

### Task Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและ โลหะแผ่นเบื้องต้น

จำนวนหน่วยกิต : 2 หน่วยกิต

ชื่อหน่วย : งานโลหะแผ่น

ระดับชั้น : ปวช.

ชื่องาน : งานหมุดย้ำ

No.	Task (Steps) in Performing the Job	Resources				
		A	B	C	D	E
1	งานหมุดย้ำ	×				
2	ข้อบกพร่องในงานหมุดย้ำและวิธีการแก้ไข	×				
Resources    A : Having ago yourself B : Observation of the Job C : Performer interviews D : Simulation E : Questionnaire Techniques						

### Objective Listing Sheet

ชื่อรายวิชา : งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

จำนวนหน่วยกิต : 2 หน่วยกิต

ชื่องาน : : งานหมุดย้ำ

ระดับชั้น : ปวช.

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

ISL = Intellectual Skill Level PSL = Physical Skill Level

วิชา งานเชื่อมและโลหะ แผ่นเบื้องต้น	เอกสารประกอบการสอน	สัปดาห์ที่ 16
รหัสวิชา 20100-1004	หน่วยที่ 3 งานโลหะแผ่น	เวลา 4 ชั่วโมง
<p><b>สาระการเรียนรู้</b></p> <p>3.13 งานบัดกรี</p> <p><b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b></p> <p>เมื่อศึกษาหน่วยนี้แล้วนักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกงานบัดกรีอ่อน ได้</li> <li>2. บอกชนิดของหัวแรงได้</li> <li>3. บอกขั้นตอนการบัดกรีอ่อนได้</li> </ol>		

**การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน**

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

## สื่อการเรียนการสอน

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

## งานที่มอบหมายและกิจกรรม

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยและให้ปฏิบัติงานตามใบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมบันทึกผลการปฏิบัติ สรุปผลตามใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย
2. ให้ค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพิ่มเติม พร้อมให้ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะมากขึ้น

## การวัดและประเมินผล

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

## เกณฑ์การประเมินผล

### 1. ด้านความรู้

วัดผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

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

### 2. ด้านทักษะ

ประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของใบฝึกทักษะปฏิบัติประจำหน่วย โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

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

### 3. ด้านกิจนิสัย

ประเมินจากพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

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

แบบประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

ชื่อหน่วย : งาน โลหะแผ่น

ชื่องาน : งานหมุดย้ำ

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

### เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม(กิจนิสัย)

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
ความมีวินัย	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรงต่อเวลา รู้จักกาลเทศะ</li> <li>2. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ</li> <li>3. แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของวิทยาลัยฯ</li> <li>4. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของแผนกและวิทยาลัยฯ</li> <li>5. ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ครูผู้สอนกำหนด</li> </ol>
มีความรับผิดชอบ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน</li> <li>2. ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน</li> <li>3. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจละเอียดรอบคอบ</li> <li>4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด</li> <li>5. ปฏิบัติงาน โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น</li> </ol>
มีความอดทน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน</li> <li>2. มีความอดทนในการปฏิบัติงานในสภาพที่หิว</li> <li>3. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่มีความยากลำบาก</li> <li>4. มีความอดทนในการปฏิบัติงานที่ครูมอบหมายให้ทำ</li> <li>5. มีความอดทนในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด</li> </ol>
มีความซื่อสัตย์	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง</li> <li>2. มีความซื่อสัตย์ต่องานที่ได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่ม</li> <li>3. มีความซื่อสัตย์และจริงใจที่จะปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม</li> <li>4. มีความซื่อสัตย์และจริงใจต่องานที่ตนได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน</li> <li>5. มีความซื่อสัตย์ในสิ่งที่ตนเองกระทำแล้วเกิดความเสียหาย</li> </ol>
มีความคิดสร้างสรรค์	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีความสามารถในการจดจำปัญหาต่าง ๆ</li> <li>2. สามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา</li> <li>3. มีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาแก้ปัญหา</li> <li>4. แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ</li> <li>5. สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากครูผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน</li> </ol>

กิจนิสัย	พฤติกรรมบ่งชี้ (พิจารณาข้อละ 1 คะแนน)
มีความสนใจใฝ่รู้	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง</li> <li>2. ชักถามปัญหาข้อสงสัยต่าง ๆ จากครูผู้สอน</li> <li>3. มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน</li> <li>4. มีการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดความชำนาญด้านทักษะ</li> <li>5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา</li> </ol>
มีมนุษยสัมพันธ์	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. พุดจาและแสดงกิริยาท่าทางที่สุภาพต่อผู้อื่น</li> <li>2. ช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น</li> <li>3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น</li> <li>4. ยินดีและชื่นชมเมื่อผู้อื่นประสบความสำเร็จ</li> <li>5. กล่าวคำขอบคุณหรือขอโทษในสถานการณ์ที่เหมาะสม</li> </ol>
มีคุณธรรม จริยธรรม	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีความอ่อนน้อม ถ่อมตน และแสดงความเคารพต่อครู-อาจารย์</li> <li>2. ไม่พูดปดและพูดคำหยาบ</li> <li>3. ไม่เกรงและไม่เบียดเบียนเพื่อน</li> <li>4. มีความมีเมตตา กรุณา และการให้อภัย</li> <li>5. มีความเสียสละ ความสามัคคี ความ پاکเพียร อดทน และประหยัด</li> </ol>



หน่วยที่ 3	เรื่อง การบัดกรีอ่อน	เวลา 1 ชั่วโมง
------------	----------------------	----------------

### 3.13 การบัดกรี

การประกอบชิ้นรูปหรือยึดชิ้นส่วนงานโลหะแผ่นเข้าด้วยกันเป็นงานผลิตภัณฑ์รูปทรงต่าง ๆ เช่น ก่อองกระป๋อง ถาด ฯลฯ มีหลายวิธีที่ผู้ออกแบบหรือช่างประกอบจะต้องเลือกใช้ตามความเหมาะสมซึ่งต้องคำนึงถึงชนิดของโลหะแผ่น รูปร่าง ขนาดความหนาและส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ความสวยงาม ราคาความแข็งแรง และคุณภาพของชิ้นงานนั้นๆ ถ้าชิ้นงานที่ไม่ต้องการให้รั่วซึมเมื่อนำไปใช้งานจำเป็นต้องบัดกรี เพื่อใช้งานได้ตามจุดประสงค์และงานบางชนิดต้องการความแข็งแรงสูงอาจไม่ต้องบัดกรี แต่จะใช้วิธีการย้ำหมุดแทนเพื่อความแข็งแรงของชิ้นงาน

#### หลักการบัดกรี (Soldering)

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



รูปที่ 3.133 แสดงการบัดกรี

การบัดกรี เป็นการต่อโลหะแผ่นสองชิ้นหรือมากกว่า ให้ติดกันโดยใช้โลหะอื่นอีกชนิดหนึ่ง นำมาใช้ประโยชน์ในการเชื่อมตอกันนั้น เรียกว่า ตัวประสาน หรือโลหะประสาน(Solder) งานบัดกรีที่ดีนั้น ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องทราบสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ คือ

1. ชนิดของวัสดุชิ้นงาน ซึ่งจะนำมาสู่การเลือกใช้โลหะประสาน
2. ชนิดของโลหะประสานและฟลักซ์ที่ใช้
3. ความรู้ขั้นตอนและอุปกรณ์เกี่ยวกับงานบัดกรีอ่อน
4. การทำความสะอาดชิ้นงาน
5. การจับยึดชิ้นงานขณะทำการบัดกรี

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

งานบัดกรี จึงเหมาะสำหรับงานต่อไปนี้

1. งานซึ่งไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก เช่น เครื่องประดับ งานเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น
2. งานที่ไม่ให้เห็นเนื้อโลหะที่เป็นส่วนเกินในรอยต่อ เนื่องจากงานบัดกรีอ่อนนั้น โลหะประสานจะซึมผ่านเข้าไปในรอยต่อ ทำให้ไม่เห็นเป็นก้อนโลหะเหมือนการเชื่อม
3. ชิ้นงานที่นำมาบัดกรี ไม่เกิดการบิดตัวอันเนื่องมาจากความร้อน เพราะการบัดกรีใช้ความร้อนน้อย (ไม่เกิน 450 องศาเซลเซียส)
4. ชิ้นงานที่นำมาบัดกรี ไม่เกิดผลข้างเคียง เนื่องมาจากการกระทำด้วยความร้อนหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างภายใน เนื่องจากชิ้นงานไม่เกิดการหลอมละลาย
5. สามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว เสียค่าใช้จ่ายน้อย

### เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการบัดกรี

การบัดกรี มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการบัดกรี ดังต่อไปนี้

3.2.1 หัวแร้งบัดกรี (Soldering Copper)

3.2.2 เครื่องมือทำความสะอาดหัวแร้งบัดกรี

หัวแรงบัดกรี มีอยู่ 3 ชนิด คือ หัวแรงแบบเผาไฟ หัวแรงไฟฟ้า และหัวแรงแบบหัวเป่า

1) หัวแรงแบบเผาไฟ จะมีส่วนประกอบอยู่ 3 ส่วนคือ ส่วนหัวสำหรับเผาไฟให้ร้อนแล้วนำไปบัดกรีชิ้นงาน ทำด้วยทองแดงมีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมปลายแหลม หรือลักษณะคล้ายลิ้ม จะต่อเข้ากับส่วนที่สองคือส่วนด้ามที่มีลักษณะเป็นแท่งเหล็กต่อเข้ากับส่วนที่สามคือด้ามจับอีกครั้งหนึ่ง หัวแรงแบบนี้เหมาะกับงานทั่วไป



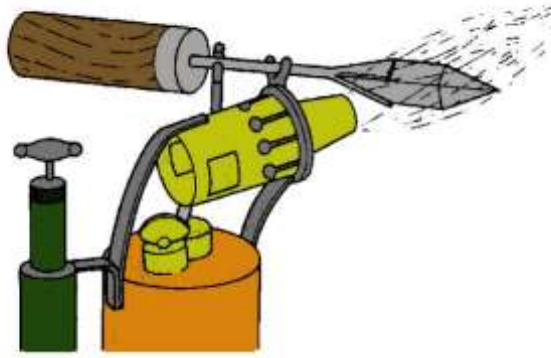
รูปที่ 3.134 แสดงหัวแรงบัดกรีชนิดเผาไฟ

2) หัวแรงไฟฟ้า การใช้งานสามารถใช้ได้โดยง่ายและรวดเร็ว ไม่ต้องเตรียมการใด ๆ เพียงแต่เสียบเข้ากับปลั๊ก ใช้กับไฟฟ้าแรงเคลื่อน 220 Volt ปริมาณความร้อนจะขึ้นอยู่กับจำนวนวัตต์ (Watt) ของหัวแรงนั้น การบัดกรีโลหะแผ่นปริมาณความร้อนประมาณ 150 – 200 Watt นอกจากนี้ยังมีหัวแรงไฟฟ้าที่ใช้เฉพาะกับงานบัดกรีอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ด้วย ลักษณะหัวแรงไฟฟ้า



รูปที่ 3.135 แสดงหัวแรงบัดกรีชนิดไฟฟ้า

3) หัวแรงแบบหัวเป่า หัวบัดกรีชนิดนี้จะต้องอาศัยความร้อนจากเครื่องมืออื่น เช่น ความร้อนด้วยเปลวแก๊ส และความร้อนจากเตาเผาหัวบัดกรี เป็นต้น



รูปที่ 3.136 แสดงหัวแรงบัดกรีชนิดแบบหัวเป่า



รูปที่ 3.137 แสดงลักษณะของเตาเผาหัวแรง

## เครื่องมือทำความสะอาดหัวบัดกรี

เครื่องมือทำความสะอาดหัวบัดกรี แบ่งออกได้เป็นหลายชนิด เช่น แปรงลวดก้อนเกลือ แอมโมเนีย กระดาษทราย และตะไบ เป็นต้น



(ก) ทำความสะอาดด้วยแปรงลวด



(ข) ทำความสะอาดด้วยตะไบ

รูปที่ 3.138 แสดงเครื่องมือทำความสะอาดหัวบัดกรี

**น้ำประสาน (Flux)** ใช้สำหรับทำความสะอาดผิวหน้างานและป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจนขณะบัดกรี ทำให้โลหะประสานยึดติดกับชิ้นงานได้ง่าย โดยน้ำประสานมีหน้าที่ดังนี้

- 1) ละลายออกไซด์ออกจากผิวหน้าของโลหะ
- 2) ป้องกันการเกิดออกไซด์ใหม่
- 3) ลดความตึงของผิวตะกั่ว จะทำให้ตะกั่วหลอมได้ง่ายขึ้น
- 4) ช่วยให้เกิดการประสานระหว่างตะกั่วบัดกรีกับชิ้นงาน

#### **น้ำประสานมีอยู่ 2 ประเภท**

1) ประเภทที่มีการกัดกร่อน (Corrosive Fluxes) เช่น กรดเกลือ (Muriatic Acid) และ  
สังกะสีคลอไรด์ (Zinc Chloride)

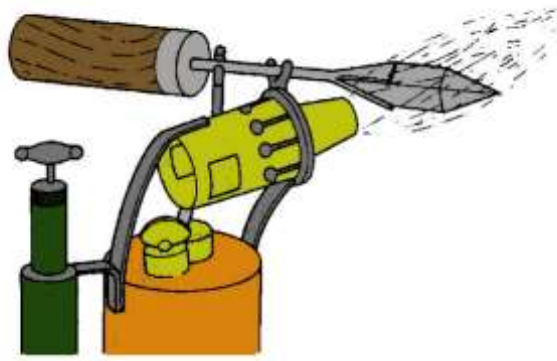
2) น้ำประสานที่ไม่มีการกัดกร่อน (Noncorrosive Fluxes) เช่น ไช้สัตว์ (Tallow) ขางสน  
(Rosin)

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวประสาน (Flux) ที่ใช้กับโลหะชนิดต่าง ๆ

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

แหล่งความร้อนที่ใช้ในการบัดกรี แหล่งความร้อนที่ใช้ในการบัดกรีนั้นมีการให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน 2 วิธี คือ

1) การให้ความร้อนโดยตรง หมายถึง การนำแหล่งกำเนิดความร้อนมาใช้ในการบัดกรีโดยตรง หรือหัวแรงที่เกิดความร้อนในตัวเอง เช่น หัวแรงไฟฟ้า หัวแรงแก๊ส หัวแรงน้ำมัน และความร้อนของเปลวไฟที่ออกมาจากทอร์ช (Torch) หัวแรงชนิดนี้จะให้ความร้อนในการบัดกรีด้วยอุณหภูมิที่สม่ำเสมอ



(ก) การเผาหัวแร่บัดกรีด้วยแก๊ส



(ข) หัวแร่ไฟฟ้า

### รูปที่ 3.139 แสดงรูปอุปกรณ์ที่ให้ความร้อนโดยตรง

2) การให้ความร้อนทางอ้อม เป็นการให้ความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนไปยังชิ้นงาน โดยส่งผ่านทางวัสดุตัวนำความร้อนที่ดีหรือการบัดกรี โดยหัวแร่ที่ไม่เกิดความร้อนด้วยตัวเอง เป็นหัวแร่แบบธรรมดาที่มีใช้กันมาตั้งแต่โบราณ เช่น เตาถ่านไม้ เตาแก๊ส เตาฟู่เป็นต้น การบัดกรีโดยการส่งผ่านความร้อนนี้ ต้องกระทำอย่างรวดเร็ว เพราะความร้อนจะลดลงเรื่อยๆ ความร้อนจะถูกเก็บอยู่ที่หัวแร่ทองแดง ซึ่งหัวแร่ทองแดงจะเก็บความร้อนอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นขนาดความโตของหัวแร่จึงขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่จำเป็น ต้องใช้ในการบัดกรี และขนาดของตำแหน่งที่จะบัดกรี





รูปที่ 3.140 แสดงการเผาหัวบัดกรีในเตาให้ความร้อนทางอ้อม

### โลหะบัดกรี หรือ โลหะประสาน (Solder)

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

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



รูปที่ 3.141 แสดงตัวอย่างของโลหะบัดกรี

โลหะบัดกรีสำหรับการบัดกรี เป็นโลหะผสมระหว่างโลหะที่มีจุดหลอมละลายต่ำเหมือนกัน และสามารถไหลตัวได้ดี ซึ่งแต่ละชนิดก็จะเหมาะสำหรับใช้งานแตกต่างกัน โดยในตารางที่ 9.1 แสดงชนิดของโลหะบัดกรี ตัวอย่างการนำไปใช้งาน ส่วนในตารางที่ 9.2 แสดงช่วงอุณหภูมิหลอมละลายของโลหะบัดกรีบางชนิด

ตารางที่ 3.2 แสดงชนิดของโลหะบัดกรีที่เหมาะสมกับชนิดของโลหะงาน

ชนิดของโลหะบัดกรี	ชนิดของโลหะชิ้นงานที่ถูกบัดกรี
<p>ดีบุก – ตะกั่ว</p> <p>( Tin – Lead )</p>	<p>ทองแดงและทองแดงผสม เหล็กเหนียว แผ่นเหล็ก</p> <p>เคลือบสังกะสี</p>
<p>ดีบุก – แอนติโมนี</p> <p>( Tin – Antimony )</p>	<p>ทองแดงและทองแดงผสม เหล็กเหนียว</p>
<p>แคดเมียม – เงิน</p> <p>( Cadmium – Silver )</p>	<p>แผ่นทองแดงต้องการความแข็งแรงสูง และทองแดงผสม</p> <p>เหล็กเหนียวและเหล็กไร้สนิม</p>
<p>แคดเมียม – สังกะสี</p> <p>( Cadmium – Zinc )</p>	<p>อลูมิเนียม และอลูมิเนียมผสม</p>

งานบัดกรีอ่อนที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่นซึ่งส่วนมากชิ้นงานจะเป็นแผ่นเหล็กอบสังกะสีจึงใช้โลหะบัดกรีชนิดดีบุก – ตะกั่ว ซึ่งมีราคาถูกโลหะทั้งสองชนิดนี้ หลังจากนำมาผสมกันแล้วกลับมีจุดหลอมละลายที่ต่ำกว่าโลหะหลักขณะที่อยู่ในสภาพบริสุทธิ์ โดยจุดหลอมละลายของโลหะบัดกรีจะเปลี่ยนแปลงไปตามอัตราส่วนผสม ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 9.3 แสดงอุณหภูมิ ณ จุดหลอมละลายของโลหะผสมระหว่างดีบุกกับตะกั่ว

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

#### ลำดับขั้นการบัดกรีชิ้นงาน

ลำดับขั้นการบัดกรีชิ้นงานเป็นการบัดกรีกระป๋องกลม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1 เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้พร้อม เช่น หัวบัดกรี ตะกั่วบัดกรี วัสดุช่วยประสานและอุปกรณ์ทำความสะอาดหัวบัดกรี เป็นต้น

2 ใช้ค้อนเคาะแต่งหัวบัดกรี จากนั้นตะไบให้เรียบ



(ก) การใช้ค้อนตกแต่งหัวบัดกรี



(ข) การใช้ตะไบตกแต่งหัวบัดกรี

รูปที่ 3.142 แสดงการแต่งหัวบัดกรี

3 ทำความสะอาดชิ้นงาน เพื่อขจัดสนิม และคราบไขมันต่าง ๆ

4 ทาน้ำยาประสานบนรอยต่อที่จะบัดกรี และทำความสะอาดหัวบัดกรี



(ก) การทาน้ำยาประสานบนรอยต่องาน

(ข) การทำความสะอาดหัวบัดกรี

รูปที่ 3.143 แสดงการทาน้ำยาประสานบนขอบตะเข็บ และการทำความสะอาดหัวบัดกรี

5 นำหัวบัดกรีไปเผาให้ความร้อนในเตา ให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งเพียงพอที่จะละลายโลหะบัดกรี และอย่าปล่อยให้หัวบัดกรีร้อนเกินไป เพราะจะทำให้ตะกั่วที่ฉาบอยู่บนปลาย หัวบัดกรีหลอมละลาย ซึ่งจะต้องทำการฉาบตะกั่วใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 3.144 แสดงการเผาให้ความร้อนหัวบัดกรีในเตา

6 นำชิ้นงานไปวางบนแท่นรองและทาน้ำยาประสานเพื่อเตรียมบัดกรี



รูปที่ 3.145 แสดงการวางชิ้นงานบนแท่นรอง

7 นำหัวบัดกรีที่เผาได้ความร้อนที่เหมาะสมแล้วไปแตะกับแท่งของบัดกรีโดยให้โลหะบัดกรีติดกับปลาย หัวบัดกรี



รูปที่ 3.146 แสดงการใช้ปลายหัวแร้งแตะกับแท่งโลหะบัดกรี

8 ทำการบัดกรีอ่อนด้านปลายทั้งสองด้านของชิ้นงาน



รูปที่ 3.147 แสดงการบัดกรีปลายของชิ้นงาน

9 เริ่มบัดกรีชิ้นงานจากปลายด้านหนึ่งของตะเข็บ จากนั้นให้ลากหัวบัดกรีไปตามแนวของตะเข็บอย่างช้า ๆ



รูปที่ 3.148 แสดงการบัดกรีขอบตะเข็บ

ตัวอย่าง การบัดกรีชิ้นงานแสดงไว้ในรูปที่ 3.15 และรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.149 แสดงตัวอย่างการบัดกรีกันกระป๋อง

### สรุป

การบัดกรีเป็นกรรมวิธีหนึ่งที่ใช้ในการยึดต่อหรือประกอบผลิตภัณฑ์โลหะแผ่น ซึ่งนิยมใช้กันมาก โดยเฉพาะงานโลหะแผ่นบางและโลหะแผ่นเคลือบผิว การบัดกรีประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญคือ ตะกั่วบัดกรี หัวแร้งบัดกรี น้ำประสานและความร้อน ผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาและฝึกปฏิบัติงานตามขั้นตอนต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

การปฏิบัติงานประกอบผลิตภัณฑ์จากโลหะแผ่นนั้น จำเป็นต้องใช้ ความร้อน และสารเคมีอันตราย ในขณะที่ปฏิบัติงานด้วย ดังนั้นผู้ปฏิบัติต้องระมัดระวังอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่ปฏิบัติงาน และอันตรายต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นสามารถป้องกันได้ หากผู้ปฏิบัติงานตระหนัก และคำนึงถึงความปลอดภัย อยู่ตลอดเวลา