

หน่วยที่ 5

งานบัดกรีแข็ง

	แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
หัวข้อเรื่อง 1. งานบัดกรีแข็ง 2. คุณสมบัติของการบัดกรีแข็ง 3. ตัวช่วยประสาน 4. ลวดบัดกรีหรือโลหะประสาน 5. การให้ความร้อนในการบัดกรี สาระสำคัญ การบัดกรี คือ การต่อประสานให้ชิ้นงานทั้งสองชิ้นที่ยังอยู่ในสภาพแข็งแต่โลหะประสานจะหลอมละลายแทรกอยู่ในรอยต่อระหว่างชิ้นงานทั้งสอง เมื่อเย็นตัวลงจะยึดให้ชิ้นงานทั้งสองชิ้นติดกันงานบัดกรียังอาศัยองค์ประกอบเช่น ตัวช่วยประสาน ลวดบัดกรีหรือโลหะประสาน และการให้ความร้อน ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรมีการศึกษาทบทวนเพื่อความเข้าใจในการปฏิบัติงาน สมรรถนะอาชีพประจำหน่วย (สิ่งที่ต้องการให้เกิดการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ คุณธรรม เข้าด้วยกัน) 1. อธิบายหลักการทำงานของงานบัดกรีแข็งได้อย่างถูกต้องและได้ประสิทธิภาพของทุกขั้นตอนการปฏิบัติงาน จุดประสงค์การสอน/การเรียนรู้ • จุดประสงค์ทั่วไป / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง (ด้านความรู้) 1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักงานบัดกรีแข็ง (ด้านทักษะ) 2. เพื่อให้มีทักษะในการปฏิบัติงานบัดกรี (ด้านคุณธรรม จริยธรรม) 3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานบัดกรีด้วยความปลอดภัยลดค่าใช้จ่ายและคุ้มค่ากับการทำงานในระยะยาวตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ 3D		

	แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม / บุรณาการเศรษฐกิจพอเพียง (ด้านความรู้) - อธิบายลักษณะงานบัดกรีแข็งได้อย่างถูกต้อง (ด้านทักษะ) - จำแนกประเภทของการบัดกรีได้อย่างถูกต้อง - เลือกใช้ฟลักซ์ที่เหมาะสมกับลวดบัดกรีและชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง - เลือกใช้ลวดบัดกรีได้อย่างถูกต้อง - ปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีได้อย่างถูกต้อง (ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บุรณาการเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ3D) - ใช้วิธีปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีได้ถูกต้องด้วยความปลอดภัยลดค่าใช้จ่ายและคุ้มค่ากับการทำงานในระยะยาวตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ3D การบูรณาการกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และคุณลักษณะ 3D ● หลักความพอประมาณ - กำหนดวิธีและขั้นตอนการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีได้อย่างถูกต้อง - กำหนดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ● หลักความมีเหตุผล - ใช้วิธีการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะงาน - มีหลักการเลือกเทคนิคการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีเหมาะสมกับลักษณะงาน - สามารถเลือกใช้วิธีการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีถูกต้องตามลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานเชื่อม - กล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลในการตอบคำถาม ● หลักความมีภูมิคุ้มกัน - มีทักษะในการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีตรงตามตำแหน่งท่าเชื่อมอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ - ได้รับความรู้ที่ถูกต้องในการเลือกเทคนิคการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรี - สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีในการประกอบอาชีพ - มีความรอบคอบในการเลือกใช้เทคนิคการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีในการนำไปใช้งานเชื่อมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี - แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ด้วยตนเอง		

	แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
การตัดสินใจและการดำเนินกิจกรรมต่างๆให้อยู่ในระดับพอเพียงหรือตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงนั้น ต้องอาศัยทั้งความรู้และคุณธรรมเป็นพื้นฐาน ดังนี้ ● เงื่อนไขความรู้ 1. มีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีด้วยความรอบครอบและปลอดภัย (ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบรู้ รอบคอบ ระมัดระวัง) 2. มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรี 3. เลือกใช้วิธีการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีด้วยความละเอียดรอบคอบและปลอดภัย ● เงื่อนไขคุณธรรม 1. ใช้วิธีปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีที่ถูกต้องและปลอดภัยเหมาะสมกับงาน 2. เลือกใช้ชนิดของอุปกรณ์ปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีด้วยความปลอดภัยง่ายต่อการปฏิบัติงานอย่างคุ้มค่า ประหยัดเวลา (ความประหยัด) 3. ใช้หลักความปลอดภัยตรงตามมาตรฐานสากล (ความซื่อสัตย์ สุจริต)		



แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี

หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

สอนสัปดาห์ที่ 14

ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4

เนื้อหาเนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

• ด้านความรู้ / บุคลากรเศรษฐกิจพอเพียง

1. งานบัดกรีแข็ง

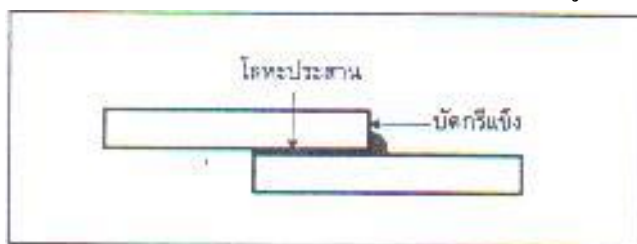
1.1 งานบัดกรีแข็ง(จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1)

งานบัดกรีแข็ง (Brazing) หมายถึง กรรมวิธีต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกัน โดยใช้ความร้อนเกินกว่า 840°F (450°C) ความร้อนที่ให้นี้เพียงพอต่อการหลอมละลายโลหะประสาน (โลหะบัดกรี) โลหะประสานนี้จะประสานให้โลหะสองชิ้นติดกันโดยที่ชิ้นโลหะทั้งสองชิ้นไม่ได้หลอมละลายรวมตัวกับโลหะประสาน ซึ่งเหมาะสำหรับงานดังนี้

1. ใช้ยึดประกอบชิ้นงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก เช่น งานบัดกรีเครื่องประดับต่าง ๆ
2. ไม่เกิดแนวร้าวเหมือนแนวเชื่อม งานบางประเภทไม่เป็นที่ต้องการ เพราะแนวร้าวที่เกิดจากการเชื่อมอาจจะไปขวางทางเดินในการทำงานของเครื่องมือ-เครื่องจักรได้
3. ชิ้นงานไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายใน โลหะบางประเภทเมื่อเชื่อมแล้วความแข็งแรงกลับลดลง แต่การบัดกรีแข็ง ชิ้นงานที่ต้องการไม่หลอมละลาย
4. ไม่เกิดการบิดตัว เนื่องจากใช้ความร้อนน้อย
5. เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า เพราะประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเตรียมงานก่อนการเชื่อมและหลังการเชื่อม

การบัดกรีนั้น โลหะบัดกรีจะทำหน้าที่ฉาบ เยี่ยมไหลซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างชิ้นงานทั้งสองชิ้นนั้น ดังนั้น การบัดกรีแข็ง (Brazing) รอยต่อจะต้องมีช่องว่างที่เล็ก หรือแคบมากประมาณ 0.025 นิ้ว ถึง 0.003 นิ้ว

ช่องว่างเล็ก ๆ นั้น จะมีลักษณะเป็นรูหรือหลอดขนาดเล็กที่จะทำปฏิกิริยาให้น้ำโลหะประสานซึมเข้าไปในรอยต่อ เมื่อได้รับความร้อนเพียงพอ ดังแสดงในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แสดงการบัดกรีแข็งในการต่อเกลย



แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี

หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

สอนสัปดาห์ที่ 14

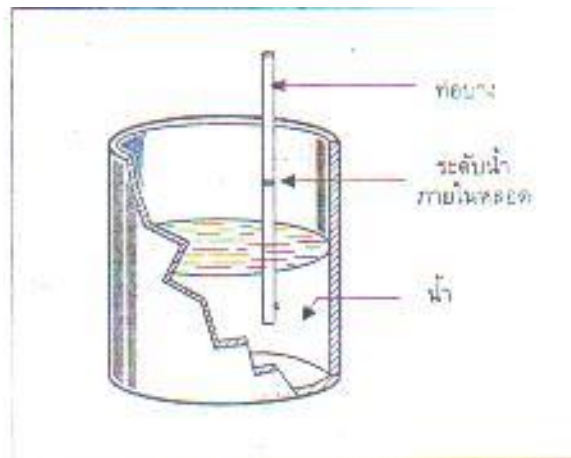
ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4

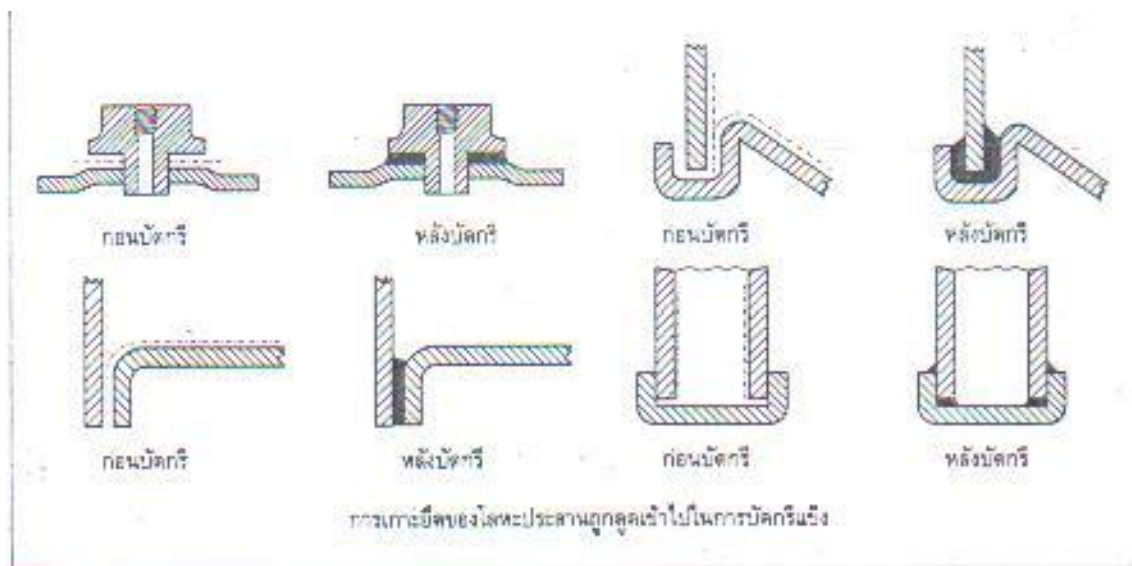
• ด้านทักษะ / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

2. หลักการแล่นประสานของโลหะประกอบ (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2)

เมื่อนำหลอดขนาดเล็กจุ่มลงในโหลน้ำจะเกิดแรงดันน้ำที่อยู่ในหลอดสูงขึ้น หรือดึงของเหลวขึ้นสูงกว่าระดับปกติ ดังแสดงในรูปที่ 6.2 ซึ่งการบัดกรีแข็งก็ใช้หลักการนี้ช่วยในการซึมแล่นเข้าไปภายในช่องว่างระหว่างชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.2 แสดงกิริยาของหลอดที่ดึงน้ำภายในหลอดขึ้นสูงกว่าระดับน้ำภายในโหล



รูปที่ 6.3 แสดงลักษณะของรอยต่อ และการซึมแล่นของโลหะประสานในกรบัดกรีแข็ง



แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี

หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

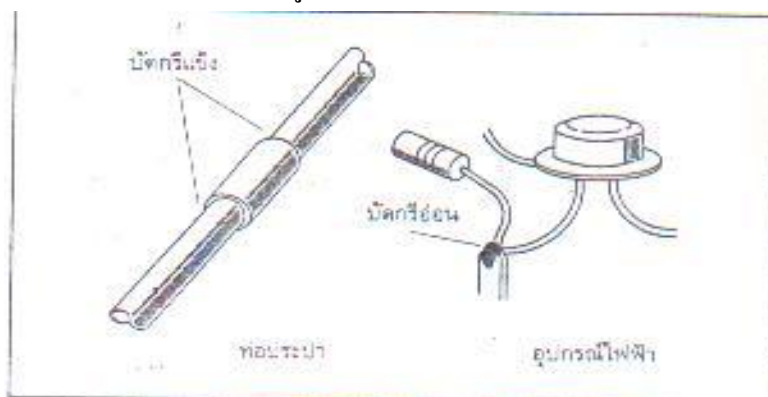
สอนสัปดาห์ที่ 14

ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4

คุณสมบัติของการบัดกรีแข็ง

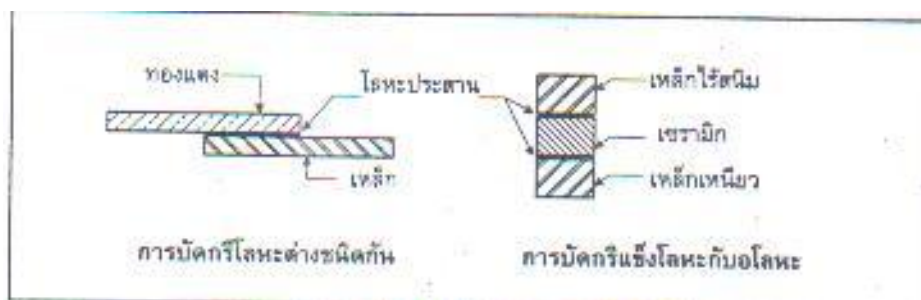
1. รอยต่อที่ได้จากการบัดกรีไม่ฉีกหรือหลุดออกมาได้ง่าย มีอายุการใช้งานเพียงพอกับความ ต้องการ แต่จะหลุดออกได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน จนกระทั่งถึงจุดหลอมละลายของโลหะบัดกรี และชิ้นส่วน นั้นก็ยังสามารถนำมาใช้งานได้อีก ดังแสดงในรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4 แสดงตัวอย่างรอยต่อที่ถาวรแต่ก็สามารถแยกออกได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน

และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก

2. วัสดุที่ไม่เหมือนกันสามารถต่อกันได้ เป็นเรื่องง่ายกรณีที่จะต่อโลหะที่ไม่เหมือนกันให้ติดกัน เช่น ทองแดงกับเหล็ก อะลูมิเนียมกับทองเหลือง และเหล็กหล่อกับเหล็กไร้สนิม เป็นไปได้ที่เราจะประสาน วัสดุที่ไม่ใช่โลหะเข้าด้วยกัน หรือโลหะประสานกับวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ เช่น เซรามิก (Ceramic) สามารถ ประสานกับโลหะได้ด้วยการบัดกรีแข็ง ดังแสดงในรูปที่ 6.5



รูปที่ 6.5 แสดงการต่อโลหะต่างชนิดกัน และการต่อโลหะกับวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ



แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี

หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

สอนสัปดาห์ที่ 14

ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4

3. ความเร็วในการบัดกรี การบัดกรีแข็ง เราสามารถรวบรวมชิ้นส่วนที่จะบัดกรีนำไปเผาหรืออบให้ร้อนด้วยเตาไฟฟ้า (Furnace) แล้วจึงนำมาบัดกรีแข็ง ซึ่งจะช่วยให้สามารถบัดกรีแข็งได้จำนวนมาก เพราะประหยัดเวลาในการเผาให้ความร้อน

4. กรณีอุณหภูมิต่ำ อาจเป็นเพราะว่า เวลาในการให้ความร้อนน้อยเกินไป นับว่าเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งที่ผู้ปฏิบัติงานบัดกรีแข็งจะต้องควบคุมให้ได้ก่อนที่จะเต็มลวดประสานลงไป

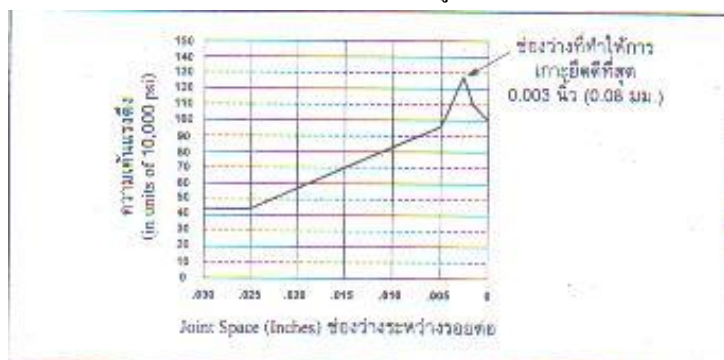
5. การแตกร้าวของแนวบัดกรีเนื่องมาจากอุณหภูมิ ความร้อนที่เผาบนชิ้นงาน ถ้ามีอุณหภูมิสูงอาจเป็นสาเหตุให้แนวบัดกรีเสียหายหรือแตกร้าวได้ ซึ่งจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำแต่เพียงพอกับการบัดกรี ปัญหาการแตกร้าวนี้ผู้ปฏิบัติงานไม่ควรให้เกิดขึ้นในการบัดกรี

6. การให้ความร้อนและการเย็นตัว การให้ความร้อนในการบัดกรี ควรให้ความร้อนเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ เพราะใช้ความร้อนน้อย โดยที่ชิ้นงานไม่หลอมละลาย เพียงแต่โลหะบัดกรีซึ่งมีขนาดเล็กหลอมละลายได้เร็วกว่า ซึ่งจะหลอมละลายและแทรกซึมไปเกาะยึดในรอยต่อเมื่อเย็นตัวลง แต่การเย็นตัวอนุญาตให้เย็นตัวลงได้อย่างรวดเร็ว

การเกิดความร้อนเกินภายในเนื้อโลหะมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหัน ซึ่งสามารถแก้ไขให้ลดลงได้โดยการให้ความร้อนที่รอยต่ออีกครั้งหนึ่ง แล้วปล่อยให้เย็นตัวลงอย่างช้า ๆ

7. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของรอยต่อ เช่น ความเค้นแรงดึง (Tensile Strength) ซึ่งรอยต่อที่เกิดจากการบัดกรีจะสามารถต้านทานต่อแรงดึงได้ดี โดยทนต่อแรงดึงได้สูงกว่าลวดบัดกรี 4-5 เท่า ซึ่งเปรียบเทียบกับกับน้ำซึ่งไม่มีค่าความเค้นแรงดึงเลย แต่เมื่อหยดน้ำลงบนวัตถุที่มีผิวเรียบ เช่น กระดาษ 2 ชั้นประกบกันอยู่จะเกิดฟิล์มบาง ๆ บนผิวกระดาษ ซึ่งเกิดความต้านทานต่อแรงดึงสูง

ในหลักการเดียวกันดังที่กล่าวมาข้างต้น การบัดกรีแข็ง (Brazing) รอยต่อที่มีช่องว่างที่เหมาะสมที่ผิวหน้าจะมีความต้านทานต่อแรงดึงเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 6.6



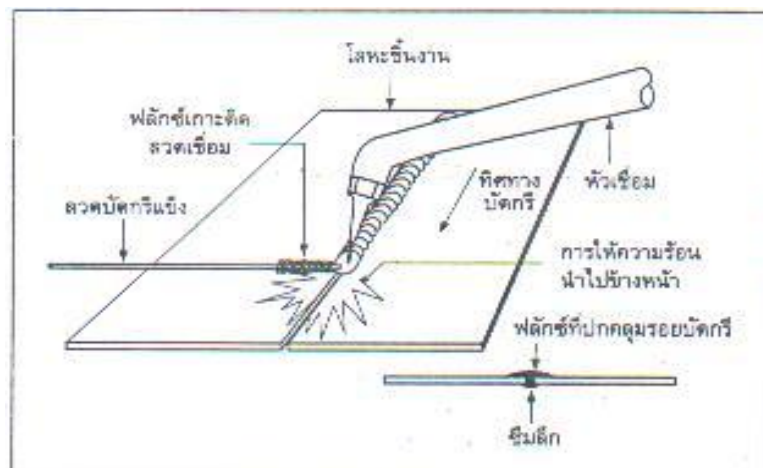
รูปที่ 6.6 ความเค้นแรงดึงของรอยต่อบัดกรีแข็งเพิ่มขึ้น ถ้าช่องว่างระหว่างของรอยต่อเพิ่มขึ้น

แต่เมื่อห่างมากเกินไปความเค้นแรงดึงก็เริ่มลดลง



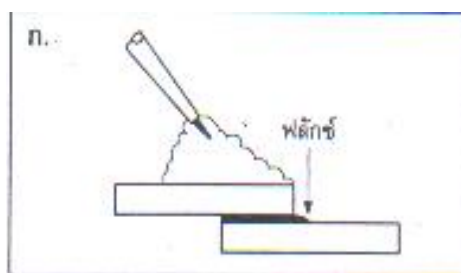
3. ตัวช่วยประสาน (Flux) (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3)

ตัวช่วยประสานที่ใช้ในการบัดกรีมีทั้งชนิดเหลว และเป็นผง เพื่อเป็นตัวทำความสะอาดรอยบัดกรี ขจัดออกไซด์ขณะบัดกรี และเป็นตัวช่วยประสานทำให้โลหะบัดกรีเล่นซิมเข้าไปในช่องว่างระหว่างรอยต่อได้ง่าย การบัดกรีแข็งส่วนใหญ่แล้วฟลักซ์จะเป็นชนิดผง ในการฟลักซ์ผงควรเผาผลาญบัดกรีให้ร้อน มีความยาวประมาณ 60 มม. แล้วจุ่มลวดที่เผาให้ร้อนนั้นลงในภาชนะที่บรรจุผงฟลักซ์ ซึ่งผงฟลักซ์จะเกาะติดลวดเชื่อมเมื่อเผาขึ้นงานจนกระทั่งได้อุณหภูมิเหมาะสมแล้ว จึงเติมลวดพร้อมฟลักซ์ลงไป ในรอยต่อ หรือเผาขึ้นงานให้ร้อนแล้วใช้วิธีโรยฟลักซ์บาง ๆ ลงบริเวณรอยต่อที่จะทำการบัดกรี ฟลักซ์ที่โรยลงไปจะหลอมละลายเกาะติดกับชิ้นงาน เมื่อเติมลวดบัดกรีลงไป จะช่วยให้โลหะบัดกรีซึมเล่นเข้าไปในรอยต่อได้ง่าย ดังแสดงในรูปที่ 6.7 และรูปที่ 6.8



รูปที่ 4.7 แสดงการบัดกรีแข็งด้วยการเผาผลาญบัดกรีให้ร้อน แล้วจุ่มในภาชนะบรรจุฟลักซ์

ทำให้ฟลักซ์เกาะติดที่ลวด



จากรูป ก. เผาขึ้นงานให้ได้อุณหภูมิประมาณ 850 °F แล้วจึงโรยฟลักซ์ลงไป ในรอยต่อที่จะบัดกรี ฟลักซ์จะละลายและซึมเข้าไปในรอยต่อทำหน้าที่ทำความสะอาดผิวหน้าบริเวณรอยต่อ



แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี

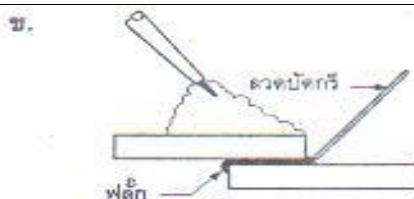
หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

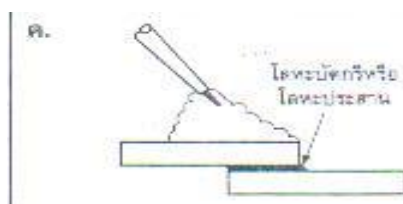
สอนสัปดาห์ที่ 14

ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4



จากรูป ข. เติมลวดบัดกรีลงบนรอยต่อ ฟลักซ์จะช่วยลดออกซิเจนบนรอยต่อ และช่วยให้ลวดบัดกรีที่ละลายสามารถซึมผ่านเข้าไปในรอยต่อได้ง่าย



จากรูป ค. ลวดบัดกรีซึมผ่านเข้าไปในช่องว่างระหว่างรอยต่อ

รูปที่ 4.8 แสดงการช่วยในการขจัดออกไซด์ ทำความสะอาดผิวหน้ารอยบัดกรี และช่วยให้ลวดบัดกรีไหลเข้าไปในรอยต่อ

การเลือกใช้ตัวประสาน (Flux) ขึ้นอยู่กับชนิดของลวดบัดกรี เช่น

ลวดบัดกรี	ชิ้นงานบัดกรี	ตัวประสาน (FLUX)
ทองเหลือง, บรอนซ์	เหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) เหล็กหล่อ (Cast Steel)	บอแรกซ์ (Borax)
เงิน, เงินเจือ, ทังสเตน	ทองแดง เงิน	โซเดียมไซยาไนด์ กรดโบริก กรดโบเรต
เงินเจือ	เหล็กไร้สนิม ซิลิคอนบรอนซ์ ทองเหลืองเจืออะลูมิเนียม เบริลเลียม	อัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์ (Alkaline Bifluoride)

จากตารางจะเห็นว่า อัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์ (Alkaline Bifluoride) เป็นฟลักซ์อีกชนิดหนึ่งที่ใช้ในการบัดกรีแข็ง ซึ่งเหมาะสำหรับชิ้นงานที่เป็นโลหะประเภทเหล็กไร้สนิม (Stainless) ซิลิคอนบรอนซ์ ทองเหลืองเจือ อะลูมิเนียม และเบริลเลียม แต่กลิ่นของแก๊สที่เกิดจากฟลักซ์ชนิดนี้จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้น ในการทำงาน ผู้ปฏิบัติงานบัดกรีแข็งโลหะด้วยฟลักซ์ชนิดนี้ต้องบัดกรีในสถานที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี



แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี

หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

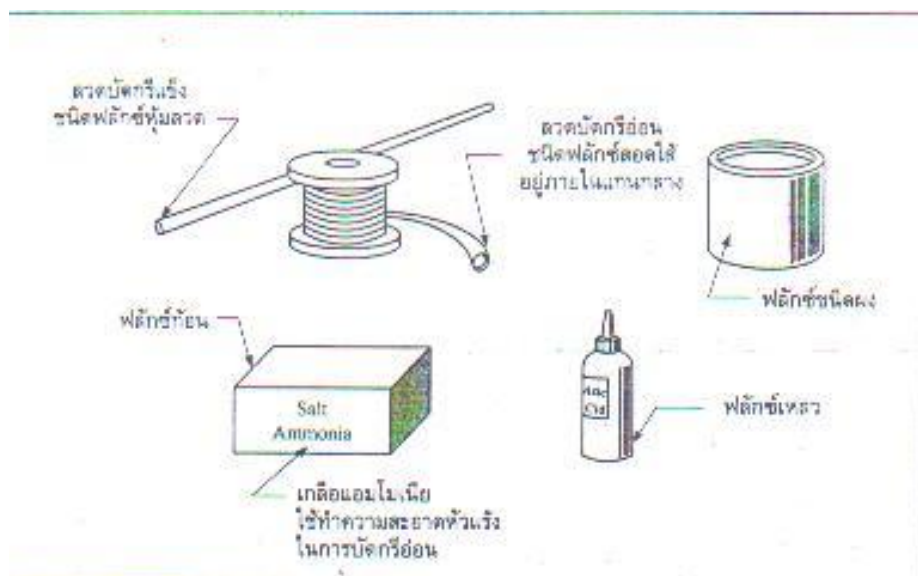
สอนสัปดาห์ที่ 14

ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4

ในการใช้ฟลักซ์ที่ทำจากเกลือโซเดียมไซยาไนด์ก็เช่นกัน แก๊สที่เกิดจากการใช้ฟลักซ์ชนิดนี้ จะมีอันตรายมากต่อระบบการหายใจ ดังนั้น ขณะบัดกรีชิ้นงานต้องพยายามหลีกเลี่ยงการสูดกลิ่นระเหยของฟลักซ์ชนิดนี้ และไม่ควรถูกส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย ฟลักซ์ชนิดนี้จึงเหมาะสำหรับผู้ที่เคยได้รับการฝึกหัดมาเป็นอย่างดี

ลวดบัดกรีบางชนิด เพื่อความสะดวกในการใช้งาน บริษัทผู้ผลิตจะออกแบบให้ฟลักซ์หุ้มลวดบัดกรี หรือใส่ฟลักซ์ไว้แกนกลาง ซึ่งลวดประเภทนี้ช่วยให้บัดกรีได้สะอาดและยุ่งยากในการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 6.9



รูปที่ 6.9 แสดงลวดบัดกรีและฟลักซ์แบบต่าง ๆ ในการบัดกรี

ฟลักซ์ที่เหมาะสมสำหรับลวดบัดกรีทองเหลือง การเลือกใช้ฟลักซ์ขึ้นอยู่กับชนิดของลวดบัดกรีและชิ้นงานที่จะบัดกรี แต่ฟลักซ์ที่เหมาะสมสำหรับลวดทองเหลืองที่นิยมใช้กันนั้น คือ ผงบอแรกซ์ (Borax) หรือฟลักซ์เหลวที่เกิดจากการใช้ผงบอแรกซ์จำนวน 75% ผสมกับกรดโบริกจำนวน 25%

- ในการบัดกรีมิใช่ว่าฟลักซ์จะเป็นตัวช่วยทำความสะอาดได้ทั้งหมด ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานควรพิจารณาช่วยทำความสะอาดตามความเหมาะสมในเบื้องต้น เช่น ล้างไขมัน หรือคราบน้ำมันออกจากผิวหน้าของชิ้นงาน หรือใช้กระดาษทรายขัดคราบสนิมที่ไม่ต้องการออกเสียก่อน เพื่อคุณภาพของรอยบัดกรี

- ถ้าใช้ฟลักซ์มากเกินไปในการบัดกรีอ่อนหรือแข็งก็ตาม นอกจากจะต้องเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้นโดยเปล่าประโยชน์แล้ว ยังทำให้มีฟลักซ์เหลือตกค้างจำนวนมากบนรอยต่อ ซึ่งจะทำให้อายุการใช้งานไม่แข็งแรง หรือเป็นสาเหตุให้อายุการใช้งานสั้นลงได้ในอนาคต



แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี

หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

สอนสัปดาห์ที่ 14

ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4

4. ลวดบัดกรีหรือโลหะประสาน(จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 4)

เป็นตัวยึดหรือประสานให้โลหะ 2 ชิ้นต่างชนิดกันหรือกับโลหะให้ติดกัน ขณะที่เผาจนกระทั่งลวดบัดกรีหลอมละลาย ลวดประสานจะทำจากโลหะผสมกัน เพื่อที่จะใช้อุดหนุนมิฉะนั้นการบัดกรี ลวดบัดกรีแข็งต้องเลือกให้เหมาะสมกับชิ้นงานที่จะบัดกรี เพราะการบัดกรีแข็งชิ้นงานไม่หลอมละลาย จะหลอมละลายเฉพาะลวดลวดบัดกรีเท่านั้น นั่นคือ ลวดบัดกรีจะต้องมีจุดหลอมละลายต่ำกว่าชิ้นงาน เช่น การบัดกรีควรเลือกใช้ลวดบัดกรีทองเหลืองได้ แต่ชิ้นงานที่เป็นทองเหลืองควรใช้ลวดบัดกรีหรือลวดประสานที่เป็นเงิน

ตารางที่ 6-1 แสดงการเลือกใช้ลวดบัดกรีให้เหมาะสมกับโลหะงาน

<i>Base Metal</i>	Brazing Filler Metal
Aluminum	BAISi, aluminum silicon
Carbon steel	BCuZn, brass (copper-zinc) BAg, silver alloy
Alloy Steel	BNi, nickel alloy
Stainless Steel	BAu, gold base alloy BNi, nickel alloy
Cast Iron	BCuZn, brass (copper-zinc)
Galvanized Iron	BCuZn, brass (copper-zinc)
Nickel	BAu, gold base alloy BAg, silver alloy BNi, nickel alloy
Nickel-copper Alloy	<i>BNi, nickel alloy</i> BAg, silver alloy BCuZn, brass (copper-zinc)
Copper	BCuZn, brass (copper-zinc) BAg, silver alloy BCuP, copper-phosphorus
Silicon Bronze	BCuZn, brass (copper-zinc) BAg, silver alloy
Tungsten	BCuP, copper-phosphorus



แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี

หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

สอนสัปดาห์ที่ 14

ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4

ตารางที่ 6-2 ตารางแสดงการเว้นช่องว่างของรอยต่อที่เหมาะสมสำหรับโลหะบัดกรีในการบัดกรีแข็ง

Filler Metal	Joint Spacing	
	In.	mm
BAISi	.006-.025	(0.15-0.61)
BAg	.002-.005	(0.05-0.12)
BAu	.002-.005	(0.05-0.12)
BCuP	.001-.005	(0.03-0.12)
BCuZn	.002-.005	(0.05-0.12)
BNi	.002-.005	(0.05-0.12)

จากตารางเป็นการเว้นช่องว่างบัดกรีแข็งให้เหมาะสมกับชนิดของลวดบัดกรี เช่น BAg หมายถึง ลวดบัดกรีแข็งที่เป็นเงิน ควรเว้นช่องว่างระหว่างชิ้นงาน 0.002-0.005 นิ้ว หรือ 0.05-0.12 มม. เป็นต้น

5. การให้ความร้อนในการบัดกรี(จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 5)

การให้ความร้อนกับชิ้นงานบัดกรี อาจใช้เปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับออกซิเจน หรือให้ความร้อนโดยการอบในเตาไฟฟ้า (Electric Furnace)

5.1. การให้ความร้อนหรือด้วยเปลวไฟ

1.1 การบัดกรีด้วยแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene) กับออกซิเจน (Oxygen) เป็นแก๊สที่นิยมใช้กันมาก แต่ว่าแก๊สอะเซทิลีนให้ความร้อนสูงมาก อาจจะทำให้เกิดการไหม้ที่แนวบัดกรี นั่นคือ ชิ้นงานที่บัดกรีเกิดการหลอมละลายนั่นเอง และพลักซ์ได้รับความร้อนสูงเกินไป ดังนั้น การบัดกรีแข็งด้วยแก๊สอะเซทิลีนนี้ ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความชำนาญสูง

1.2 มีเปลวไฟจากแก๊สบางชนิดที่ให้ความร้อนน้อยและบัดกรีได้นุ่มนวลกว่า นั่นคือ แก๊สโพรเพน (Propane) แก๊สบิวเทน (Butane) แก๊สธรรมชาติ (Natural) และแก๊ส MAPP ซึ่งแก๊สดังกล่าวนี้อาจให้ความร้อนน้อยกว่าแก๊สอะเซทิลีนเล็กน้อย แต่เปลวไฟจะก่อตัวเป็นรูปร่างที่ใหญ่กว่า ดังแสดงในรูปที่ 6.10



แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี

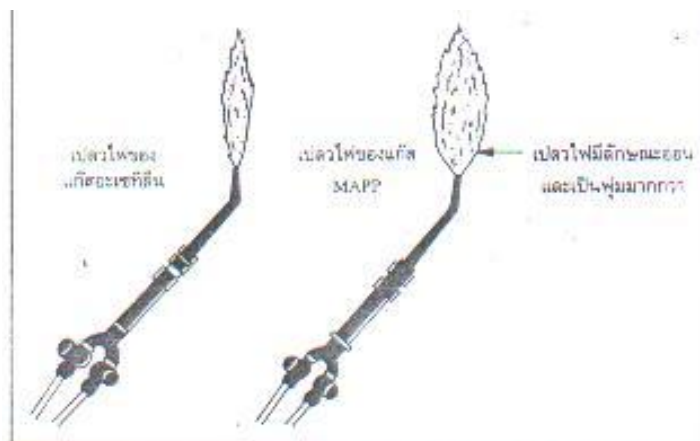
หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

สอนสัปดาห์ที่ 14

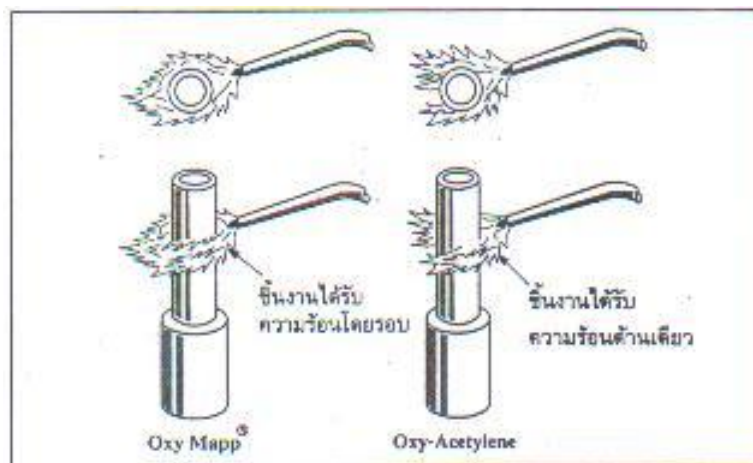
ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4



รูปที่ 6.10 เปรียบเทียบเปลวของแก๊สอะเซทิลีนกับแก๊ส MAPP

จากรูปที่ 6.11 จะเห็นว่าเปลวไฟมีขนาดกว้างและใหญ่กว่า สามารถให้ความร้อนกับชิ้นงานได้พื้นที่มากกว่า ทำให้เหมาะกับลักษณะของการบัดกรีเป็นอย่างมาก ทำให้สามารถบัดกรีได้เร็ว เช่น ในการบัดกรีท่อขนาดเล็ก เปลวไฟจะห่อหุ้มท่อโดยรอบ ทำให้ลวดบัดกรีสามารถจะเล่นประสานได้โดยรอบ โดยไม่ต้องหมุนชิ้นงาน หรือเริ่มต้นเผาไหม้ในด้านตรงข้าม ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 6.11 แสดงการให้ความร้อนของเปลวไฟ Oxy MAPP กับ Oxy Acetylene

แก๊ส MAPP จะมีเสถียรภาพมากเมื่ออยู่ในสภาพของเหลวเมื่อบรรจุอยู่ในถัง มีส่วนผสมของเมทิลอะเซทิลีน (Methylacetylene, $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$) และโพรพาดีน (Propadiene, $\text{CH}_2=\text{C}\equiv\text{CH}_2$) เมื่อเผาไหม้จะให้ความร้อนและอุณหภูมิสูง เปลวไฟที่ได้สามารถนำไปใช้ตัด บัดกรี และเผาให้ความร้อนเพื่อนำไปชุบแข็งได้ดี



แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี

หน่วยที่ 6

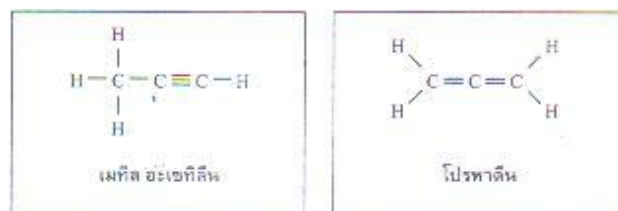
ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

สอนสัปดาห์ที่ 14

ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4

แก๊สผสมที่ใช้ในการผลิตแก๊ส MAPP มีโครงสร้างของอะตอมคือ มีคาร์บอน 3 อะตอม และมีไฮโดรเจน 4 อะตอม ซึ่งเป็นโมเลกุลของแก๊ส โมเลกุลของแก๊สนี้จะมีน้ำหนัก ขนาด เหมือนกับแก๊สชนิดอื่น แต่มีรูปร่างที่แตกต่างจากแก๊สอื่น ดังนี้



รูปที่ 6.12 แสดงโมเลกุล MAPP ที่เกิดจากโมเลกุลของเมทิลอะเซทิลีนร่วมกับโมเลกุลของโพรพาดีน

เนื่องจากแก๊สเมทิลอะเซทิลีนและโพรพาดีน มีน้ำหนักและขนาดที่เหมือนกัน โมเลกุลของแก๊สจึงสามารถผสมกันได้และมีเสถียรภาพอยู่ในท่อได้ การผสมกันต้องถูกต้องและอยู่ในปริมาณที่ควบคุมได้ ดังแสดงในรูปที่ 6.13

เปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊ส MAPP ที่เปลวนิวทรัล (Neutral Flame) จะมีอุณหภูมิประมาณ 5,301°F (2,927 °C) ให้ปริมาณความร้อน 517 Btu/ft³ (19kg-Cal/m³) ในปฏิกิริยาเผาไหม้ครั้งแรก (Primary Flame) และให้ปริมาณความร้อน 1,889 Btu/ft³ (70 kg-Cal/m³) ปฏิกิริยาเผาไหม้ครั้งที่สอง (Secondary Flame) รวมปริมาณความร้อนทั้งหมดเป็น 2,406 Btu/ft³ (90 kg-Cal/m³)



รูปที่ 6.13 แสดงถังบรรจุก๊าซ MAPP



แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี

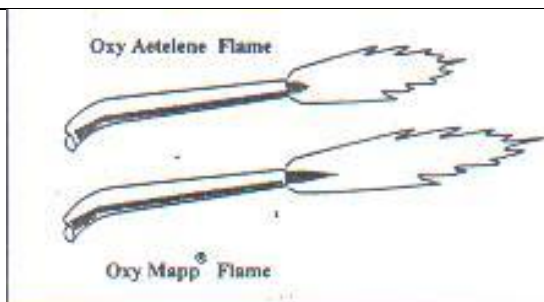
หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

สอนสัปดาห์ที่ 14

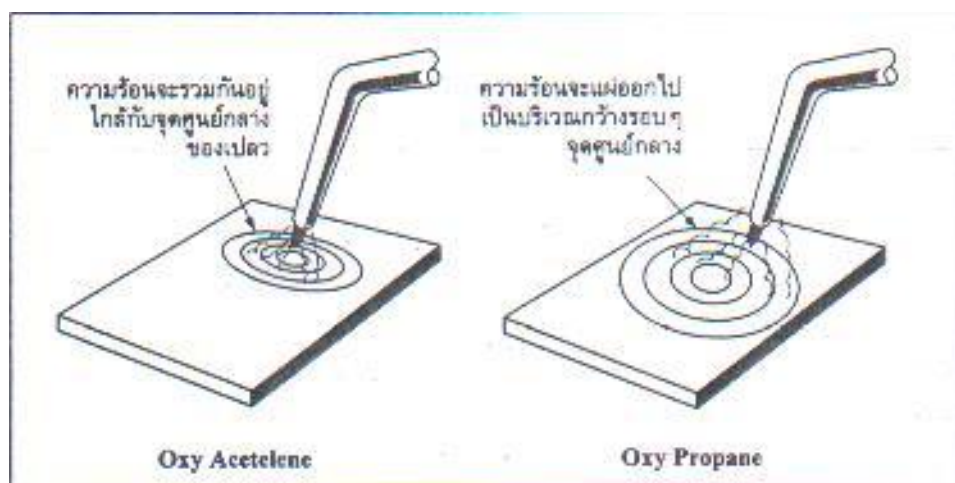
ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4



รูปที่ 6.14 แสดงกรวยกลาง (Inner Cone) และลักษณะของเปลวไฟของแก๊สออกซิเจนอะเซทีลีน และออกซิเจน - MAPP

จะเห็นว่าเปลวไฟของแก๊ส MAPP จะยาวกว่าแก๊สอะเซทีลีน เพราะอัตราการเผาไหม้ช้ากว่า เปลวไฟที่ได้จากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊ส MAPP



รูปที่ 6.15 เปลวอะเซทีลีนมีอุณหภูมิสูงอยู่ในวงแคบ ซึ่งเป็นสาเหตุให้บริเวณที่เผาได้รับความร้อนเกินไป

2. การให้ความร้อนด้วยเตาไฟ (Furnace and Brazing)

การให้ความร้อนด้วยวิธี ขึ้นงานจะถูกนำไปวางไว้ในเตา ซึ่งอาจให้ความร้อนโดยใช้ไฟฟ้า น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ หรือแก๊สเชื้อเพลิงอื่น ๆ

ข้อดีของการให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้า

- 1) สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ช่วยไม่ให้เกิดความร้อนเกินหรือมากเกินไป (Overheat)
- 2) สามารถควบคุมการรวมตัวของออกซิเจนได้ เตาไฟฟ้าสามารถใส่แก๊สเฉื่อย (Inert Gas) ป้องกันออกไซด์ก่อตัวขึ้นบนชิ้นงานได้



แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี

หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

สอนสัปดาห์ที่ 14

ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4

3) มีการให้ความร้อนอย่างมีรูปแบบ ความร้อนที่ให้อาจเพิ่มอย่างช้า ๆ และมีอุณหภูมิเท่ากันทุกจุด สามารถลดการเกิดความเค้นและการบิดตัวในชิ้นงานได้

4) สามารถทำเป็นกระบวนการผลิตได้ (Mass Product) การให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้าสามารถจะให้ความร้อนกับชิ้นงานครั้งละจำนวนมาก ๆ ได้ ซึ่งเป็นผลให้สามารถบัดกรีได้รวดเร็ว เนื่องจากมีการให้ความร้อนกับชิ้นงานไว้แล้ว เป็นการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการนั้น ๆ

ข้อเสียของการให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้า

- 1) ชิ้นงานที่จะให้ความร้อนในเตาไฟฟ้าจะมีขนาดเล็ก ชิ้นงานที่ใหญ่จะไม่สามารถเผาในเตาได้
- 2) เกิดการแตกร้าวเนื่องจากความร้อน การให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้า ชิ้นงานจะร้อนมีอุณหภูมิสูงทั้งชิ้น กรณีชิ้นงานบางชิ้นที่ส่วนอื่นประกอบอยู่ การให้ความร้อนทั้งชิ้นอาจทำให้ส่วนประกอบอื่นเสียหายได้ ควรให้ความร้อนเฉพาะจุดเท่านั้น

(ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ3D)

6. ใช้วิธีปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีได้ถูกต้องด้วยความปลอดภัยลดค่าใช้จ่ายและคุ้มค่ากับการทำงานในระยะยาวตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ3D (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 6)

ใบกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 2103-1005

หน่วยที่ 6 ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง ระดับ ปวช

ลำดับขั้นการสอน	การเรียนรู้การสอน	รายการสื่อ, อุปกรณ์, เครื่องมือ
1. ขั้นสนใจ ปัญหา (Motivation)	1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้พื้นฐาน 2. แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 6 งานบัดกรีแข็ง และการให้ความร่วมมือของนักศึกษาในการทำกิจกรรม 3. ครูเล่าถึงการปฏิบัติงานบัดกรีแข็ง ในลักษณะงานต่างๆ 4. ครูถามนักเรียนถึงงานบัดกรีแข็งที่นักเรียนเห็นในงานต่างๆ 5. ผู้เรียนมีการตอบคำถามการอิสระ(Democracy ด้านประชาธิปไตย:3D)	- เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ - หนังสือเรียน
2. ขั้นศึกษา ข้อมูล (Information)	6. ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 งานบัดกรีแข็ง 7. ครูผู้สอนอธิบายเนื้อหาในหน่วยที่ 6 ตามจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม 8. ผู้เรียนฟังครูคำบรรยายตามเนื้อหาในสไลด์สื่อการเรียนรู้ 9. ผู้เรียนคิดตามและทำความเข้าใจในเนื้อหางานบัดกรีแข็ง	วิชา งานงานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น - ใบงาน - ใบทดสอบ
3. ขั้นพยายาม (Application)	10. ครูอธิบายหลักการและเทคนิคการบัดกรีแข็ง 11. ผู้เรียนมีการถาม -ตอบภายในกลุ่มอย่างอิสระ 12. ครูผู้สอนอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมในหน่วยที่ 6 งานบัดกรีแข็ง 13. ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นมีการตอบคำถามการอิสระ 14. ครูสรุปจากที่นักศึกษานำเสนอข้อมูลพร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติม และสรุปเนื้อหาตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามหัวข้อสาระสำคัญพร้อมทั้งปลูกฝังให้นักศึกษาเอาใจใส่ในการเรียนรู้ ดูหนังสือและเอกสารประกอบการเรียนอย่างสม่ำเสมอ และฝึกการคิดวิเคราะห์ส่งเสริมให้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์	
4. ขั้นสำเร็จผล (Progress)	(ส่งผลทำให้ห่างไกลจากยาเสพติดอย่างแท้จริง Drug-Free ด้านภูมิคุ้มกันภัยจากยาเสพติด : 3D 15. ให้แต่ละคนทำแบบทดสอบหลังเรียน 16. ตรวจแบบทดสอบ	

	แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
การบูรณาการกับคุณลักษณะ 3 D แก่ผู้เรียน ด้านประชาธิปไตย (Democracy) 1. การทำงานร่วมกันโดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน 2. การให้ผู้ฟังแสดงความคิดเห็นภายในชั้นเรียน 3. การยกมือในการถาม-ตอบคำถาม ด้านคุณธรรมจริยธรรมและความเป็นไทย (Decency) 1. มีความตรงต่อเวลาในการเรียน (ความรับผิดชอบ) 2. มีหลักการและเทคนิคการทำงานบัดกรีแข็ง อย่างถูกต้องระเอียดรอบคอบ และประหยัดเวลาในการใช้งาน(ความประหยัด) 3. มีความเพียรพยายามใฝ่เรียนรู้ในการเรียน (ความ ขยัน ความอดทน) 4. ให้ความร่วมมือและความสามัคคีกับการทำกิจกรรมของส่วนรวม ด้านภูมิคุ้มกันภัยจากยาเสพติด(Drug - Free) ปลูกฝังให้นักศึกษาเอาใจใส่ในการเรียนรู้ ดูหนังสืออย่างสม่ำเสมอ และฝึกการคิดวิเคราะห์ส่งเสริมให้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ (ส่งผลทำให้ห่างไกลจากยาเสพติดอย่างแท้จริง Drug-Free ด้านภูมิคุ้มกันภัยจากยาเสพติด : 3D		

	แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
งานที่มอบหมายหรือกิจกรรมการวัดผลและประเมินผล • ก่อนเรียน 1. จัดเตรียมเอกสารประกอบการเรียน สื่อการเรียนการสอนตามที่อาจารย์ผู้สอนและบทเรียนกำหนด 2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่องความรู้พื้นฐานงานบัดกรีแข็ง แล้วเปลี่ยนกันตรวจคำตอบ 3. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 6 • ขณะเรียน 2. จากการจดบันทึกการบรรยายและตามสื่อการเรียนการสอน 3. จากการถาม-ตอบคำถาม 4. ร่วมกันสรุปเนื้อหา งานบัดกรีแข็ง 5. การทำใบงาน • หลังเรียน 1. ทำแบบทดสอบหลังเรียน 2. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน 1. ใบงานที่ได้รับมอบหมายของนักเรียน		

	แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้ สื่อสิ่งพิมพ์ 1. หนังสือเรียนวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (ใช้ประกอบการเรียนการสอนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-5) 2. แบบทดสอบก่อนเรียน ใช้ประกอบการสอนขั้นเตรียม ข้อ 1 3. แบบทดสอบหลังเรียน ใช้ประกอบการสอนขั้นสำเร็จ ข้อ 4 4. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ใช้ประกอบการสอนขั้นสรุป ข้อ 4 5. แบบเฉลยทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ใช้ประกอบในขั้นเตรียมและขั้นสรุป 6. แบบประเมินผลงานตามใบงาน ใช้ประกอบการสอนขั้นการเรียนการสอน ข้อ 2 7. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ใช้ประกอบการสอนขั้นการเรียนการสอน ข้อ 2 สื่อโสตทัศน (ถ้ามี) -- สื่อของจริง —		

	แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
แหล่งการเรียนรู้ ในสถานศึกษา 1. ห้องสมุด คีทวิทยบริการ ในหนังสือวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น , งานโลหะแผ่นพื้นฐาน เป็นต้น 2. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ศึกษาหาข้อมูลทาง Internet นอกสถานศึกษา 1. การฝึกปฏิบัติงานเชื่อมในสถานประกอบการอุตสาหกรรม ในพื้นที่ 2. กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น 1. บูรณาการกับวิชางานเชื่อมโลหะ 1 และงานเชื่อมโลหะ 2 2. บูรณาการกับวิชางานโลหะแผ่นพื้นฐาน 3. บูรณาการกับวิชางานประกอบชิ้นส่วนอุตสาหกรรม 4. บูรณาการกับวิชาวิถีธรรมวิถีไทย ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และการฝึกปฏิบัติตนทางสังคมด้านการเตรียมความพร้อม ความรับผิดชอบ และความสนใจใฝ่รู้		

	แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
การประเมินผลการเรียนรู้ หลักการประเมินผลการเรียนรู้ ก่อนเรียน. ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน ขณะเรียน 1. แบบประเมินการทำงานเป็นกลุ่ม 2. สังเกตการทำงานกลุ่มในการทำงาน หลังเรียน 1. ตรวจสอบทดสอบหลังเรียน 2. ตรวจสอบฝึกหัดทำขบทเรียน ผลงาน/ชิ้นงาน/ผลสำเร็จของผู้เรียน -		

	แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
รายละเอียดการประเมินผลการเรียนรู้ (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1 - 5) การวัดและประเมินผล 1. การวัดผล วัดผลโดยวิธีการดังนี้ 1.1 แบบฝึกหัดปรนัย 1 ตอน ตอนละ 5 คะแนน รวม 5 คะแนน 1.2 การทำใบงานเป็นกลุ่ม 5 คะแนน (การเตรียมตัว 2 คะแนน,รูปแบบการนำเสนอ 3 คะแนน) 1.3 แบบวัดบูรณาการคุณธรรม จริยธรรม รอยขีด(/) ละ 1 คะแนนสะสมปลายภาค 30 คะแนน 2. การประเมินผล การประเมินโดยถือเกณฑ์ เกณฑ์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) คะแนนระหว่าง 0-7 คะแนน อยู่ระดับต้องปรับปรุงแก้ไข (1) คะแนนระหว่าง 8 – 10 คะแนน อยู่ระดับต้องปรับปรุงแก้ไข (2) คะแนนระหว่าง 11 – 15 คะแนน อยู่ระดับต้องปรับปรุงแก้ไข (3) คะแนนระหว่าง 16 – 20 คะแนน อยู่ระดับต้องปรับปรุงแก้ไข (4) เกณฑ์การแบ่งกลุ่มจากการทดสอบก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) คะแนนระหว่าง 0-2 คะแนน จัดเป็นกลุ่มอ่อน คะแนนระหว่าง 3 – 4 คะแนน จัดเป็นกลุ่มปานกลาง คะแนนระหว่าง 5 – 10 คะแนน จัดเป็นกลุ่มเก่ง		

	แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
รายละเอียดการประเมินผลการเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1 อธิบายลักษณะงานบัดกรีแข็งได้อย่างถูกต้อง 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ 2. เครื่องมือ : แบบฝึกหัด ปรนัย 3 ข้อๆละ 1 คะแนน 3. เกณฑ์การให้คะแนน : อธิบายกรรมวิธีการบัดกรีได้ 3 คะแนน 4. เกณฑ์การตัดสินการผ่าน : ผ่านระดับร้อยละ 80 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 2 จำแนกประเภทของการบัดกรีได้อย่างถูกต้อง 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ 2. เครื่องมือ : แบบฝึกหัด ปรนัย 3 ข้อๆละ 1 คะแนน 3. เกณฑ์การให้คะแนน : จำแนกประเภทของการบัดกรีได้ 3 คะแนน 4. เกณฑ์การตัดสินการผ่าน : ผ่านระดับร้อยละ 80 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 3 เลือกใช้ฟลักซ์ที่เหมาะสมกับลวดบัดกรีและชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ 2. เครื่องมือ : แบบฝึกหัด ปรนัย 3 ข้อๆละ 1 คะแนน 3. เกณฑ์การให้คะแนน : เลือกใช้เครื่องมือและฟลักซ์ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะงานได้ 3 คะแนน 4. เกณฑ์การตัดสินการผ่าน : ผ่านระดับร้อยละ 80		

	แผนการสอน/การเรียนรู้ภาคทฤษฎี	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
รายละเอียดการประเมินผลการเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 4 เลือกใช้ลวดบัดกรีได้อย่างถูกต้อง 5. ปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีได้อย่างถูกต้อง 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ 2. เครื่องมือ : แบบฝึกหัด อัดนัยตอนที่ 3 3 ข้อๆละ 1 คะแนน 3. เกณฑ์การให้คะแนน : ปฏิบัติงานบัดกรีแข็งได้ 3 คะแนน 3 คะแนน 4. เกณฑ์การตัดสินการผ่าน : ผ่านระดับร้อยละ 80 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อ 6. ใช้วิธีปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีได้ถูกต้องด้วยความปลอดภัย ลดค่าใช้จ่ายและคุ้มค่ากับการทำงานในระยะยาวตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ3D 1. แบบวัดบูรณาการคุณธรรม จริยธรรมหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ3D รอยขีด (/) ละ 1 คะแนนสะสมปลายภาค 30 คะแนน		

	แบบทดสอบก่อนเรียน	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด 1. จงบอกคุณสมบัติของการบัดกรี ? 2. จงบอกเครื่องมือและอุปกรณ์ในการบัดกรี ? 3. การปฏิบัติงานบัดกรีมีขั้นตอนปฏิบัติอย่างไรบ้าง ?		

	แบบฝึกหัด	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1. งานบัดกรีแข็งสามารถ ก. ประสานโลหะสองชนิดที่แตกต่างกันให้ติดกันได้ ข. ประสานโลหะสองชิ้นที่เหมือนกันให้ติดกันได้ ค. ประสานโลหะและอโลหะให้ติดกันได้ ง. ถูกทุกข้อ 2. งานบัดกรีแข็ง หมายถึง ก. การประสานโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยเนื้อโลหะหลอมละลายรวมกัน ข. การประสานโลหะสองชิ้นให้ติดกันด้วยการหลอมละลายโลหะบัดกรีที่อุณหภูมิเกินกว่า 840 °F โดยที่โลหะงานทั้งสองชิ้นไม่หลอมละลาย ค. การประสานโลหะสองชิ้นให้ติดกันด้วยการหลอมละลายโลหะบัดกรีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 840 °F โดยที่โลหะงานทั้งสองชิ้นไม่หลอมละลาย ง. ถูกทั้งข้อ ข. และ ค. 3. งานบัดกรีแข็งแตกต่างจากการเชื่อม คือ ก. การเชื่อม ชิ้นงานหลอมละลาย แต่งานบัดกรี ชิ้นงานไม่หลอมละลาย ข. การเชื่อม ลวดเชื่อมหลอมละลาย แต่งานบัดกรี ลวดบัดกรีไม่หลอมละลาย ค. งานบัดกรีแข็งแรงกว่างานเชื่อมเนื่องจากลวดบัดกรีเป็นโลหะผสม ง. การบัดกรีใช้อุณหภูมิสูงกว่าการเชื่อมเล็กน้อย 4. งานบัดกรีแข็งแตกต่างจากงานบัดกร้อนอย่างไร ก. งานบัดกรีแข็งใช้อุณหภูมิมากกว่า 840 °F แต่งานบัดกร้อนใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 840 °F ข. งานบัดกร้อนชิ้นงานมีความแข็งแรงน้อยกว่าชิ้นงานของงานบัดกรีแข็ง ค. งานบัดกร้อน แนวบัดกรีมีขนาดเล็กกว่าแนวบัดกรีแข็ง ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ค. 5. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของงานบัดกรีแข็ง ก. ใช้กับงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก ข. ชิ้นงานไม่หลอมละลายทำให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ค. เสียค่าใช้จ่ายสูงเนื่องจากทองเหลืองมีราคาแพง ง. เกิดการบิดตัวน้อยเนื่องจากใช้ความร้อนน้อย		

	แบบฝึกหัด	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
6. ข้อใดไม่ใช่ชนิดของโลหะประสาน (โลหะบัดกรี) ก. ทองเหลือง ข. เงิน ค. ทองแดงผสม ง. เหล็กหล่อ 7. การเลือกโลหะประสาน (โลหะบัดกรี) ควรพิจารณาจากอะไร ก. เลือกโลหะประสานตามชนิดของโลหะที่จะบัดกรี ข. พิจารณาจุดหลอมละลาย ซึ่งจุดหลอมละลายของโลหะบัดกรีต้องต่ำกว่างานที่จะบัดกรี ค. เลือกตามชนิดของฟลักซ์ที่ใช้ ง. ถูกทุกข้อ 8. ฟลักซ์ที่ใช้กับทองเหลือง ควรใช้ฟลักซ์ประเภทใด ก. ผงบอแรกซ์ ข. โซเดียมไซยาไนด์ ค. อัลคาไลน์ไบฟลูออไรด์ ง. ถูกทุกข้อ 9. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของฟลักซ์ ก. ทำความสะอาดผิวหน้าของงาน ข. ช่วยลดออกไซด์ขณะบัดกรี ค. ช่วยทำให้แนวบัดกรีแข็งแรง ง. ช่วยทำให้ลวดบัดกรีเล่นประสานได้ง่าย 10. งานบัดกรีที่ดี ต้องมีคุณสมบัติอย่างไร ก. ทนต่อแรงดึง ข. ด้านทานต่อการกัดกร่อน ค. ด้านทานต่อการล้าตัวได้ ง. ถูกทุกข้อ		

	เฉลยแบบฝึกหัด	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น	สอนสัปดาห์ที่ 14
	ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง	คาบรวม 4
ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง		จำนวนคาบ 4
เฉลยแบบประเมินหลังเรียน 1. 1 2. ข 3. ก 4. ก 5. ข 6. ง 7. ก 8. ก 9. ก 10. ก		



บันทึกหลังการสอน

หน่วยที่ 6

ข้อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

สอนสัปดาห์ที่ 14

ชื่อน่วย งานบัดกรีแข็ง

คาบรวม 4

ชื่อเรื่อง. งานบัดกรีแข็ง

จำนวนคาบ 4

1. ผลการสอน

2. ปัญหาที่พบ

3. การแก้ไขปัญห

4. เรื่องที่นำไปสู่การวิจัยในชั้นเรียน

(นายมณูญ วินทะไชย)
ผู้สอน

()

หัวหน้าแผนกวิชาโลหะการ

()
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ