

### หัวข้อเรื่อง

1. หลักการบัดกรีแข็ง
2. ประเภทของการบัดกรีแข็ง
3. ลวดบัดกรีแข็ง
4. ฟลักซ์บัดกรีแข็ง
5. ข้อดีของการบัดกรีแข็ง

### สาระสำคัญ

งานบัดกรีแข็ง (Brazing) หมายถึง กรรมวิธีต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้ความร้อนเกินกว่า 840 °F (450 °C) หลอมละลายโลหะบัดกรี (ลวดบัดกรี) ให้ประสานโลหะสองชิ้นติดกันโดยที่ชิ้นโลหะทั้งสองชิ้นไม่ได้หลอมละลายรวมตัวกับโลหะบัดกรี

### สมรรถนะประจำหน่วยการเรียนรู้

บัดกรีแข็งทองเหลืองแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนต่อเกยชิ้นงาน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้รู้และเข้าใจหลักการกระบวนการบัดกรีแข็ง
2. เพื่อให้มีทักษะเกี่ยวกับงานบัดกรีแข็ง
3. เพื่อให้มีระเบียบวินัย ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ และกิจนิสัยที่ดีต่อการทำงานเกี่ยวกับงานบัดกรีแข็ง

#### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหลักการบัดกรีแข็งได้
2. บอกประเภทของการบัดกรีแข็งได้
3. บอกชนิดของลวดบัดกรีแข็งได้
4. เลือกใช้ลวดบัดกรีแข็งให้เหมาะสมกับโลหะงานได้
5. เลือกชนิดของฟลักซ์บัดกรีแข็งที่ใช้กับชนิดของลวดบัดกรีแข็งได้
6. บอกหน้าที่ของฟลักซ์ที่ใช้ในการบัดกรีแข็งได้
7. บอกข้อดีของงานบัดกรีแข็งได้
8. บัดกรีแข็งทองเหลืองต่อเกยชิ้นงานได้
9. ผู้เรียนมีระเบียบวินัย ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ และกิจนิสัยที่ดีต่อการทำงานเกี่ยวกับงานบัดกรีแข็ง
10. ผู้เรียนนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง บูรณาการเข้ากับการปฏิบัติงานบัดกรีแข็งได้

### กิจกรรมการเรียนการสอน

- ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน (Motivation)
- ขั้นที่ 2 ใ้เนื้อหา (Information)
- ขั้นที่ 3 ประกอบกิจกรรมการเรียน (Application)
- ขั้นที่ 4 สรุปผล (Progress)

### การประเมินผล

- |  |          |
|--|----------|
| 1. ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน | 10 คะแนน |
| 2. ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน | 10 คะแนน |
| 3. แบบฝึกหัดส่งเสริมการเรียนรู้          | 10 คะแนน |
| 4. ประเมินผลการทำงาน                     | 10 คะแนน |
| 5. ประเมินคุณธรรม จริยธรรม               | 30 คะแนน |
| 6. ประเมินหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง      | 30 คะแนน |

แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

หน่วยที่ 2 งานบัดกรีแข็ง

จำนวน 10 ข้อ

เวลา 10 นาที

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. หลักการบัดกรีแข็ง คือข้อใด
  - ก. กรรมวิธีการต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ ต่ำกว่า  $640^{\circ}\text{F}$
  - ข. กรรมวิธีการต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ เกิน  $640^{\circ}\text{F}$
  - ค. กรรมวิธีการต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ ต่ำกว่า  $840^{\circ}\text{F}$
  - ง. กรรมวิธีการต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ เกิน  $840^{\circ}\text{F}$
2. งานบัดกรีแข็งแตกต่างจากงานเชื่อม คือข้อใด
  - ก. งานเชื่อมลวดเชื่อมหลอมละลาย แต่งานบัดกรีแข็งลวดบัดกรีไม่หลอมละลาย
  - ข. งานเชื่อมชิ้นงานหลอมละลาย แต่งานบัดกรีแข็งชิ้นงานไม่หลอมละลาย
  - ค. รอยเชื่อมแข็งแรงน้อยกว่า รอยบัดกรีแข็ง
  - ง. งานบัดกรีแข็งใช้อุณหภูมิสูงกว่าการเชื่อมเล็กน้อย
3. ถ้าต้องการใช้ลวดทองเหลืองบัดกรีแข็งควรเลือกใช้ฟลักซ์ประเภทใด
  - ก. ผงบอแรกซ์
  - ข. โซเดียมไซยาไนด์
  - ค. อัลคาไลน์โบฟลูอไรด์
  - ง. กรดโบริก
4. ข้อใด คือ หน้าที่ของฟลักซ์บัดกรีแข็ง
  - ก. เต็มธาตุบางชนิดลงในชิ้นงาน
  - ข. ช่วยเพิ่มออกไซด์ขณะบัดกรี
  - ค. ช่วยทำให้ลวดบัดกรีแล่นซึมเข้ารอยต่อได้ง่าย
  - ง. ช่วยทำความสะอาดชิ้นงาน
5. ข้อใด คือ ข้อดีของการบัดกรีแข็ง
  - ก. ชิ้นงานเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแข็งแรงขึ้น
  - ข. เกิดแนวเชื่อมพอกเกินผิวงานทำให้แนวบัดกรีแข็งแรง
  - ค. ภาระการรับแรงมากกว่าการเชื่อมแบบหลอมละลาย
  - ง. เชื่อมโลหะต่างชนิดได้
6. ข้อใด คือ ประเภทของการบัดกรีแข็ง
  - ก. บัดกรีแข็งในเตา และบัดกรีแข็งด้วยแสงอุลตราไวโอเลต
  - ข. บัดกรีแข็งด้วยการเหนี่ยวนำ และบัดกรีแข็งทางไฟฟ้า
  - ค. บัดกรีแข็งด้วยหัวเชื่อมแก๊ส และบัดกรีแข็งด้วยแสงอุลตราไวโอเลต
  - ง. แข็งด้วยการเหนี่ยวนำและบัดกรีแข็งด้วยหัวเชื่อมแก๊ส

7. การบัดกรีแข็งทองแดงโดยใช้ลวดเงินควรใช้ฟลักซ์ประเภทใด
  - ก. ผงบอแรกซ์
  - ข. โซเดียมไซยาไนด์
  - ค. อัลคาไลน์โบฟลูออไรด์
  - ง. ยางสน
8. ชนิดของลวดบัดกรีแข็งข้อใดกล่าวถูกต้อง
  - ก. ลวดทองเหลือง และลวดเหล็กหล่อ
  - ข. ลวดทองเหลืองและลวดเงินเจือ
  - ค. ลวดทองแดงผสม และลวดเหล็ก
  - ง. ลวดเงิน และลวดเหล็กหล่อ
9. ถ้าต้องการบัดกรีแข็งเหล็กหล่อควรเลือกใช้ลวดเชื่อมชนิดใด
  - ก. ลวดทองเหลือง
  - ข. ลวดเงิน
  - ค. ลวดเงินเจือ
  - ง. ลวดเหล็กหล่อ
10. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับงานบัดกรีแข็ง
  - ก. ประสานโลหะสองชนิดที่แตกต่างให้ติดกันได้
  - ข. ประสานโลหะสองชั้นที่เหมือนกันให้ติดกันได้
  - ค. ประสานโลหะกับอโลหะทุกชนิดให้ติดกันได้
  - ง. ประสานโลหะหนาและบางให้ติดกันได้



กระดาศำตอบ

แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 2100-1005

ชื่อ-สกุล.....รหัส.....แผนกวิชา.....  
 ระดับชั้น.....กลุ่ม.....ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

หน่วยที่ .....เรื่อง.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

รวมคะแนนทดสอบ	
คะแนนที่ได้	
คะแนนเต็ม	

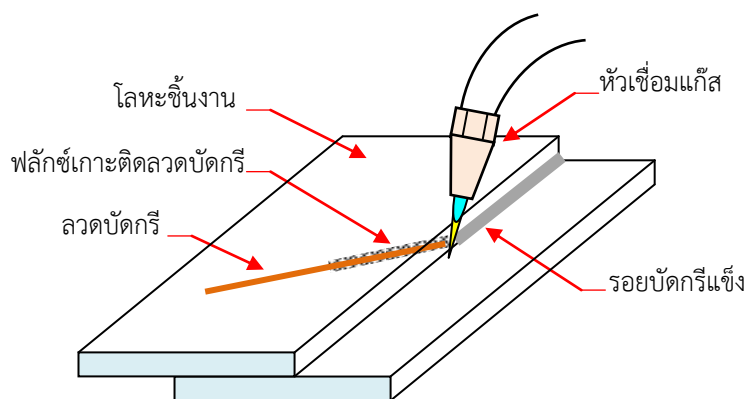
.....ผู้ตรวจ

## หน่วยที่ 2 งานบัดกรีแข็ง

### 1. หลักการบัดกรีแข็ง

งานบัดกรีแข็ง (Brazing) หมายถึง กรรมวิธีต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้ความร้อนเกินกว่า  $840^{\circ}\text{F}$  ( $450^{\circ}\text{C}$ ) หลอมละลายโลหะบัดกรี (ลวดบัดกรี) ให้ประสานโลหะสองชิ้นติดกันโดยที่ชิ้นโลหะสองชิ้นไม่ได้หลอมละลายรวมตัวกับโลหะบัดกรีโดยมีฟลักซ์ (Flux) เป็นตัวช่วยประสานทำให้โลหะบัดกรีไหลซึมเข้าไปช่องว่างรอยต่ออย่างขึ้น

รอยต่อสำหรับงานบัดกรีแข็ง ได้แก่ รอยต่อเกย รอยต่อชน รอยต่อชนปากเฉียง เป็นต้น นอกจากนี้ยังออกแบบรอยต่อเพื่อให้เกิดความแข็งแรง และเหมาะสมเฉพาะงานนั้นๆ



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะการบัดกรีแข็งด้วยหัวเชื่อมแก๊ส

ที่มา : วิรัตน์ เพ็ชรประดิษฐ์

### 2. ประเภทของการบัดกรีแข็ง

การบัดกรีแข็งแบ่งตามกรรมวิธีการให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน สามารถแบ่งได้หลายประเภท ได้แก่ การบัดกรีแข็งด้วยหัวเชื่อมแก๊ส (Torch Brazing) การบัดกรีแข็งในเตา (Furnace Brazing) การบัดกรีแข็งโดยการเหนี่ยวนำ (Induction Brazing) การบัดกรีแข็งด้วยความต้านทาน (Resistance Brazing) การบัดกรีแข็งด้วยวิธีการจุ่ม (Dip Brazing) และการบัดกรีแข็งด้วยรังสีอินฟราเรด (Infrared Brazing)

#### 2.1 การบัดกรีแข็งด้วยหัวเชื่อมแก๊ส (Torch Brazing)

เป็นการบัดกรีแข็งโดยใช้หัวเชื่อมแก๊สหัวเดียวหรือหลายหัวเผาชิ้นงานให้ร้อนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและปริมาณความร้อนที่ต้องการและแก๊สที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ อะเซทิลีน โพรเพน และแก๊สหุงต้มทั่วไป

#### 2.2 การบัดกรีแข็งในเตา (Furnace Brazing)

เป็นการบัดกรีแข็งงานที่สามารถวางประกอบกันได้ง่าย โดยวางบนสายพาน และเติมลวดบัดกรีแข็งพร้อมฟลักซ์ไว้ที่รอยต่อ แล้วให้สายพานเคลื่อนพาดผ่านเข้าไปในเตา เหมาะสมกับงานที่ต้องการผลผลิตจำนวนมาก

### 2.3 การบัดกรีแข็งโดยการเหนี่ยวนำ (Induction Brazing)

จะอาศัยกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำงานจนเกิดความร้อนสูงพอที่จะทำให้ลวดบัดกรีแข็งละลายโดยจะวางงานที่ต้องการบัดกรีไว้ใกล้กับขดลวดเหนี่ยวนำ

### 2.4 การบัดกรีแข็งด้วยความต้านทาน (Resistance Brazing)

เป็นการบัดกรีแข็งโดยอาศัยความร้อนจากการต้านทานไฟฟ้าของโลหะงาน โดยงานจะเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้า ส่วนลวดบัดกรีแข็งควรเติมก่อนที่จะบัดกรี และใช้ฟลักซ์เสมอ

### 2.5 การบัดกรีแข็งด้วยวิธีการจุ่ม (Dip Brazing)

2.5.1 จุ่มในน้ำยาเคมี (Chemical Bath Dip Brazing) โดยการเติมลวดบัดกรีแข็งบนรอยต่อแล้วจุ่มลงในเกลือเหลว เกลือจะเป็นตัวให้ความร้อนแก่งานและลวดบัดกรีแข็ง

2.5.2 จุ่มในโลหะเหลว (Molten Metal Bath Dip Brazing) โดยจุ่มงานลงในลวดบัดกรีแข็งซึ่งหลอมเหลวแล้ว และบรรจุอยู่ภายในเบ้าหรือหม้อที่เหมาะสม

### 2.6 การบัดกรีแข็งด้วยรังสีอินฟราเรด (Infrared Brazing)

เป็นการบัดกรีแข็งโดยอาศัยความร้อนอินฟราเรดซึ่งแผ่รังสีออกจากรังสีสีแดงในสเปกตรัมหลอดไฟที่เป็นแหล่งความร้อนในการบัดกรีเรียกว่า ควอร์ตแลมป์ (Quart Lamp) มีขนาดถึง 5,000 วัตต์

## 3. ลวดบัดกรีแข็ง

เป็นตัวยึดหรือประสานให้โลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยลวดเชื่อมจะหลอมละลายเกาะติดชิ้นงาน ซึ่งลวดบัดกรีแข็งจะต้องมีจุดหลอมละลายต่ำกว่าชิ้นงาน

ลวดบัดกรีแข็งควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. เกาะติดผิวโลหะงานได้ง่าย และแข็งแรง
2. ไม่แยกตัวขณะหลอมเหลว
3. สามารถไหลตัวได้ดี



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะลวดบัดกรีแข็ง

ที่มา : วิรัตน์ เพ็ชรประดิษฐ์

ตารางที่ 2.1 แสดงการเลือกใช้ลวดบัดกรีแข็งให้เหมาะสมกับโลหะงาน

โลหะชิ้นงาน	โลหะบัดกรี
อะลูมิเนียม	BAISi, aluminum silicon
เหล็กกล้าคาร์บอน	BCuZn, brass (copper – zinc) BCu, copper alloy BAg, Silver alloy
เหล็กหล่อ	BCuZn, brass (copper-zinc)
เหล็กกล้าไร้สนิม	BAg, silver alloy BAu, gold base alloy BNi, nickel alloy
ทองแดง	BCuZn, brass (copper-zinc) BAg, silver alloy BCuP, copper - phosphorus
เหล็กกล้าผสม	BAg, silver alloy BNi, nickel alloy

ที่มา : นริศ ศรีเมฆ และพิชัย โอภาสอนันต์. งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น. หน้า 117

#### 4. ฟลักซ์บัดกรีแข็ง

ฟลักซ์ (Flux) เป็นตัวช่วยประสาน ทำให้โลหะบัดกรีแล่นซึมเข้าไปในช่องระหว่างรอยต่อได้ง่าย และยังเป็นตัวช่วยทำความสะอาดผิวหน้างานและขจัดออกไซด์ต่างๆ ขณะบัดกรี ซึ่งฟลักซ์จะมีทั้งชนิดผงและเหลว วิธีการใช้ฟลักซ์ร่วมกับลวดบัดกรี โดยการให้ความร้อนกับลวดบัดกรีความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร แล้วนำลวดจุ่มลงฟลักซ์ (ผง) ฟลักซ์จะติดกับลวดบัดกรีจากนั้นให้ความร้อนกับชิ้นงานบริเวณที่ทำการบัดกรีให้มีสีแดงเรื่อๆ จึงเติมลวดพร้อมฟลักซ์ลงในรอยต่อ ฟลักซ์จะช่วยให้ลวดบัดกรีแล่นซึมไปในรอยต่อได้ง่าย

##### หน้าที่ของฟลักซ์บัดกรีแข็ง

1. กำจัดออกไซด์ต่างๆ ไหมนที่อยู่บนผิวหน้างานขณะบัดกรี
2. ช่วยให้ลวดบัดกรีไหลตัวดีขึ้น ซึ่งช่วยให้น้ำโลหะลวดบัดกรีเกาะผิวหน้าโลหะงานดี
3. ช่วยให้เกิดปฏิกิริยาแทรกซึมได้ดี



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะชนิดฟลักซ์บัดกรีแข็ง

ที่มา : วิรัตน์ เพ็ชรประดิษฐ์



ตารางที่ 2.2 แสดงการเลือกใช้ฟลักซ์ขึ้นอยู่กับชนิดของลวดบัดกรี

ลวดบัดกรี	โลหะบัดกรี	ฟลักซ์ (Flux)
ทองเหลือง บรอนซ์	เหล็กกล้า เหล็กหล่อ	บอแรกซ์
เงิน เงินเจือ	ทองแดง เงิน	โซเดียมไซยาไนด์ กรดโบริก กรดโบเรต
เงินเจือ	เหล็กกล้าไร้สนิม ซิลิคอนบรอนซ์ ทองเหลืองอะลูมิเนียม เบริลเลียม	อัลคาไลไนไฟฟลูออไรด์

ที่มา : นริศ ศรีเมฆ และพิชัย โอภาสอนันต์. งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น. หน้า 115

#### 5. ข้อดีของการบัดกรีแข็ง

1. ชิ้นงานไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายใน ซึ่งมีผลต่อความแข็งแรงของโลหะ
2. ใช้แก้ปัญหาทางานเชื่อมโลหะบางชนิดที่เชื่อมยาก เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม เหล็กกล้าไร้สนิม
3. ไม่เกิดแนวเชื่อมพอกเกินผิวงานทำให้ไม่ต้องตกแต่งแนวเชื่อม
4. ชิ้นงานไม่เสียรูปเนื่องจากให้ความร้อนน้อยกว่าการเชื่อม
5. ใช้เวลาการเชื่อมน้อยกว่าการเชื่อม
6. สามารถแก้ไขงานได้ง่ายเมื่อต้องการ เช่น งานไม่ได้รูปทรงตามที่กำหนดเพียงให้ความร้อนแล้วถอดหรือโยกให้ได้ตามแบบตามต้องการ
7. ใช้บัดกรีชิ้นงานสองชิ้นหนาบางได้ดี

## สรุปเนื้อหา หน่วยที่ 2 งานบัดกรีแข็ง

การบัดกรีแข็ง เป็นการต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้ความร้อนเกินกว่า 840 °F โดยที่โลหะชิ้นงานไม่หลอมละลายเพียงมีสีแดงเรื่อๆ แต่ลวดบัดกรีจะหลอมละลายเกาะติดชิ้นงานโดยมีฟลักซ์เป็นตัวช่วยประสานทำให้โลหะบัดกรี ไหลซึมเข้าสู่ช่องว่างรอยต่อ

ประเภทของการบัดกรี เช่น การบัดกรีด้วยหัวเชื่อมแก๊ส การบัดกรีแข็งในเตา การบัดกรีด้วยการเหนี่ยวนำ การบัดกรีด้วยความต้านทาน การบัดกรีแข็งด้วยรังสีอินฟราเรด และการบัดกรีด้วยวิธีการจุ่ม เป็นต้น

แบบแผนฝึกหัดส่งเสริมการเรียนรู้

หน่วยที่ 2 งานบัดกรีแข็ง

จำนวน 10 ข้อ

เวลา 20 นาที

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

ตอนที่ 1 คำชี้แจง ให้ขีดเส้นใต้ข้อความที่ผู้เรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด (5 คะแนน)

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1. งานบัดกรีแข็ง คือ                       | Brazing - Soldering      |
| 2. ถ้าเราจะเชื่อมทองแดงควรใช้ลวดบัดกรี     | ทองเหลือง - เงิน         |
| 3. ถ้าต้องการเชื่อมเหล็กหล่อควรใช้ฟลักซ์   | บอแรกซ์ - กรดโบริก       |
| 4. ลวดบัดกรีชนิดเงินเจือใช้บัดกรีโลหะงาน   | เหล็กหล่อ - เหล็กไร้สนิม |
| 5. การบัดกรีแข็งไม่เกิดแนวเชื่อมพอกนูนเป็น | ข้อดี - ข้อเสีย          |

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)

1. การบัดกรีแข็ง หมายถึง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

2. จงบอกประเภทของการบัดกรีแข็งมีอะไรบ้าง (บอกอย่างน้อย 3 ประเภท ) (1 คะแนน)

.....

.....

.....

3. จงบอกชนิดของลวดบัดกรีแข็งมีอะไรบ้าง (บอกอย่างน้อย 3 ชนิด ) (1 คะแนน)

.....

.....

.....

4. จงบอกชนิดของฟลักซ์ที่ใช้ในการบัดกรีแข็งมีอะไรบ้าง (บอกอย่างน้อย 3 ชนิด ) (1 คะแนน).

.....

.....



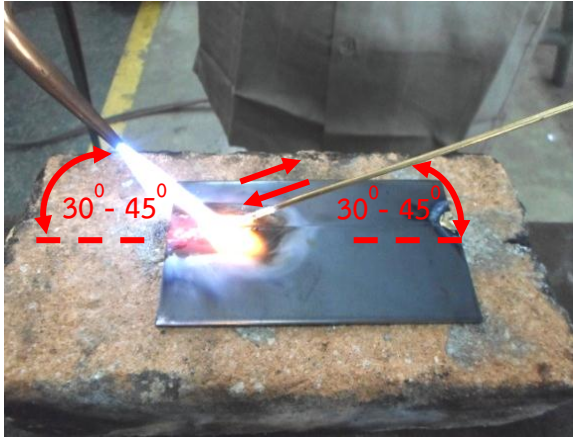
.....

5. จงบอกข้อดีของการบัดกรีแข็ง (บอกอย่างน้อย 3 ชนิด ) (1 คะแนน).

.....

.....


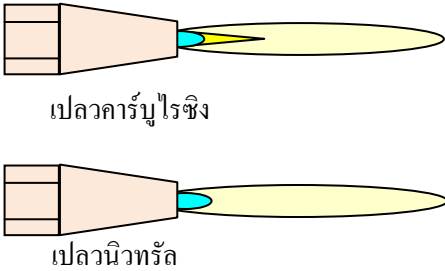


.....

 วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม	วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1005 ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง ชื่องาน งานบัดกรีแข็งทองเหลืองต่อเกยชิ้นงาน	ใบงานที่ 2.1
	เวลา 3 ชั่วโมง	
<p>คำสั่ง ให้ผู้เรียนบัดกรีแข็งทองเหลืองต่อเกยชิ้นงาน จำนวน 2 แนว</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">มุนนำหัวทิพเชื่อมและลวดเชื่อมกับงาน</p>		
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	เครื่องมือและอุปกรณ์/วัสดุ	
บัดกรีแข็งทองเหลืองต่อเกยชิ้นงานได้	<p><b>เครื่องมือและอุปกรณ์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สถานีเชื่อมแก๊ส พร้อมอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส และแหล่งจ่ายแก๊ส หรือชุดเชื่อมแก๊สเคลื่อนที่</li> <li>2. แวนตาเชื่อมแก๊ส</li> <li>3. ถุงมือหนัง</li> <li>4. หัวทิพเชื่อม เบอร์ 0, 1</li> <li>5. อุปกรณ์จุดเปลวไฟ</li> <li>6. Tip Cleaner</li> <li>7. คีบจับงานร้อน</li> </ol> <p><b>วัสดุ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เหล็กแผ่นขนาด 1.6x40x120 มม. จำนวน 2 ชิ้น</li> <li>2. ลวดบัดกรีแข็งทองเหลือง <math>\varnothing</math> 2 มม.</li> <li>3. ฟลักซ์บัดกรีแข็ง (บอแรกซ์)</li> </ol>	

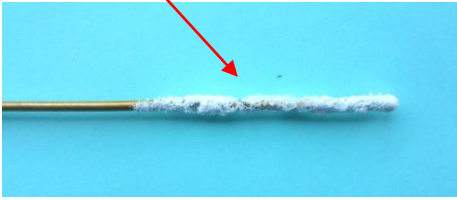
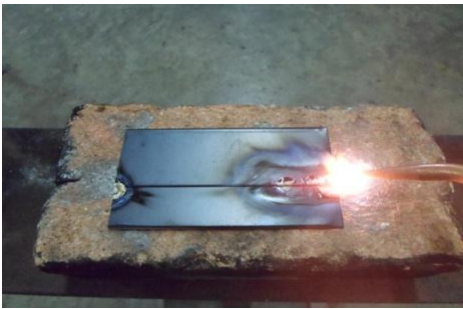

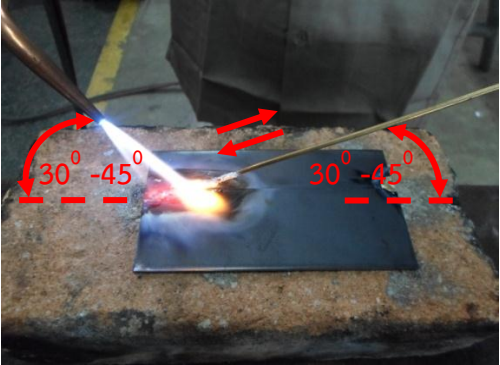
## ลำดับขั้นตอนการทำงานการบัดกรีแข็งทองเหลืองต่อเกลยชิ้นงาน

ภาพประกอบ	คำอธิบาย
	<p>1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์งานบัดกรีแข็ง ประกอบด้วย ชุดเชื่อมแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีน แวนตาเชื่อมแก๊ส ถังมือหนึ่ง เอี่ยมหนึ่ง คีมจับงานร้อน แปรงลวด เข็มแยงหัวทิพเชื่อม ที่จุดเปลวไฟแก๊ส</p>
	<p>2. เตรียมชิ้นงานและลวดบัดกรีแข็งทองเหลืองต่อเกลยชิ้นงาน</p> <p>2.1 ตัดชิ้นงานให้ได้ขนาด 1.6x40x120 มม. จำนวน 2 ชิ้น ด้วยเครื่องตัด Power Shear</p>
	<p>2.2 ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยแปรงลวด ทำความสะอาดสนิมบนชิ้นงานทั้ง 2 ชิ้น ให้สะอาดก่อนทำงานเชื่อมทุกครั้ง</p>
	<p>2.3 เตรียมลวดบัดกรีแข็งทองเหลือง และ ฟลักซ์บัดกรีแข็ง (บอแรกซ์)</p>

## ลำดับขั้นตอนการทำงานการบัดกรีแข็งทองเหลืองต่อเกลยชิ้นงาน (ต่อ)

ภาพประกอบ	คำอธิบาย
	<p>3. วางชิ้นงานบัดกรีแข็งต่อเกลยในตำแหน่งทำ ราบ วางชิ้นงาน 2 ชิ้นเกลยกัน 20 มม. ให้ขนานกัน ตลอดความยาวชิ้นงานบนอิฐทนไฟ</p>
 <p>เปลวคาร์บูไรซิง</p> <p>เปลวนิวทรัล</p>	<p>4. ปรับเปลวไฟสำหรับบัดกรีแข็ง ตามขั้นตอนใบงานที่ 1.2 ที่ปฏิบัติมาแล้ว ปรับเป็นเปลวคาร์บูไรซิง หรือเปลวนิวทรัล</p>
<p>ช่วงให้ความร้อน 40-50 มม.</p> 	<p>5. นำลวดเชื่อมทองเหลืองจุ่มฟลักซ์</p> <p>5.1 ใช้เปลวไฟให้ความร้อนลวดบัดกรี ทองเหลืองทางปลายที่จะบัดกรียาวประมาณ 40-50 มม. (อย่าให้ร้อนแดง)</p>
	<p>5.2 แล้วนำลวดบัดกรีทองเหลืองช่วงที่ให้ ความร้อนไปจุ่มฟลักซ์</p>

## ลำดับขั้นตอนการทำงานการบัดกรีแข็งทองเหลืองต่อเกลยชิ้นงาน (ต่อ)

ภาพประกอบ	คำอธิบาย
<p data-bbox="486 432 767 461">ฟลักซ์เกาะติดลวดทองเหลือง</p> 	<p data-bbox="858 398 1401 477">5.3 ฟลักซ์เกาะติดลวดบัดกรีทองเหลืองช่วงให้ความร้อนพร้อมใช้งาน</p>
	<p data-bbox="858 763 1257 801"><b>6. ประกอบเชื่อมยึดชิ้นงานต่อเกลย</b></p> <p data-bbox="858 815 1401 947">6.1 บัดกรียึดชิ้นงาน หัว-ท้าย 2 จุด ด้วยการปรับเปลวไฟคาร์บูไรซิง และเติมลวดบัดกรีทองเหลือง</p>
	<p data-bbox="898 1151 1361 1189">6.2 ชิ้นงานที่ประกอบยึดพร้อมบัดกรีแข็ง</p>
	<p data-bbox="858 1563 1305 1601"><b>7. บัดกรีแข็งทองเหลืองต่อเกลยชิ้นงาน</b></p> <p data-bbox="858 1615 1401 1693">7.1 วางลวดบัดกรีทองเหลืองทำมุมกับงาน 30-45 องศา หัวทิพเชื่อมทำมุมเดิน 30-45 องศา</p> <p data-bbox="858 1706 1401 2031">7.2 ทำการบัดกรีแข็งโดยให้ความร้อนตรงรอยต่อสองชิ้นให้ชิ้นงานร้อนแดง จากนั้นจึงเติมลวดบัดกรีทองเหลืองลงตรงรอยต่อเริ่มต้น แล้วใช้เปลวไฟละลายลวดบัดกรีทองเหลืองให้ไหลไปตามรอยต่อ ถ้าลวดบัดกรีทองเหลืองหมดก็เติมลวดบัดกรีทองเหลืองใหม่จนได้แนวบัดกรีแข็งทองเหลืองตลอดความยาวชิ้นงาน</p>

## ลำดับขั้นตอนการทำงานการบัดกรีเชิงทองเหลืองต่อเกยชิ้นงาน (ต่อ)

ภาพประกอบ	คำอธิบาย
<p>8. ดับเปลวไฟแก๊ส</p> <p>การดับเปลวไฟแก๊สตามขั้นตอนของใบงานที่ 1.2 ที่ได้ปฏิบัติตามแล้ว</p>	
	<p>9. ทำความสะอาดชิ้นงาน</p> <p>เนื่องจากการเชื่อมแก๊สจะเกิดคราบออกไซด์และเขม่าควันต้องใช้แปรงลวดขัดชิ้นงานให้สะอาด</p> <p>หมายเหตุ เมื่อทำความสะอาดแนวบัดกรีเชิงแนวแรกเรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการบัดกรีรอยต่ออีกด้านตรงข้ามตามขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนที่ 8 และขั้นตอนที่ 9</p>
	<p>10. ชิ้นงาน งานบัดกรีเชิงทองเหลืองต่อเกยชิ้นงาน</p> <p>ชิ้นงานบัดกรีเชิงที่ได้ จำนวน 2 แนว พร้อมส่งครูตรวจ</p>

## ข้อควรระวัง

1. ควรทำความสะอาดชิ้นงานให้สะอาดปราศจากคราบน้ำมันหรือจาระบี
2. การปรับเปลวไฟบัดกรีย่าให้ความร้อนสูงมากทำให้แนวบัดกรีใหญ่และควบคุมโลหะบัดกรียาก

## ข้อเสนอแนะ

ควรปรับเปลวเป็นเปลวกลาง ที่มีสัดส่วนของออกซิเจนอะเซทิลีนไม่สูงมาก



แบบประเมินผลการปฏิบัติงานที่ 2.1							
วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น			ใบงานที่ 2.1				
รหัสวิชา 2100-1005			ชื่อหน่วย งานบัดกรีแข็ง ชื่องาน งานบัดกรีแข็งทองเหลืองต่อเกยชิ้นงาน				
ชื่อ-สกุล ..... รหัส..... แผนกวิชา.....ชั้น.....กลุ่ม.....ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....							
ที่	รายการประเมิน	คะแนน					รวม
		5	4	3	2	1	
1	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์งานบัดกรีแข็งถูกต้อง						
2	เตรียมชิ้นงานถูกต้อง						
3	ปรับเปลวไฟถูกต้องเหมาะสม						
4	ความเรียบร้อยสม่ำเสมอของรอยบัดกรี						
5	เติมโลหะบัดกรีเหมาะสม						
6	โลหะบัดกรีไหลกระจายบนผิวหน้างานมากเกินไปหรือไม่						
7	โลหะบัดกรีแล่นประสานรอยต่อได้ทั่วถึงตลอดแนวหรือไม่						
8	ความสะอาดเรียบร้อยของชิ้นงานบัดกรีแข็ง						
รวม							40

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนนที่ได้ ทหาร 4 = ..... คะแนน

ระดับคุณภาพ คะแนน 9-10 = ดีมาก คะแนน 7-8 = ดี คะแนน 5-6 = ปานกลาง  
คะแนนต่ำกว่า 5 ลงมา = ควรปรับปรุง

ผลการตัดสิน  ผ่านการประเมิน  ไม่ผ่านการประเมิน

บันทึกเพิ่มเติม .....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)  
วันที่ ...../...../.....

แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

หน่วยที่ 2 งานบัดกรีแข็ง

จำนวน 10 ข้อ

เวลา 10 นาที

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. งานบัดกรีแข็งแตกต่างจากงานเชื่อม คือข้อใด
  - ก. งานเชื่อมลวดเชื่อมหลอมละลาย แต่งานบัดกรีแข็งลวดบัดกรีไม่หลอมละลาย
  - ข. งานเชื่อมชิ้นงานหลอมละลาย แต่งานบัดกรีแข็งชิ้นงานไม่หลอมละลาย
  - ค. รอยเชื่อมแข็งแรงน้อยกว่า รอยบัดกรีแข็ง
  - ง. งานบัดกรีแข็งใช้อุณหภูมิสูงกว่าการเชื่อมเล็กน้อย
2. หลักการบัดกรีแข็ง คือข้อใด
  - ก. กรรมวิธีการต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ ต่ำกว่า 640 °F
  - ข. กรรมวิธีการต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ เกิน 640 °F
  - ค. กรรมวิธีการต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ ต่ำกว่า 840 °F
  - ง. กรรมวิธีการต่อโลหะสองชิ้นให้ติดกันโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ เกิน 840 °F
3. ข้อใด คือ ประเภทของการบัดกรีแข็ง
  - ก. บัดกรีแข็งในเตา และบัดกรีแข็งด้วยแสงอุลตราไวโอเลต
  - ข. บัดกรีแข็งด้วยการเหนี่ยวนำและบัดกรีแข็งทางไฟฟ้า
  - ค. บัดกรีแข็งด้วยหัวเชื่อมแก๊สและบัดกรีแข็งด้วยแสงอุลตราไวโอเลต
  - ง. แข็งด้วยการเหนี่ยวนำและบัดกรีแข็งด้วยหัวเชื่อมแก๊ส
4. ถ้าต้องการใช้ลวดทองเหลืองบัดกรีแข็งควรเลือกใช้ฟลักซ์ประเภทใด
  - ก. ผงบอแรกซ์
  - ข. โซเดียมไซยาไนด์
  - ค. อัลคาไลน์โบฟลูออไรด์
  - ง. กรดโบริก
5. ข้อใด คือ หน้าที่ของฟลักซ์บัดกรีแข็ง
  - ก. เต็มธาตุบางชนิดลงในชิ้นงาน
  - ข. ช่วยเพิ่มออกไซด์ขณะบัดกรี
  - ค. ช่วยทำให้ลวดบัดกรีเล่นซึมเข้ารอยต่อได้ง่าย
  - ง. ช่วยทำความสะอาดชิ้นงาน
6. ข้อใด คือ ข้อดีของการบัดกรีแข็ง
  - ก. ชิ้นงานเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแข็งแรงขึ้น
  - ข. เกิดแนวเชื่อมพอกเกินผิวงานทำให้แนวบัดกรีแข็งแรง
  - ค. ภาระการรับแรงมากกว่าการเชื่อมแบบหลอมละลาย
  - ง. เชื่อมโลหะต่างชนิดได้

7. การบัดกรีแข็งทองแดงโดยใช้ลวดเงินควรใช้ฟลักซ์ประเภทใด
  - ก. ผงบอแรกซ์
  - ข. โซเดียมไซยาไนด์
  - ค. อัลคาไลน์โบฟลูออไรด์
  - ง. ยางสน
8. ชนิดของลวดบัดกรีแข็งข้อใดกล่าวถูกต้อง
  - ก. ลวดทองเหลือง และลวดเหล็กหล่อ
  - ข. ลวดทองเหลืองและลวดเงินเจือ
  - ค. ลวดทองแดงผสม และลวดเหล็ก
  - ง. ลวดเงิน และลวดเหล็กหล่อ
9. ถ้าต้องการบัดกรีแข็งเหล็กหล่อควรเลือกใช้ลวดเชื่อมชนิดใด
  - ก. ลวดทองเหลือง
  - ข. ลวดเงิน
  - ค. ลวดเงินเจือ
  - ง. ลวดเหล็กหล่อ
10. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับงานบัดกรีแข็ง
  - ก. ประสานโลหะสองชนิดที่แตกต่างให้ติดกันได้
  - ข. ประสานโลหะสองชั้นที่เหมือนกันให้ติดกันได้
  - ค. ประสานโลหะกับอโลหะทุกชนิดให้ติดกันได้
  - ง. ประสานโลหะหนาและบางให้ติดกันได้



**กระดาษคำตอบ**  
**แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน**  
**วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 2100-1005**

ชื่อ-สกุล.....รหัส.....แผนกวิชา.....  
 ระดับชั้น.....กลุ่ม.....ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

หน่วยที่ .....เรื่อง.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

รวมคะแนนทดสอบ	
คะแนนที่ได้	
คะแนนเต็ม	

.....ผู้ตรวจ

### แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1005

ชื่อ-สกุล.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....รหัสประจำตัว.....

แผนก.....ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

ลำดับ	พฤติกรรมที่ประเมิน	ระดับคะแนน			รวม
		3	2	1	
1	มีความพร้อมของอุปกรณ์การเรียน				
2	มีความเพียร อดทน				
3	การตรงต่อเวลาในการส่งงาน การเข้าเรียน				
4	ความซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น				
5	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย				
6	ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่เสียสละเพื่อส่วนรวม				
7	แสดงกิริยาวาจาสุภาพอ่อนน้อม				
8	มีความสามัคคีต่อหมู่คณะและเพื่อนร่วมงาน				
9	ปฏิบัติตามได้สะอาด ถูกต้อง แม่นยำ				
10	มีความกระตือรือร้นในการเรียน				
<b>รวม</b>					<b>30</b>

3 = ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ต้องมีการชี้แนะ

2 = ปฏิบัติบ้างในบางครั้ง จากการเชิญชวนหรือชี้แนะ

1 = ต้องสั่งบังคับว่ากล่าวตักเตือนจึงจะปฏิบัติ

เกณฑ์การประเมิน

26 - 30 คะแนน = ดีมาก

21 - 25 คะแนน = ดี

16 - 20 คะแนน = พอใช้

0 - 15 คะแนน = ควรปรับปรุง

ผลการตัดสิน  ผ่านการประเมิน  ไม่ผ่านการประเมิน

บันทึกเพิ่มเติม .....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ ...../...../.....

### แบบประเมินหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1005

ชื่อ-สกุล.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....รหัสประจำตัว.....

แผนก.....ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

ลำดับ	พฤติกรรมที่ประเมิน	ระดับคะแนน			รวม
		3	2	1	
1	เตรียมเครื่องมือเหมาะสมกับงาน				
2	ใช้วัสดุฝึกอย่างประหยัด				
3	มีทักษะในการเลือกใช้เครื่องมือ				
4	มีทักษะในการเลือกใช้วัสดุฝึก				
5	การตรงต่อเวลา				
6	มีความรับผิดชอบ				
7	มีความรอบรู้ รอบคอบ				
8	มีความระมัดระวังในการทำงาน				
9	มีความซื่อสัตย์สุจริต				
10	มีความขยัน อดทน				
<b>รวม</b>					<b>30</b>

เกณฑ์การประเมิน

26 - 30 คะแนน = ดีมาก

21 - 25 คะแนน = ดี

16 - 20 คะแนน = พอใช้

0 - 15 คะแนน = ควรปรับปรุง

ผลการตัดสิน  ผ่านการประเมิน  ไม่ผ่านการประเมิน

บันทึกเพิ่มเติม .....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ ...../...../.....

### เกณฑ์การประเมินหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

1. เตรียมเครื่องมือเหมาะสมกับงาน
  - 3 = เตรียมเครื่องมือถูกต้องตามใบงานทุกรายการ
  - 2 = เลือกใช้เครื่องมือไม่ถูกต้องตามใบงาน 1 รายการ
  - 1 = เลือกใช้เครื่องมือไม่ถูกต้องตามใบงานมากกว่า 1 รายการ
2. ใช้วัสดุฝึกอย่างประหยัด
  - 3 = ใช้วัสดุฝึกถูกต้องตามใบงานทุกรายการ
  - 2 = ใช้วัสดุฝึกมากกว่าตามใบงาน 1 รายการ
  - 1 = ใช้วัสดุฝึกมากกว่าตามใบงานมากกว่า 1 รายการ
3. มีทักษะในการเลือกใช้เครื่องมือ
  - 3 = เลือกใช้เครื่องมือถูกต้องตามใบงานทุกรายการ
  - 2 = เลือกใช้เครื่องมือไม่ถูกต้องตามใบงาน 1 รายการ
  - 1 = เลือกใช้เครื่องมือไม่ถูกต้องตามใบงานมากกว่า 1 รายการ
4. มีทักษะในการเลือกใช้วัสดุฝึก
  - 3 = เลือกใช้วัสดุฝึกถูกต้องตามใบงานทุกรายการ
  - 2 = เลือกใช้วัสดุฝึกไม่ถูกต้องตามใบงาน 1 รายการ
  - 1 = เลือกใช้วัสดุฝึกไม่ถูกต้องตามใบงานมากกว่า 1 รายการ
5. การตรงต่อเวลา
  - 3 = ตรงต่อเวลาในการเข้าเรียนทุกครั้ง
  - 2 = ไม่ตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน 1 ครั้ง
  - 1 = ไม่ตรงต่อเวลาในการเข้าเรียนมากกว่า 1 ครั้ง
6. มีความรับผิดชอบ
  - 3 = มีความรับผิดชอบในการส่งงานทุกครั้ง
  - 2 = ขาดความรับผิดชอบในการส่งงาน 1 ครั้ง
  - 1 = ขาดความรับผิดชอบในการส่งงานมากกว่า 1 ครั้ง
7. มีความรอบรู้และรอบคอบ
  - 3 = ทำงานถูกต้องครบถ้วนทุกรายการ
  - 2 = ทำงานไม่ถูกต้องและครบถ้วน 1 รายการ
  - 1 = ทำงานไม่ถูกต้องและครบถ้วนมากกว่า 1 รายการ
8. มีความระมัดระวังในการทำงาน
  - 3 = ระมัดระวังในการทำงานทุกครั้ง
  - 2 = ขาดความระมัดระวังในการทำงานหรือไม่ปลอดภัย 1 ครั้ง
  - 1 = ขาดความระมัดระวังในการทำงานหรือไม่ปลอดภัยมากกว่า 1 ครั้ง
9. มีความซื่อสัตย์สุจริต
  - 3 = ทำงานด้วยตนเองทุกรายการ
  - 2 = ไม่ทำงานด้วยตนเอง 1 รายการ
  - 1 = ไม่ทำงานด้วยตนเองมากกว่า 1 รายการ

## 10. มีความขยัน อดทน

- 3 = มีความขยันและอดทนในการปฏิบัติงานทุกครั้ง
- 2 = ขาดความขยันและอดทนในการปฏิบัติงาน 1 ครั้ง
- 1 = ขาดความขยันและอดทนในการปฏิบัติงานมากกว่า 1 ครั้ง