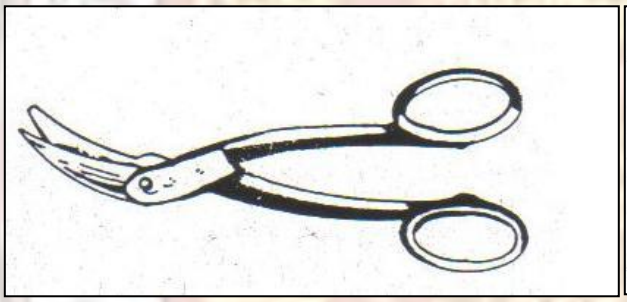
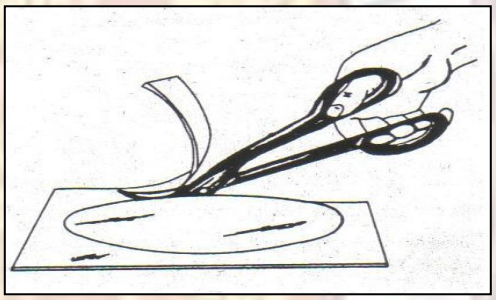
การใช้กรรไกรตัดผสม (Combination Snip) ทำการตัดตรงงานโลหะแผ่น

กรรไกรตัดโค้ง (Scroll Snips) จากภาพตัดขวางของคมตัดจะเห็นว่าผิวด้านข้างของคมตัดจะมีลักษณะโค้ง ซึ่งจะช่วยในการตัดโค้งได้ดี

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

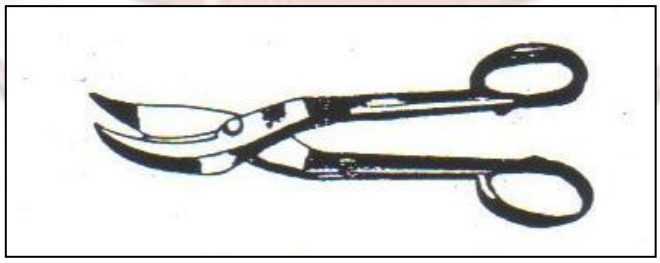
1. กรรไกรแฮ็คบิล (Hawk bill Snip) ใบตัดมีลักษณะโค้งเรียว และเล็ก ใช้ในการตัดโค้งเท่านั้น เหมาะสำหรับตัดโค้งภายใน และโค้งภายนอกของวงกลมที่มีขนาดเล็ก และแคบ สามารถตัดเหล็กแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 18 (ประมาณ 1 มิลลิเมตร)

นับตั้งแต่กรรไกรแบบอะเวียชัน (Aviation) เข้ามาใช้ในงานโลหะแผ่น สามารถทำงานได้ดีกว่ากรรไกรแฮ็คบิล ปัจจุบันจึงไม่ค่อยเห็นในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป

กรรไกรแฮ็คบิล และการใช้กรรไกรแฮ็คบิลตัดวงกล

2. กรรไกรตัดโค้ง (Circular Snip) ใบตัดของกรรไกรจะมีลักษณะโค้งเล็กน้อย (โค้งน้อยกว่ากรรไกรแฮ็คบิล) ใช้ตัดงานโค้ง หรือวงกลมที่มีขนาดโตกว่าการตัดด้วยกรรไกรแฮ็คบิล สามารถตัดได้ทั้งโค้งซ้ายและโค้งขวา สามารถตัดโลหะแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 22 (ประมาณ 0.8 มม.)



รูปร่างของกรรไกรตัดโค้ง

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

5. เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่น (Machine in Sheet Metal)

ปัจจุบันในงานโลหะแผ่นได้มีการนำเครื่องจักรต่างๆ มาช่วยในการทำงาน ซึ่งเครื่องจักรเหล่านี้สามารถทำงานได้เที่ยงตรง เหมาะสำหรับงานที่ต้องใช้แรงมาก มีความรวดเร็วในการทำงาน นับได้ว่าช่วยผ่อนแรงแก่ผู้ปฏิบัติได้เป็นอย่างมาก การที่มีเครื่องจักรที่ทันสมัยจะช่วยเพิ่มผลผลิตในด้านโลหะแผ่นให้กับบริษัทผู้ผลิตได้มาก

เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นมีหลายชนิด ซึ่งจะขอกล่าวพอสังเขปดังนี้คือ

5.1 เครื่องตัดตรงชนิดป้อนแรงด้วยเท้า (Square Shear) เครื่องตัดชนิดนี้ใช้ตัดเป็นเส้นตรงเท่านั้น เพราะมีใบมีดบนและใบมีดล่างจะอยู่คู่กันเป็นแนวตรง ใบมีดจะเอียงทำมุมกันประมาณ 10-15 องศา เพื่อให้ใบมีดค่อยๆ กินงานในลักษณะตัดเฉือนเหมือนกรรไกร ช่วยไม่ให้ใบตัดรับแรงดันสะท้อนคืนจากการกดตัดมากเกินไป เครื่องตัดชนิดนี้มีใช้กันอยู่ทั่วไป จะบอกเป็นขนาดของความยาวใบตัด คือ 3 ฟุต (90 cm) และ 4 ฟุต (120 cm) ส่วนความหนาของโลหะแผ่นขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ ซึ่งบริษัทผู้ผลิตจะกำหนดไว้ในคู่มือการใช้งาน ดังนั้นก่อนใช้งานผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาข้อมูลในการใช้งานจากคู่มือ เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดอันจะก่อให้เกิดความเสียหายกับงาน และเครื่องตัดได้

5.2 เครื่องตัดตรงขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (Power Squaring Shear) เป็นเครื่องตัดชนิดตัดตรงเช่นเดียวกับแบบใช้เท้าเหยียบ เพียงแต่เครื่องตัดชนิดนี้จะใช้พลังงานไฟฟ้าทำให้มอเตอร์หมุนส่งกำลังไปขับกลไก (Mechanic) ทำให้ใบมีดกดตัดลงตามความต้องการ

ในการตัดโลหะแผ่นด้วยเครื่องตัด ผู้ปฏิบัติงานต้องระวังเป็นอย่างมาก ต้องยืนและวางมือในตำแหน่งที่ถูกต้อง มิฉะนั้นอาจจะเกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงานได้ โดยเฉพาะนิ้วต้องระวังเป็นพิเศษ

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

5.3 เครื่องตัดมุม (Notcher Machine) เป็นเครื่องจักรที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการตัดมุม โดยเฉพาะส่วนใหญ่แล้วจะกำหนดไว้เป็นมุมฉาก (90 องศา) มีชนิดการโยกตัดด้วยมือ (Hand Operated) และการตัดด้วยเครื่อง (Power-Operated Machine) การทำงานของเครื่องตัดมุมนี้จะตัดมุมฉากเพื่อพับเป็นกล่อง กระทะ หรือหีบ เป็นต้น ช่วยให้สามารถตัดมุมได้รวดเร็วกว่าการใช้กรรไกร

5.4 เครื่องพับโลหะแผ่น (Bending Sheet Machine) เป็นเครื่องจักรกลที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับพับโลหะแผ่นได้ดี แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบ Brake และแบบ Folder

- เครื่องพับแบบ Brake เป็นเครื่องพับที่สามารถพับขอบของโลหะแผ่นไม่จำกัดความลึกในการพับ เพราะสามารถสอดแผ่นโลหะผ่านออกไปด้านหลังได้ ส่วนมากแล้วจะใช้พับโลหะแผ่นที่มีความลึกมากๆ

- เครื่องพับแบบ Folder เป็นเครื่องพับที่พับขอบได้ลึกไม่มากนัก เพราะด้านหลังจะมีตัวปรับระยะพับติดตั้งและกั้นอยู่ ใช้สำหรับพับขอบแผ่นโลหะที่มีความลึกไม่มากนัก

5.4.1 เครื่องพับ Cornice Brake เป็นเครื่องพับที่สามารถพับแผ่นโลหะได้โดยไม่จำกัดความลึก ปากกดพับ (Top Nosebar) จะทำเป็นชิ้นๆ มีความกว้างแตกต่างกันเพื่อนำมาประกอบใช้ในการพับกล่องขนาดใหญ่หรือพับแผ่นโลหะที่มีความหนามากและงานยากๆ ได้ดี เช่น รางน้ำ ท่อ พับเข้าตะเข็บ หรือพับเข้าขอบลวด เป็นต้น

เครื่องพับแบบ Cornice Brake

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

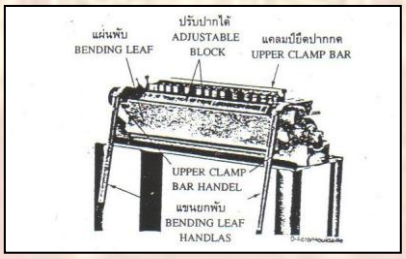
5.4.2 เครื่องพับกล่อง และกระทะ (Box[1] and pan[2] Brake Bending Machine)มีส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องคล้ายกับเครื่องพับแบบ Cornice Brake เพียงแต่ใบกดพับ (Top Nosebar) ของเครื่องพับกล่องจะแยกออกเป็นชิ้นๆ ได้ มีจำนวนหลายชิ้นให้เลือกใช้งาน เช่น มีความกว้างของปากตั้งแต่ 1” , 2”, 3”, 4”, 5”และ 6” ตามลำดับ เราเรียกปากที่แยกออกเป็นชิ้นเหล่านี้ว่า Finger[3]

ในการพับกล่องหรือหีบ ต้องเลือกปากให้พอดีกับความกว้างของกล่องหรือหีบทำให้สามารถพับขึ้นรูปกล่องทั้ง 4 ด้านได้

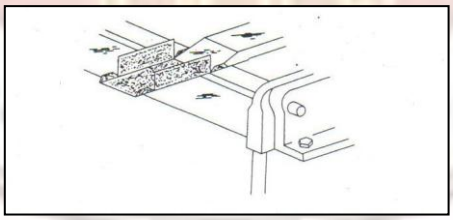
[1]Box หมายถึง กล่อง

[2]Pan หมายถึง กระทะ

[3]Finger หมายถึง นิ้วมือ ในที่นี้หมายถึง ปากกดของเครื่องพับที่เป็นชิ้นๆ



เครื่องพับกล่อง หรือกระทะ (A Box and Pan Brake)



การพับกล่องทั้ง 4 ด้าน ของเครื่องพับ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 11 – 15
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน
- ครูสาธิตขั้นตอนและให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงาน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน
- ใบงาน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 11 – 15
		ชั่วโมงรวม 20
		จำนวนชั่วโมง 4

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- หนังสือเรียนวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

.....

.....

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

.....

.....

.....

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน
- ใบงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

.....

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%
- ภาคปฏิบัติ ประเมินการฝึกปฏิบัติตามใบงาน ส่งภายในกำหนดเวลา

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูป

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

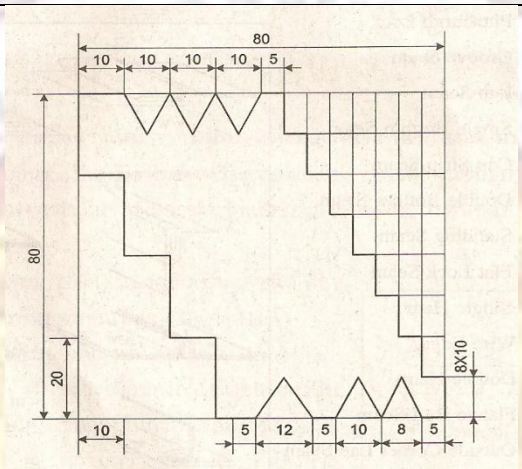
.....

.....

.....

.....

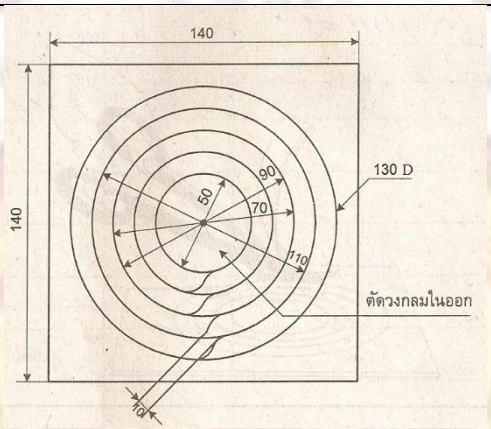
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 11 – 15
		ชั่วโมงรวม 20
ใบงาน เรื่อง การตัดตรงด้วยกรรไกร		จำนวนชั่วโมง 4



1:1	เบอร์30	1 ชิ้น	แผ่นเหล็กอาบสังกะสี	80x80มม.
มาตราส่วน	ความหนาโลหะ	จำนวน	ชนิดโลหะแผ่น	ขนาดโลหะแผ่น

เครื่องมือและอุปกรณ์	**ลำดับขั้นการทำงาน**
1. บรรทัดเหล็ก	1. จัดเตรียมเครื่องมือให้พร้อม
2. เหล็กขีด	2. ตัดแผ่นเหล็กอาบสังกะสี เบอร์30 ตามขนาด
3. ฉากผสม	3. ร่างแบบงานตามแบบที่มอบหมาย
4. กรรไกรตัดตรง	4. ตรวจสอบความถูกต้อง
5. ค้อนไม้	5. วางแผนการตัดว่าควรตัดส่วนใดก่อน
6. แผ่นเหล็กอาบสังกะสีเบอร์30	6. ทำการตัดด้วยกรรไกรตัดตรง
7. เครื่องตัดโลหะแผ่น	7. ตบแต่งรอยตัดด้วยค้อนไม้
	8. ส่งตรวจ

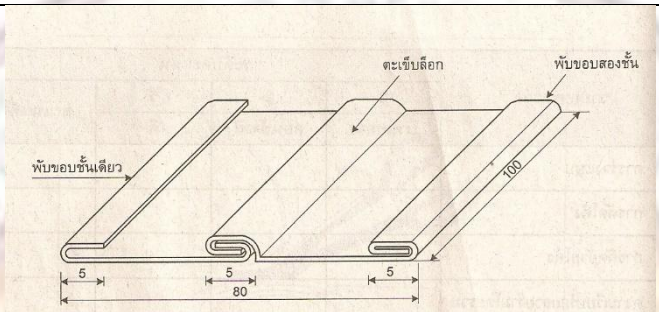
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 11 – 15
		ชั่วโมงรวม 20
ใบงาน เรื่อง การตัดโค้ง		จำนวนชั่วโมง 4



1:2	เบอร์30	1 ชิ้น	แผ่นเหล็กอาบสังกะสี	140x140มม.
มาตราส่วน	ความหนาโลหะ	จำนวน	ชนิดโลหะแผ่น	ขนาดโลหะแผ่น

เครื่องมือและอุปกรณ์	**ลำดับขั้นการทำงาน**
1. บรรทัดเหล็ก	1. จัดเตรียมเครื่องมือให้พร้อม
2. เหล็กขีด	2. ตัดแผ่นเหล็กอาบสังกะสี เบอร์30 ตามขนาด
3. ฉากผสม	3. ร่างแบบงานตามแบบที่มอบหมาย
4. กรรไกรตัดตรง	4. ตรวจสอบความถูกต้อง
5. ค้อนไม้	5. วางแผนการตัดโค้ง
6. แผ่นเหล็กอาบสังกะสีเบอร์30	6. ทำการตัดด้วยกรรไกร
7. เครื่องตัดโลหะแผ่น	7. เคาะตบแต่งชิ้นงานให้เรียบ
	8. ส่งตรวจ

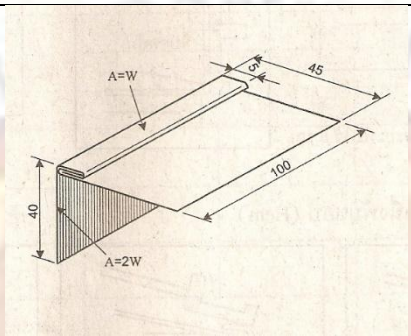
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 11 – 15
		ชั่วโมงรวม 20
ใบงาน เรื่อง การพับขอบ(Hem) และการเข้าตะเข็บ(Groove Seam)		จำนวนชั่วโมง 4



1:1	เบอร์30	2 ชิ้น	แผ่นเหล็กอาบสังกะสี	100x50มม.
มาตราส่วน	ความหนาโลหะ	จำนวน	ชนิดโลหะแผ่น	ขนาดโลหะแผ่น

เครื่องมือและอุปกรณ์	**ลำดับขั้นการทำงาน**
1. บรรทัดเหล็ก 2. เหล็กขีด 3. ฉากผสม 4. กรรไกรตัดตรง 5. ค้อนไม้ 6. แผ่นเหล็กอาบสังกะสีเบอร์30 7. เครื่องตัดโลหะแผ่น 8. ค้อนหัวกลม (Ball Peen) 9. เครื่องมือย้ำตะเข็บเบอร์4 หรือขนาดล่อง 5.5 มม. (Hand Groove)	1. เตรียมเครื่องมือในการพับขอบและย้ำตะเข็บให้พร้อม 2. ตัดแผ่นเหล็กอาบสังกะสี เบอร์30 ตามขนาด จำนวน2 แผ่น 3. คำนวณการเผื่อตะเข็บ 4. ร่างแบบพับขอบและร่างแบบการพับทำตะเข็บ Groove Seam 5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบงาน 6. พับขอบ (Hem) และพับชิ้นงาน เพื่อทำตะเข็บ Groove Seam 7. ใช้ค้อนไม้ตบแต่งรอยเกี่ยวของตะเข็บ และย้ำด้วยเครื่องย้ำตะเข็บ (Hand Groove) 8. ตรวจสอบความเรียบร้อย 9. ส่งตรวจ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย งานโลหะแผ่นและงานประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน	สอนครั้งที่ 11 – 15
		ชั่วโมงรวม 20
ใบงาน เรื่อง การพับตะเข็บ2ชั้น		จำนวนชั่วโมง 4



1:1	เบอร์30	2ชิ้น	แผ่นเหล็กอาบสังกะสี	100x50มม.
มาตราส่วน	ความหนาโลหะ	จำนวน	ชนิดโลหะแผ่น	ขนาดโลหะแผ่น

เครื่องมือและอุปกรณ์	**ลำดับขั้นการทำงาน**
1. บรรทัดเหล็ก 2. เหล็กขีด 3. ฉากผสม 4. กรรไกรตัดตรง 5. ค้อนไม้ 6. แผ่นเหล็กอาบสังกะสีเบอร์30 7. เครื่องตัดโลหะแผ่น	1. เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือในการย้ำตะเข็บ2แผ่น 2. ตัดแผ่นเหล็กอาบสังกะสี เบอร์30 ตามขนาดจำนวน 3. ร่างแบบชิ้นงาน เพื่อหาระยะพับในการย้ำตะเข็บสองชั้น 4. พับชิ้นงานทั้งสองชิ้นตามแบบ 5. เคาะขึ้นรูปตะเข็บ2ชั้น บนStake 6. ตรวจสอบความเรียบร้อย 7. ทำความสะอาด 8. ส่งตรวจ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีอ่อน	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

ผลิตภัณฑ์บางชนิดมีเพียงชิ้นเดียว บางผลิตภัณฑ์มีชิ้นงานประกอบจำนวนหลายชิ้น ถ้าผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความมั่นคง แข็งแรงสูง อาจจะยึดประกอบกันด้วยการเชื่อม การเจาะรูยึดด้วยสลักเกลียวและแป้นเกลียว ถ้าต้องการความแข็งแรงลดลงก็ต้องใช้การยึดด้วยการบัดกรีทองแดง (Beazing) แต่งานบางชนิดเป็นโลหะแผ่นบาง การยึดด้วยวิธีการกล่าวมาไม่เหมาะสมกับก็คือ การบัดกรีอ่อน (Soldering) ซึ่งเหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน และสามารถถอดออกมาได้ปรับหรือเปลี่ยนแปลงได้ โดยที่ผลิตภัณฑ์ไม่เสียหาย

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเกี่ยวกับงานบัดกรีอ่อน

2.2. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1. อธิบายเกี่ยวกับงานบัดกรีอ่อนได้ถูกต้อง

3.1.2. อธิบายอัตราส่วนผสมของโลหะประสานที่เหมาะสมได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1. สามารถบัดกรีอ่อนได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึ่งประสงค์

3.3.1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีอ่อน	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

การบัดกรีอ่อน เป็นการต่อโลหะแผ่นสองชิ้นหรือมากกว่าให้ติดกันโดยโลหะอื่นอีกชนิดหนึ่งซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในการเชื่อมต่อกันนั้น เราเรียกว่า ตัวประสาน หรือโลหะประสาน

งานบัดกรีอ่อนที่ดีนั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องทราบสิ่งต่างๆเหล่านี้

1. ชนิดของวัสดุชิ้นงาน ซึ่งจะนำมาสู่การเลือกใช้โลหะประสาน
2. ชนิดของโลหะประสาน และฟลักซ์ที่ใช้
3. ความรู้และอุปกรณ์เกี่ยวกับงานบัดกรีอ่อน
4. การทำความสะอาดชิ้นงาน
5. การจับยึดขณะทำการบัดกรี

งานบัดกรีอ่อน โดยทั่วไปจะใช้กับแผ่นโลหะบาง ไม่นิยมใช้กับแผ่นโลหะหนา เพราะจะทำให้รอยบัดกรีนั้นมีความแข็งแรงไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้งาน

งานบัดกรีอ่อนจึงเหมาะสำหรับ

1. งานซึ่งไมต้องการความแข็งแรงมากนัก เช่น เครื่องประดับ งานเกี่ยวกับอีเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ
2. งานซึ่งไม่ต้องการให้เห็นเนื้อโลหะที่เป็นส่วนเกินในรอยต่อ เนื่องจากงานบัดกรีอ่อนนั้นโลหะประสานจะซึมแล่นเข้าไปในรอยต่อ ทำให้ไม่เห็นก้อนโลหะ
3. ชิ้นงานที่นำบัดกรี ไม่เกิดบิดตัวอันเนื่องมาจากความร้อน เนื่องมาจากใช้ความร้อนน้อย (ไม่เกิน 450 องศาเซลเซียล)
4. ชิ้นงานที่นำมาบัดกรี ไม่เกิดผลข้างเคียง เนื่องมาจากการกระทำด้วยความร้อนหรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างภายใน เนื่องจากชิ้นงานไม่เกิดการหลอมละลายตัวเอง
5. สามารถการกระทำได้อย่างรวดเร็วเสียค่าใช้จ่ายน้อย

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

น้ำประสาน (Flux)

เพื่อให้ตะกั่วฉาบยึดติดแน่นกับชิ้นงาน จำเป็นต้องใช้น้ำยาประสาน ช่วยในการประสานซึ่งน้ำประสานที่ดี ควรมีคุณสมบัติดั้งนี้

1. ช่วยป้องกันไม่ให้ตะกั่วเกิดการรวมตัวกับออกซีเจนในอากาศ ในขณะที่ทำการบัดกรี
2. ช่วยทำความสะอาด ขจัดไขมัน และออกไซด์ที่ผิวหน้าโลหะ
3. ช่วยพาให้ตะกั่วแล่นประสานเข้าไปภายในรอยต่อได้ดี
4. ช่วยให้ตะกั่วบัดกรีมีอัตราการหดตัวต่ำ เมื่อเย็นตัวลง

น้ำยาประสานมีทั้งชนิดกัดกร่อนและไม่กัดกร่อน มีความเหมาะสมกับโลหะแตกต่างกัน ดั้งนี้

น้ำประสาน(Flux)	**โลหะงาน (Metalwork)**
ยางสน (Rosin)	แผ่นดีบุก (Tin Plate)
กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric Acid) หรือกรดเกลือ (Muriatic Acid)	แผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี (Galvanizing)
กรดสังกะสีคลอไรด์ (Zinc Chloride Acid)	แผ่นเหล็ก (Plate)

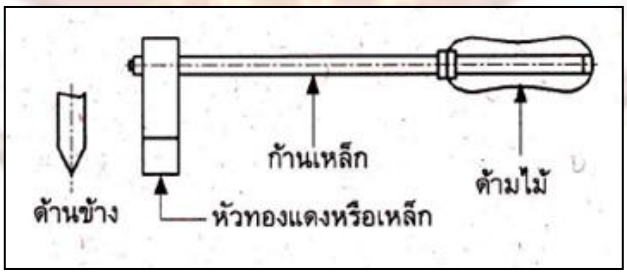
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ความร้อนที่ใช้ในการบัดกรี ความร้อนที่ใช้ในการบัดกรี มีการให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน 2วิธี คือ

1. **การให้ความร้อนโดยตรง** หมายถึงการนำแหล่งกำเนิดความร้อนมาใช้ในการบัดกรีโดยตรง หรือหัวแร้งที่เกิดความร้อนด้วยตัวเอง เช่น หัวแร้งไฟฟ้า หัวแร้งแก๊ส หัวแร้งน้ำมัน และ ความร้อนของเปลวไฟที่ออกมาจากทอร์ช(Torch) หัวแร้งชนิดนี้จะให้ความร้อนในการบัดกรีด้วยอุณหภูมิที่สม่ำเสมอ
2. **การให้ความร้อนทางอ้อม**เป็นการให้ความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อน ไปยังชิ้นงานโดยส่งผ่านทางวัสดุตัวตัวนำความร้อนที่ดี หรือการบัดกรีโดยหัวแร้งที่ไม่เกิดความร้อนด้วยตัวเองเป็นหัวแร้งแบบธรรมดาที่มีใช้กันมาตั้งแต่โบราณ การบัดกรีโดยการส่งผ่านความร้อนนี้ ต้องกระทำอย่างรวดเร็ว เพราะความร้อนจะลดลงเรื่อยๆความร้อนจะถูกเก็บอยู่ที่หัวแร้งทองแดง ซึ่งหัวแร้งทองแดงจะเก็บอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น

หัวแร้งชนิดนี้มีทั้งหัวแร้งเหล็ก (Soldering Iron)และหัวแร้งทองแดง (Soldering copper)และออกแบบตามลักษณะการใช้งาน มี 2 ลักษณะ

ลักษณะด้ามค้อน คือ ด้ามจะทำมุมฉากกับหัวแร้งใช้สำหรับบัดกรีงานในแนวตรง บัดกรีกับกระป๋องภายนอกและงานทั้งไป

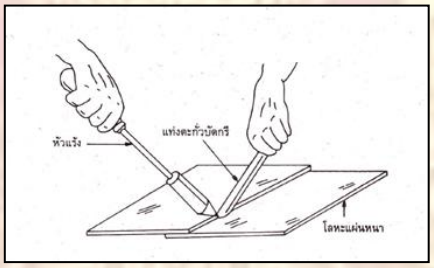


ลักษณะของหัวแร้งด้านค้อน

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

การนำตะกั่วเข้าบัดกรี สามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ

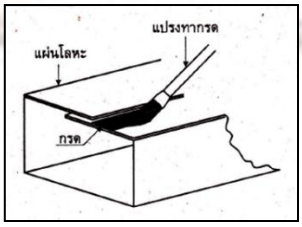
1. **การนำไปด้วยหัวแร้งบัดกรี** การนำตะกั่วบัดกรีไปด้วยวิธี สามารถนำตะกั่วไปได้ปริมาณน้อย เหมาะสำหรับโลหะแผ่นบาง
2. **การใช้หัวแร้งบัดกรีละลายตะกั่วบัดกรีบนรอยต่อ** ซึ่งทำให้มีการเติมตะกั่วบัดกรี อย่างต่อเนื่อง เหมาะสำหรับโลหะแผ่นหนาซึ่งต้องการปริมาณตะกั่วบัดกรีจำนวนมาก



การเติมตะกั่วบัดกรีโลหะแผ่นหนา

ขั้นตอนการบัดกรีอ่อน

1. เลือกตะกั่วบัดกรีให้เหมาะสมกับชนิดของชิ้นงาน
2. ทำความสะอาดชิ้นงาน เช่น สนิม สิ่งสกปรก และ คราบไขมันต่างๆให้หมดสิ้น
3. เลือกปฏิบัติการบนโต๊ะงานที่ไม่เป็นตัวนำความร้อน
4. ทาน้ำประสานลงบนรอยต่อของชิ้นงานด้วยแปรงหรือผ้าที่มีการดูดซับน้ำประสานได้ดี



การทาน้ำประสานลงบนร่อยต่อ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีอ่อน	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง งานบัดกรีอ่อน
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง งานบัดกรีอ่อน
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน
- ครูสาธิตขั้นตอนและให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงาน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง งานบัดกรีอ่อน
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน
- ใบงาน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีอ่อน	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- หนังสือเรียนวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

.....

.....

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

.....

.....

.....

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง งานบัดกรีอ่อน
- ใบงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

.....

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%
- ภาคปฏิบัติ ประเมินการฝึกปฏิบัติตามใบงาน ส่งภายในกำหนดเวลา

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูป

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

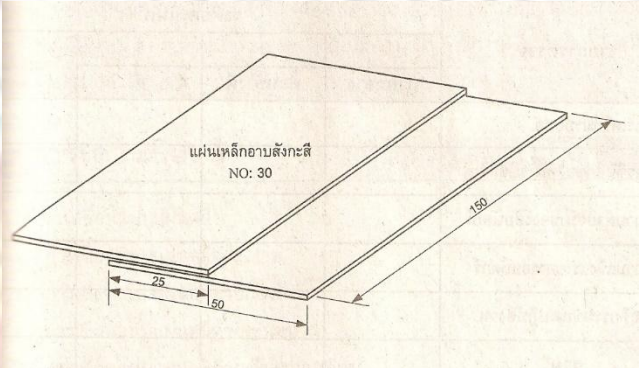
.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีอ่อน	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 4
ใบงาน เรื่อง งานบัดกรีต่อเกย		จำนวนชั่วโมง 4



เครื่องมือและอุปกรณ์	ลำดับขั้นการทำงาน
1. หัวแร้งทองแดง	1. ศึกษาแบบและวางแผนการทำงาน
2. เตาแก๊ส	2. เตรียมวัสดุ
3. ฉากผสม	3. เผาหัวแร้งให้ร้อน
4. แก๊ส	4. ทาน้ำประสานบริเวณรอยต่อ
5. น้ำประสาน	5. นำหัวแร้งแตะที่ตะกั่วบัดกรี
6. แปรงลวด	6. ทำการบัดกรีไปตลอดแนวบัดกรี
7. ค้อนยาง	7. ล้างน้ำยาบัดกรีออกด้วยน้ำ
9. ตะกั่ว	
10. แผ่นเหล็กอาบสังกะสี	

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 8
	ชื่อหน่วย งานเขียนแบบแผ่นคลี่	สอนครั้งที่ 17
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

การเขียนแผ่นคลี่เป็นงานที่ต้องกระทำพร้อมกันไปกับการปฏิบัติงานด้านโลหะแผ่น การขึ้นรูปแผ่นโลหะให้เป็นผลิตภัณฑ์จะเกิดขึ้นได้ต้องเขียนแผ่นคลี่ขึ้นก่อน เมื่อเป็นเช่นนี้จึงมีความจำเป็นอย่างที่ผู้ฝึกปฏิบัติงานด้านโลหะแผ่น จะต้องมีความรู้ในด้านการคลี่แบบของผลิตภัณฑ์งานโลหะแผ่นในรูปต่างๆ

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1. แสดงความรู้เกี่ยวกับงานเขียนแบบแผ่นคลี่

2.2. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1. อธิบายเกี่ยวกับงานเขียนแบบแผ่นคลี่ได้ถูกต้อง

3.1.2. อธิบายวิธีการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีต่างๆได้ถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1. สามารถเขียนแบบแผ่นคลี่ได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึ่งประสงค์

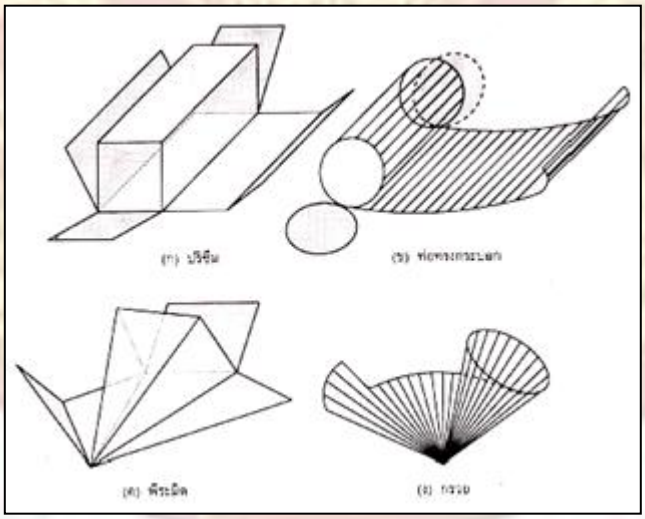
3.3.1. แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 8
	ชื่อหน่วย งานเขียนแบบแผ่นคลี่	สอนครั้งที่ 17
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

งานเขียนแบบแผ่นคลี่

ในงานโลหะแผ่นมีงานอีกงานหนึ่ง คือ งานเขียนแบบแผ่นคลี่ การใช้เครื่องมือ เครื่องจักร การพับหระกอบขึ้นรูปจะไม่เกิดขึ้นถ้าไม่มีการเขียนแบบแผ่นคลี่เสียก่อน การคลี่แบบก่อนอื่นต้องทราบผลิตภัณฑ์ว่ามีรูปร่างลักษณะอย่างไร มีการประกอบยึดด้วยวิธีใดแล้วจึงนำมาว่างแผนการคลี่แล้วออกแบบรอยต่อ เช่น การคลี่ผลิตภัณฑ์รูปปริซึม (Prism) รูปท่อทรงกระบอก (Cylinder) และรูปกรวย (Cone) เป็นต้น



ลักษณะการคลี่ของแผ่นคลี่รูปปริซึมทรงกระบอก และ กรวย

จากวีธีการคลี่ภาพของผลิตภัณฑ์รูปร่างต่างๆสามารถแบ่งวิธีการคลี่ได้

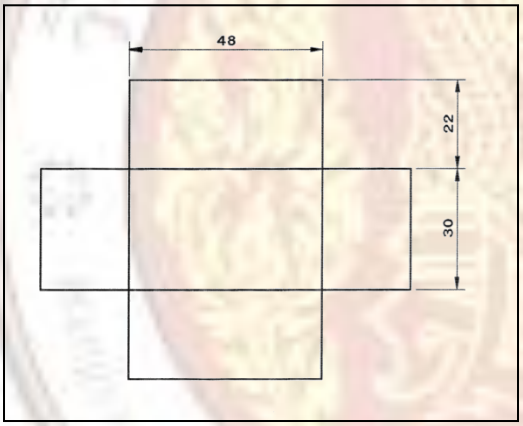
1. การคลี่อย่างง่าย (Simple Development)
2. การคลี่ด้วยเส้นรัศมี (Radial – Line Method)
3. การคลี่ด้วยเส้นขนาน (Parallel - Line Method)
4. การคลี่ด้วยรูปสามเหลี่ยม (Triangulation Method)

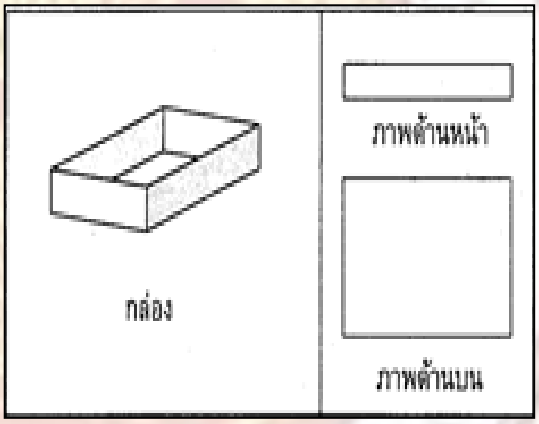
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย (Simple Development)

เป็นวิธีการคลี่อย่างง่าย ขั้นแรก ควรร่างแบบส่วนฐานของผลิตภัณฑ์นั้นก่อน จากนั้นจึงคลี่ออกทางด้านข้างทั้ง 4 ด้าน โดยทั้งไปจะใช้คลี่ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ซับซ้อน เช่น ผลิตภัณฑ์รูปกล่อง จาน

วิธีการคลี่กล่องหรือถาด (Box or Tray) ด้วยวิธีอย่างง่าย



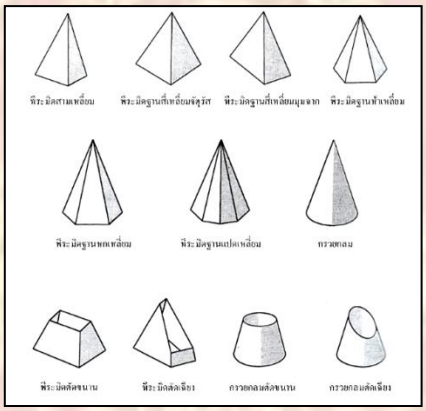


ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้การคลี่วิธีการคลี่อย่างง่าย

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

การคลี่ด้วยเส้นรัศมี (Radial – Line Method)

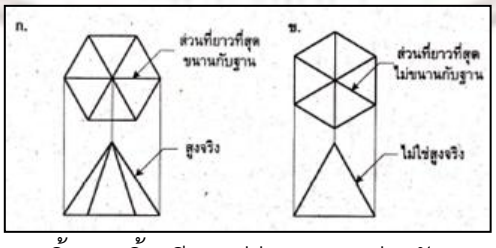
เป็นการคลี่โดยใช้รัศมีของวงเวียนทำการคลี่ผลิตภัณฑ์นั้นๆ โดยทั้งไปแล้วจะใช้ในการคลี่ผลิตภัณฑ์ที่เป็นรูปพีระมิด (Pyramid) และกรวย (Cone)



ลักษณะของผลิตภัณฑ์ ต่างๆ

การหาสูงจริงของผลิตภัณฑ์รูปทรงพีระมิด

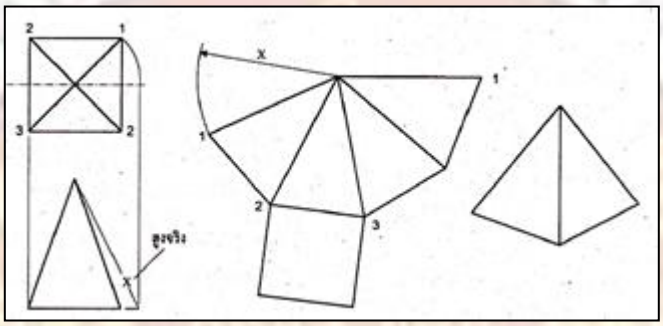
การคลี่ผลิตภัณฑ์รูปทรงพีระมิด ต้องพิจารณาจากภาพด้านหน้าและด้านบน บางครั้งขอบรูปของภาพด้านหน้าจะเป็นความยาวจริงที่สามารถนำไปเป็นรัศมีใช้คลี่ได้ บางครั้งขอบรูปของภาพด้านหน้าที่วางอยู่ไม่ใช่ความยาวจริง ไม่สามารถนำไปใช้เป็นรัศมีใช้คลี่ได้ จำเป็นต้องหาความยาวจริง เพื่อที่จะนำไปใช้เป็นรัศมีในการคลี่ต่อไป



ชิ้นงานชิ้นเดียวแต่ว่าวางภาพต่างกัน

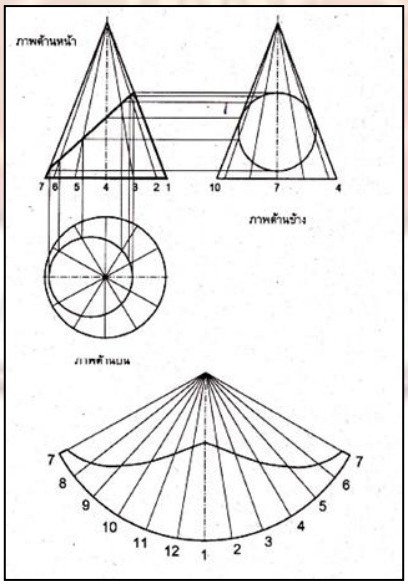
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

วิธีการคลี่ผลิตภัณฑ์รูปทรงพีระมิด



ความสูงจริงการคลี่รูปทรงพีระมิด

การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นรัศมี

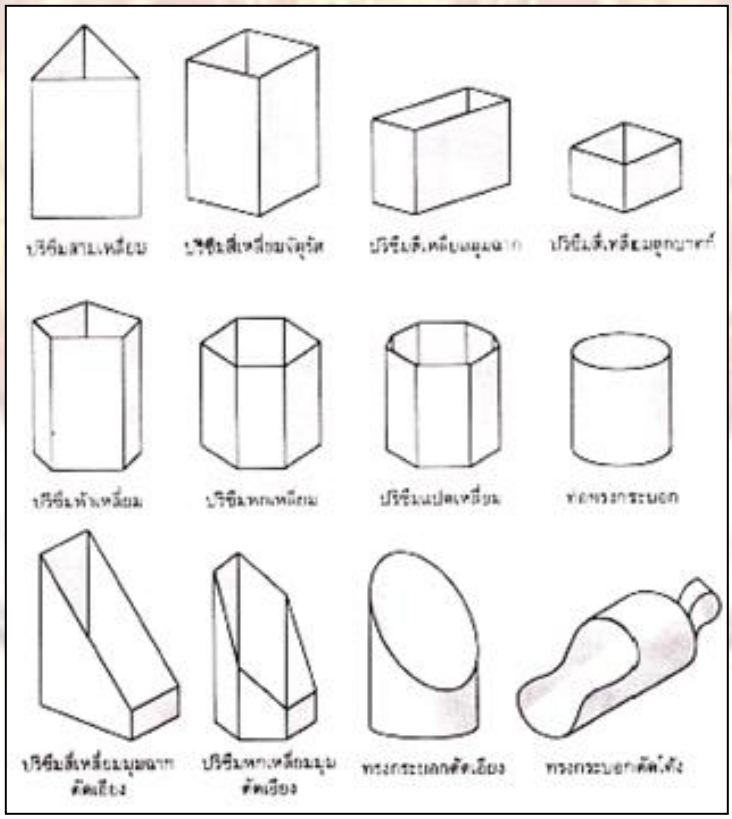


การคลี่ผลิตภัณฑ์รูปกรวยกลมตัดเฉียงด้วยเส้นรัศมี

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นขนาด (Parallel Line Development)

การคลี่แบบด้วยวิธีนี้จะใช้วิธีการลากเส้นขนาน จะใช้การคลี่ด้วยวิธีนี้กับชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นแท่งปรีซึม (Prism) ปริซึมตัดเฉียงงานทรงกระบอก (Cylinder) และทรงกระบอกตัดเฉียง



ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้วิธีการคลี่ด้วยเส้นขนาน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 8
	ชื่อหน่วย งานเขียนแบบแผ่นคลี่	สอนครั้งที่ 17
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง งานเขียนแบบแผ่นคลี่
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง งานเขียนแบบแผ่นคลี่
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน
- ครูสาธิตขั้นตอนและให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงาน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง งานเขียนแบบแผ่นคลี่
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน
- ใบงาน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 8
	ชื่อหน่วย งานเขียนแบบแผ่นคลี่	สอนครั้งที่ 17
		ชั่วโมงรวม 4
		จำนวนชั่วโมง 4

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- หนังสือเรียนวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

.....

.....

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

.....

.....

.....

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง งานเขียนแบบแผ่นคลี่
- ใบงาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

.....

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%
- ภาคปฏิบัติ ประเมินการฝึกปฏิบัติตามใบงาน ส่งภายในกำหนดเวลา

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูป

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

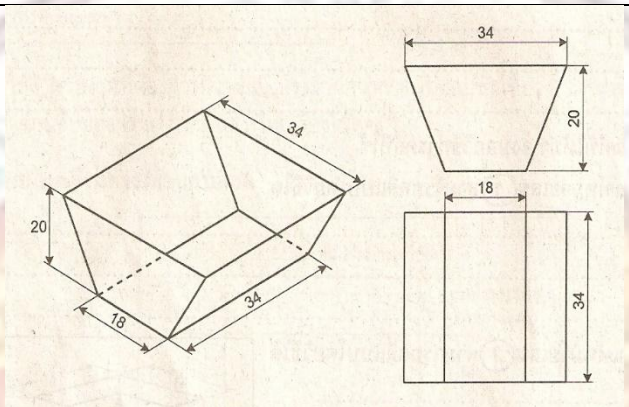
.....

.....

.....

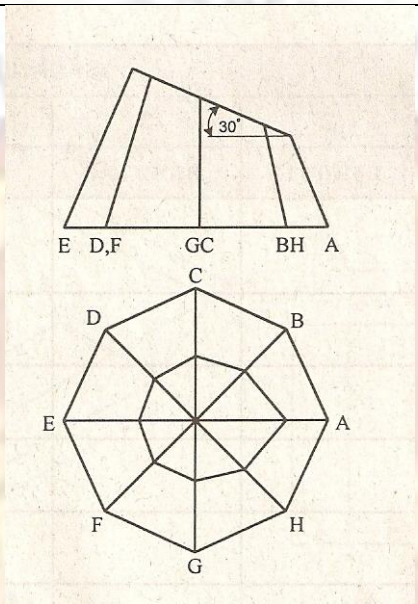
.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 8
	ชื่อหน่วย งานเขียนแบบแผ่นคลี่	สอนครั้งที่ 17
		ชั่วโมงรวม 4
ใบงาน เรื่อง การเขียนแบบแผ่นคลี่กล่องด้วยวิธีอย่างง่าย		จำนวนชั่วโมง 4



เครื่องมือและอุปกรณ์	ลำดับขั้นการทำงาน
1. ดินสอ	1. ศึกษาแบบและวางแผนการทำงาน
2. วงเวียน	2. กำหนดจุดเริ่มต้นเขียนแบบ
3. บรรทัดสามเหลี่ยม	3. ลากเส้นอ้างอิง(เส้นขนานและเส้นดิ่งตั้งฉากกับเส้นขนาน)
4. ยางลบ	4. ทำการคลี่แบบกล่อง
5. กระดาษเขียนแบบ	5. ตรวจสอบความถูกต้อง
6. โต๊ะเขียนแบบ	6. ส่งตรวจ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโมดูล (Module) การเรียนรู้	หน่วยที่ 8
	ชื่อหน่วย งานเขียนแบบแผ่นคลี่	สอนครั้งที่ 17
		ชั่วโมงรวม 4
ใบงาน เรื่อง การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นขนาน		จำนวนชั่วโมง 4



เครื่องมือและอุปกรณ์	ลำดับขั้นการทำงาน
1. ดินสอ	1. ศึกษาแบบและวางแผนการทำงาน
2. วงเวียน	2. กำหนดจุดเริ่มต้นเขียนแบบ
3. บรรทัดสามเหลี่ยม	3. ลากเส้นฐานซึ่งใช้เป็นฐาน และใช้แบ่งส่วนในการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นขนาน
4. ยางลบ	4. เขียนแบบแผ่นคลี่กรวยแปดเหลี่ยมด้วยเส้นรัศมี
5. กระดาษเขียนแบบ	5. ตรวจสอบความถูกต้อง
6. โต๊ะเขียนแบบ	6. ส่งตรวจ