



แผนการจัดการเรียนรู้  
วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 20100-1004  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช. พุทธศักราช 2567

จัดทำโดย  
นาย ศเจตส์ จาตระกุล  
ตำแหน่ง ครู

แผนวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา  
กระทรวงศึกษาธิการ

## คำนำ

แผนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 20100-1004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช. พุทธศักราช 2567 จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 18 สัปดาห์สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง เนื้อหาภายในแบ่งออกเป็น 10 บท คือ พื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส กระบวนการเชื่อมแก๊ส การเล่นประสาน พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ พื้นฐานงานโลหะแผ่น การพับขอบการเข้าตะเข็บ การบัดกรี และการเขียนแผ่นคลี่

สำหรับแผนการสอนรายวิชานี้ ผู้จัดทำได้ทุ่มเทเวลาในการศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอน และการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางหลักปรัชญาของเศรษฐกิจแบบพอเพียง

ท้ายที่สุดนี้ ผู้จัดทำขอขอบคุณผู้ที่สร้างแหล่งความรู้ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ แผนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 20100-1004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช. พุทธศักราช 2567 เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์เป็นที่เรียบร้อย และหากผู้ใช้พบข้อบกพร่องหรือมีข้อเสนอแนะประการใด ขอได้โปรดแจ้งผู้จัดทำทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ศเจตส์ จาตระกูล  
ผู้จัดทำ

# วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

## แผนการจัดกิจกรรมเรียนรู้

รหัสวิชา 20100-1004 ชื่อ วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น ท - ป - น (ชม) : 1 - 3 - 2 (4)

ครูผู้สอน นายศเจตส์ จาตระกูล

### แผนการจัดการเรียนรู้

#### แผนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

#### จุดประสงค์รายวิชา

1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กระบวนการเชื่อมแก๊ส การเชื่อมไฟฟ้าและงานโลหะแผ่น
2. มีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส เชื่อมไฟฟ้าและการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานเชื่อม
3. มีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะแผ่นรูปทรงเรขาคณิต และใช้เครื่องมืออุปกรณ์โลหะแผ่น
4. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด

ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ รับผิดชอบ และรักษาสภาพแวดล้อม

#### สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้ หลักการกระบวนการเชื่อมแก๊สและการเชื่อมไฟฟ้า
2. เชื่อมแผ่นประสานและตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส
3. เชื่อมอาร์กกลวดหุ้มฟลักซ์แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน
4. เขียนแบบแผ่นคลี่ลงแผ่นงานตามแบบ
5. ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นตามแบบ

#### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นของกระบวนการเชื่อมและโลหะแผ่น หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การเลือกวัสดุ เครื่องและอุปกรณ์งานเชื่อม ทำเชื่อม รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการเชื่อมประสาน การประกอบติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส การเชื่อมประสาน (Brazing) และเชื่อมไฟฟ้า การเริ่มต้นอาร์ก การเชื่อมเดินแนว ต่อมุม ต่อตัวที่ เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น การเขียนแบบแผ่นคลี่ การถ่ายแบบ การเข้าขอบ การทำตะเข็บ การย้ำหมุด การบัดกรี (Soldering) การขึ้นรูปด้วยการพับ ดัด ม้วน เคาะ และประกอบชิ้นงาน

ตารางวิเคราะห์คำอธิบายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

| หน่วยที่ | ชื่อหน่วย / หัวข้อการสอน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | จำนวนคาบ |         |     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|-----|
|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ทฤษฎี    | ปฏิบัติ | รวม |
| 1        | ความรู้เบื้องต้นในการเชื่อมแก๊ส<br>1.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส<br>1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส<br>1.3 ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส<br>1.4 ขั้นตอนการตรวจเช็ครอยรั่วและปรับค่าเครื่องควบคุม<br>ความดันแก๊ส<br>1.5 งานติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมแก๊สและตรวจสอบ<br>รอยรั่ว                                                                                                                                                                                                           | 2        | 2       | 4   |
| 2        | กระบวนการเชื่อมแก๊ส<br>2.1 หลักการเชื่อมแก๊ส<br>2.2 เพลวที่ใช้ในการเชื่อมแก๊ส<br>2.3 ลำดับขั้นตอนในการจุดไฟ ปรับเปลวไฟและปิดเปลวไฟ<br>2.4 ชนิดรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อม<br>2.5 ทำเชื่อม<br>2.6 เทคนิควิธีการเชื่อมแก๊ส<br>2.7 ลวดเชื่อมแก๊ส<br>2.8 งานปรับเปลวไฟเชื่อมแก๊ส<br>2.9 งานเชื่อมเดินแนวทำราบไม่เต็มลวดเชื่อมแก๊ส<br>2.10 งานเชื่อมต่อมุมโดยไม่เต็มลวดเชื่อม แก๊ส<br>2.11 งานเชื่อมเดินแนวทำราบเต็มลวดเชื่อมแก๊ส<br>2.12 งานเชื่อมต่อชนทำราบ<br>2.13 งานเชื่อมต่อเกยทำราบ<br>2.14 งานเชื่อมต่อตัวที่ทำราบ | 2        | 20      | 22  |
| 3        | การเล่นประสาน<br>3.1 ความหมายของการเล่นประสาน<br>3.2 งานเชื่อมเล่นประสานแบบต่อชน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1        | 3       | 4   |
| 4        | ความรู้เบื้องต้นในการเชื่อมไฟฟ้า<br>4.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า<br>4.2 หลักการเชื่อมไฟฟ้า<br>4.3 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะพื้นฐาน<br>4.4 รอบการทำงานของเครื่องเชื่อม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2        | 2       | 4   |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |   |    |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----|
|   | 4.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมไฟฟ้า<br>4.6 งานขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้า                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |   |    |
| 5 | องค์ประกอบการเชื่อมไฟฟ้า<br>5.1 การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน<br>5.2 การใช้ระยะอาร์กที่ถูกต้อง<br>5.3 การตั้งกระแสไฟที่ถูกต้อง<br>5.4 การใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมที่ถูกต้อง<br>5.5 การตั้งมุมของลวดเชื่อมที่ถูกต้อง<br>5.6 เทคนิควิธีการเชื่อมไฟฟ้า<br>5.7 การเริ่มต้นและสิ้นสุดรอยเชื่อม<br>5.8 การต่อรอยเชื่อม<br>5.9 การส่ายลวดเชื่อม<br>5.10 งานการเริ่มต้นอาร์กและควบคุมรอยเชื่อมทำราบ<br>5.11 งานเดินรอยเชื่อมยาวสายและไม่สายลวดเชื่อม | 2 | 6 | 8  |
| 6 | ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์<br>6.1 ลวดเชื่อม<br>6.2 ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์<br>6.3 มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์<br>6.4 เชื่อมทับรอยเชื่อมทำราบ<br>6.5 เชื่อมต่อมุมทำราบ<br>6.6 เชื่อมต่อตัวที่ทับรอยเชื่อมทำราบ                                                                                                                                                                                                                                      | 2 | 6 | 8  |
| 7 | พื้นฐานโลหะแผ่น<br>7.1 ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น<br>7.2 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น<br>7.3 งานตัดตรงด้วยกรรไกร<br>7.4 งานตัดโค้งด้วยกรรไกร                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1 | 3 | 4  |
| 8 | เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นและงานบัดกรี<br>8.1 ตะเข็บและขอบงาน<br>8.2 เข้าขอบลวด<br>8.3 เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่น<br>8.4 การบัดกรี<br>8.5 ความร้อนที่ใช้ในการบัดกรี<br>8.6 หัวแรงบัดกรี<br>8.7 น้ำประสาน<br>8.8 ปฏิบัติในงาน งานพับขอบและเข้าตะเข็บด้วยมือ                                                                                                                                                                                    | 1 | 9 | 10 |

|    |                                                                                                                                                                       |   |   |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----|
|    | 8.9 ปฏิบัติงานเข้าขอบลวด<br>8.10 ปฏิบัติเขียนแบบแผ่นคลี่กล่องสี่เหลี่ยมงาน<br>8.11 ปฏิบัติในงาน งานกล่องสี่เหลี่ยม                                                    |   |   |    |
| 9  | การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นขนานและรัศมี<br>9.1 หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นขนาน<br>9.2 หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นรัศมี<br>9.3 ปฏิบัติในงานงานกระป๋องทรงกระบอก | 1 | 3 | 4  |
| 10 | การประเมินผลการเรียน                                                                                                                                                  |   |   | 4  |
|    | รวม                                                                                                                                                                   |   |   | 72 |



|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                |                                                                   |   |    |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---|----|
| 4 | <p>ความรู้เบื้องต้นในการเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>ความรู้เบื้องต้นในการเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>4.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>4.2 หลักการเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>4.3 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะพื้นฐาน</p> <p>4.4 รอบการทำงานของเครื่องเชื่อม</p> <p>4.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>4.6 งานขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้า</p>                                                                                                                                                                                           | 2                                              | 1                                                                 | 1 | 4  |
| 5 | <p>องค์ประกอบของการเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>องค์ประกอบของการเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>5.1 การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน</p> <p>5.2 การใช้ระยะอาร์กที่ถูกต้อง</p> <p>5.3 การตั้งกระแสไฟที่ถูกต้อง</p> <p>5.4 การใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมที่ถูกต้อง</p> <p>5.5 การตั้งมุมของลวดเชื่อมที่ถูกต้อง</p> <p>5.6 เทคนิควิธีการเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>5.7 การเริ่มต้นและสิ้นสุดรอยเชื่อม</p> <p>5.8 การต่อรอยเชื่อม</p> <p>5.9 การส่ายลวดเชื่อม</p> <p>5.10 งานการเริ่มต้นอาร์กและควบคุมรอยเชื่อมทำราบ</p> <p>5.11 งานเดินรอยเชื่อมยาวสายและไม่สายลวดเชื่อม</p> | 2<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>1 | 1<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>1<br>1<br>1<br>1 | 1 | 10 |
| 6 | <p>ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์</p> <p>ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์</p> <p>6.1 ลวดเชื่อม</p> <p>6.2 ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์</p> <p>6.3 มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์</p> <p>6.4 เชื่อมทับรอยเชื่อมทำราบ</p> <p>6.5 เชื่อมต่อมุมทำราบ</p> <p>6.6 เชื่อมต่อตัวที่ทับรอยเชื่อมทำราบ</p>                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                | 1<br><br><br><br><br><br><br>2<br>2<br>2                          | 1 | 10 |
| 7 | <p>พื้นฐานโลหะแผ่น</p> <p>พื้นฐานโลหะแผ่น</p> <p>7.1 ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น</p> <p>7.2 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น</p> <p>7.3 ปฏิบัติงานตัดตรงด้วยกรรไกร</p> <p>7.4 ปฏิบัติงานตัดโค้งด้วยกรรไกร</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1                                              | 1<br><br><br><br>1<br>1                                           | 1 | 4  |
| 8 | <p>เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นและงานบัดกรี</p> <p>เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นและงานบัดกรี</p> <p>8.1 ตะเข็บและขอบงาน</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2                                              |                                                                   |   | 10 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |                                                 |   |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------|---|----|
|    | 8.2 เข้าขอบลวด<br>8.3 เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่น<br>8.4 การบัดกรี<br>8.5 ความร้อนที่ใช้ในการบัดกรี<br>8.6 หัวแร้งบัดกรี<br>8.7 น้ำประสาน<br>8.8 ปฏิบัติงานพับขอบและเข้าตะเข็บ ด้วยมือ<br>8.9 ปฏิบัติงานเข้าขอบลวด<br>8.10 ปฏิบัติเขียนแบบแผ่นคลี่กล่องสี่เหลี่ยมงาน<br>8.11 ปฏิบัติงานเรื่อง งานกล่องสี่เหลี่ยม |   | 2<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>2<br>2 | 2 |    |
| 9  | การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นขนานและรัศมี<br>การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นขนานและรัศมี<br>9.1 หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นขนาน<br>9.2 หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นรัศมี<br>9.3 ปฏิบัติงานเรื่อง กระป๋องทรงกระบอก                                                                                                  | 1 | <br><br><br><br><br><br><br>1<br>2              |   | 4  |
| 10 | การประเมินผลการเรียน                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |                                                 |   | 4  |
|    | รวม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |                                                 |   | 72 |

การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะรายวิชา

รหัสวิชา 20100-1004

หน่วยกิต (ชั่วโมง) 2

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

เวลาเรียน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

| หน่วยที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้             | สมรรถนะรายวิชา                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | ความรู้เบื้องต้นในการเชื่อมแก๊ส  | 1.อธิบายกฎและวิธีการปฏิบัติงานในการเชื่อมแก๊ส<br>2. อธิบายถึงสมบัติของท่อบรรจุแก๊สที่ใช้ในการเชื่อม<br>3. บอกหน้าที่เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมแก๊ส<br>4. จัดเตรียม ประกอบ ติดตั้ง ปรับ เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส<br>5. ตรวจสอบรอยรั่วของแก๊สที่ใช้ในการเชื่อม<br>6. อธิบายหลักการของการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน<br>7. อธิบายเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน<br>8. บอกลักษณะของเปลวไฟเชื่อมแก๊สแต่ละชนิด<br>9.อธิบายลำดับขั้นตอนในการจุดไฟปรับเปลวไฟและปิดเปลวไฟ<br>10.บอกลักษณะรอยต่อแต่ละชนิดและลักษณะของท่าเชื่อมแต่ละชนิด<br>11.บอกลักษณะลวดเชื่อมแก๊สและอ่านรหัสลวดเชื่อมตามมาตรฐาน AWS<br>12.จัดเตรียมประกอบติดตั้งปรับ เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส<br>13.บอกกฎสำหรับการปฏิบัติเมื่อใช้เครื่องควบคุมความดันแก๊ส<br>14.ปฏิบัติงานปรับเปลวไฟเชื่อมแก๊ส<br>15.ปฏิบัติการจุดและดับเปลวไฟเชื่อมแก๊ส<br>16.ปฏิบัติงานเชื่อมเดินแนวท่าราบไม่เติมลวดเชื่อมแก๊ส<br>17.ปฏิบัติงานเชื่อมต่อมุมโดยไม่เติมลวดเชื่อมแก๊ส<br>18.ปฏิบัติงานเชื่อมเดินแนวท่าราบเติมลวดเชื่อมแก๊ส<br>19.ปฏิบัติงานเชื่อมต่อชนท่าราบ<br>20.ปฏิบัติงานเชื่อมต่อเกยท่าราบ<br>21.ปฏิบัติงานงานเชื่อมต่อตัวที่ท่าราบ<br>22.อธิบายหลักการของการเล่นประสานโลหะประสานหรือลวดที่ใช้ในการเล่นประสานฟลักซ์และแก๊สที่ใช้ในการเล่นประสาน<br>23.ปฏิบัติงานเล่นประสานเหล็กกล้าต่อชน<br>24.อธิบายกฎและวิธีการปฏิบัติงานในการเชื่อมไฟฟ้า<br>25.อธิบายวิธีป้องกันอันตรายที่เกิดจากการเชื่อมไฟฟ้า<br>26.อธิบายหลักการเชื่อมไฟฟ้า<br>27.บอกชนิดของเครื่องเชื่อมและกระแสเชื่อม |
| 2        | กระบวนการเชื่อมแก๊ส              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3        | การเล่นประสาน                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4        | ความรู้เบื้องต้นในการเชื่อมไฟฟ้า |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5        | องค์ประกอบในการเชื่อมไฟฟ้า       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 6        | ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7        | พื้นฐานโลหะแผ่น                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8        | เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่น   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9        | การบัดกรี                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|          |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>28.บอกรอบทำงานของเครื่องเชื่อม</p> <p>29.บอกชื่อเครื่องมืออุปกรณ์และหน้าที่ที่ใช้ในการเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>30.ประกอบ ติดตั้ง ปรับ เครื่องมือที่ใช้ในงานเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>31.อธิบายการเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน</p> <p>32.อธิบายเทคนิควิธีการเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>33.อธิบายการต่อรอยเชื่อมและสายลวดเชื่อม</p> <p>34.ปฏิบัติงานเดินรอยเชื่อมยาวสายและไม่สายลวดเชื่อม</p> <p>35.อธิบายความหมายลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้ม ฟลักซ์และความหมาย</p> <p>36.ปฏิบัติงานเชื่อมทับรอยเชื่อม(เชื่อมพอก)ทำราบ</p> <p>37.ปฏิบัติงานเชื่อมต่อมุมทำราบ</p> <p>38.ปฏิบัติงานเชื่อมต่อตัวที่ทับแนวเชื่อมทำราบ</p> <p>39.อธิบายหลักการเรื่องกฎความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น</p> <p>40.อธิบายวัสดุที่ใช้งานโลหะแผ่น</p> <p>41.อธิบายเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น</p> <p>42.บอกหน้าที่เครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น</p> <p>43.ปฏิบัติงานตัดตรงด้วยกรรไกร</p> <p>44.ปฏิบัติงานตัดโค้งด้วยกรรไกร</p> <p>45.อธิบายหลักการใช้เครื่องตัด เครื่องพับ เครื่องม้วน</p> <p>46.อธิบายหลักการบัดกรี</p> <p>47.อธิบายหลักการเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย</p> <p>48.อธิบายขั้นตอนในการเขียนแบบลงชิ้นงานโลหะแผ่น</p> <p>49.ปฏิบัติงานพับขอบและเข้าตะเข็บด้วยมือ</p> <p>50.ปฏิบัติงานเข้าขอบลวด</p> <p>51.ปฏิบัติเขียนแบบแผ่นคลี่กล่องสี่เหลี่ยมงาน</p> <p>52.ปฏิบัติงานกล่องสี่เหลี่ยม</p> <p>53.อธิบายหลักการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นขนาน</p> <p>54.อธิบายหลักการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นรัศมี</p> <p>55.เขียนแบบกระป๋องทรงกระบอก</p> <p>56.ปฏิบัติงานกระป๋องทรงกระบอก</p> |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

| หน่วยที่ | ชื่อหน่วย/รายการสอน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | สัปดาห์ที่ | ชั่วโมงที่ |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| 1        | <p>ความรู้เบื้องต้นในการเชื่อมแก๊ส</p> <p>1.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส</p> <p>1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊ส</p> <p>1.3 ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส</p> <p>1.4 ขั้นตอนการตรวจเช็กรอยรั่ว และ ปรับค่าเครื่องควบคุมความดันแก๊ส</p> <p>1.5 งานติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส และ ตรวจสอบรอยรั่ว</p>                                                                                                                                                                                                                                                    | 1          | 1-4        |
| 2        | <p>กระบวนการเชื่อมแก๊ส</p> <p>2.1 หลักการเชื่อมแก๊ส</p> <p>2.2 เพลวที่ใช้ในการเชื่อมแก๊ส</p> <p>2.3 ลำดับขั้นตอนในการจุดไฟ ปรับเปลวไฟและปิดเปลวไฟ</p> <p>2.4 ชนิดรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อม</p> <p>2.5 ท่าเชื่อม</p> <p>2.6 เทคนิควิธีการเชื่อมแก๊ส</p> <p>2.7 ลวดเชื่อมแก๊ส</p> <p>2.8 งานปรับเปลวไฟเชื่อมแก๊ส</p> <p>2.9 งานเชื่อมเดินแนวทำราบไม่เต็มลวดเชื่อมแก๊ส</p> <p>2.10 งานเชื่อมต่อมุมโดยไม่เต็มลวดเชื่อม แก๊ส</p> <p>2.11 งานเชื่อมเดินแนวทำราบเต็มลวดเชื่อมแก๊ส</p> <p>2.12 งานเชื่อมต่อชนทำราบ</p> <p>2.13 งานเชื่อมต่อเกยทำราบ</p> <p>2.14 งานเชื่อมต่อตัวที่ทำราบ</p> | 2-7        | 5-26       |
| 3        | <p>การเล่นประสาน</p> <p>3.1 ความหมายของการเล่นประสาน</p> <p>3.2 งานเชื่อมเล่นประสานแบบต่อชน</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 7-8        | 27-30      |
| 4        | <p>ความรู้เบื้องต้นในการเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>4.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>4.2 หลักการเชื่อมไฟฟ้า</p> <p>4.3 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามลักษณะพื้นฐาน</p> <p>4.4 รอบการทำงานของเครื่องเชื่อม</p> <p>4.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมไฟฟ้า</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8-9        | 31-34      |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |       |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
|   | 4.6 งานขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้า                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |       |
| 5 | องค์ประกอบของการเชื่อมไฟฟ้า<br>5.1 การเลือกลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน<br>5.2 การใช้ระยะอาร์กที่ถูกต้อง<br>5.3 การตั้งกระแสไฟที่ถูกต้อง<br>5.4 การใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมที่ถูกต้อง<br>5.5 การตั้งมุมของลวดเชื่อมที่ถูกต้อง<br>5.6 เทคนิควิธีการเชื่อมไฟฟ้า<br>5.7 การเริ่มต้นและสิ้นสุดรอยเชื่อม<br>5.8 การต่อรอยเชื่อม<br>5.9 การสายลวดเชื่อม<br>5.10 งานการเริ่มต้นอาร์กและควบคุมรอยเชื่อมทำราบ<br>5.11 งานเดินรอยเชื่อมยาวสายและไม่สายลวดเชื่อม | 9-11  | 35-42 |
| 6 | ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์<br>6.1 ลวดเชื่อม<br>6.2 ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์<br>6.3 มาตรฐานลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์<br>6.4 เชื่อมทับรอยเชื่อมทำราบ<br>6.5 เชื่อมต่อมุมทำราบ<br>6.6 เชื่อมต่อตัวที่ทับรอยเชื่อมทำราบ                                                                                                                                                                                                                                        | 11-13 | 43-50 |
| 7 | พื้นฐานโลหะแผ่น<br>7.1 ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น<br>7.2 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น<br>7.3 งานตัดตรงด้วยกรรไกร<br>7.4 งานตัดโค้งด้วยกรรไกร                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 13-14 | 51-54 |
| 8 | เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นและงานบัดกรี<br>8.1 ตะเข็บและขอบงาน<br>8.2 เข้าขอบลวด<br>8.3 เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่น<br>8.4 การบัดกรี<br>8.5 ความร้อนที่ใช้ในการบัดกรี<br>8.6 หัวแรงบัดกรี<br>8.7 น้ำประสาน<br>8.8 ปฏิบัติงานพับขอบและเข้าตะเข็บด้วยมือ<br>8.9 ปฏิบัติงานเข้าขอบลวด                                                                                                                                                                | 14-16 | 55-64 |

|    |                                                                                                                                                                  |    |       |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
|    | 8.10 ปฏิบัติเขียนแบบแผ่นคลีกล่องสี่เหลี่ยมงาน<br>8.11 ปฏิบัติงานกล่องสี่เหลี่ยม                                                                                  |    |       |
| 9  | การเขียนแบบแผ่นคลีด้วยเส้นขนานและรัศมี<br>9.1 หลักการเขียนแบบแผ่นคลีด้วยเส้นขนาน<br>9.2 หลักการเขียนแบบแผ่นคลีด้วยเส้นรัศมี<br>9.3 ใบงานที่ 21 ครอบป้องทรงกระบอก | 17 | 65-68 |
| 10 | การประเมินผลการเรียน                                                                                                                                             | 18 | 69-72 |

|                                                                                   |                                                                    |  |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--|----------------------|
|  | <b>หน่วยที่ 1</b>                                                  |  | <b>สอนครั้งที่ 1</b> |
|                                                                                   | <b>ชื่อวิชา</b> งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004      |  | เวลาเรียนรวม 72 คาบ  |
|                                                                                   | <b>ชื่อหน่วย</b> พื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส                              |  | สอนสัปดาห์ที่ 6      |
|                                                                                   | <b>ชื่อเรื่อง</b> ความปลอดภัย และ เครื่องมืออุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส |  | จำนวน 4 คาบ          |

### 1. สาระสำคัญ

ความปลอดภัยเป็นสิ่งที่ควรคำนึงในงานเชื่อมแก๊ส เช่นเดียวกับการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า การประกอบ ติดตั้ง เครื่องมือ และอุปกรณ์ เชื่อมแก๊ส ผู้เชื่อมจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนการประกอบและติดตั้งอย่างถูกต้อง และปลอดภัย โดยต้องศึกษาความหมายและกระบวนการเชื่อมแก๊ส ให้มีความเข้าใจชนิดของเครื่องมือ และอุปกรณ์ เพื่อให้ปรับเปลวไฟแต่ละเปลวไฟได้ถูกต้อง

### 2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ความปลอดภัยในการเชื่อมแก๊ส ชุดเชื่อมแก๊สและชุดป้องกันอันตราย
2. แสดงความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส

### 3. สาระการเรียนรู้

1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส
2. เครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส
3. การประกอบติดตั้งชุดเชื่อมแก๊ส

### 4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บอกความหมายของความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง
2. บอกสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุได้
3. บอกชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊สได้ถูกต้อง
4. สามารถประกอบ ติดตั้งชุดเชื่อมแก๊สได้ถูกวิธีและปลอดภัย
5. จัดเก็บเครื่องมือ และอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส ด้วยความสะอาด เรียบร้อย ถูกต้อง และปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

### 5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
2. ทำใบงานที่ 6

### 6. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

1. แนะนำตัวผู้สอน เชิญชวนนักเรียน แนะนำรายวิชา รหัสวิชา จุดประสงค์ของรายวิชา คำอธิบายรายวิชา เกณฑ์ การประเมินผล ทฤษฎี/ปฏิบัติ
2. นำเข้าสู่บทเรียน โดยชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้ผู้เรียนเห็นเป้าหมายในการเรียนโดยใช้สื่อการสอนเป็นเกมส์ kahoot กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการสนใจ

3. ชี้แจงแนวทางในการปฏิบัติตนเกี่ยวกับการเรียนการสอนการประเมินผลการเรียนและได้อบรม  
คุณลักษณะที่พึงประสงค์คือเรื่องความมีวินัยโดยเฉพาะการแต่งกายและการตรงต่อเวลา กิจกรรมนักเรียน

4. นักเรียนขานรับข้อพึงคำบรรยายคำอธิบายรายวิชาฉบับที่กักขังถามข้อสงสัย รับฟังการอบรม  
คุณธรรมลักษณะที่พึงประสงค์เรื่องความมีวินัย

#### 7. ขั้นตอน (ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย และถาม-ตอบ)

1. อาจารย์ดำเนินการสอนเกี่ยวกับ ความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส เครื่องมือและอุปกรณ์  
งานเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส การประกอบติดตั้งชุดเชื่อมแก๊ส

2. นักศึกษาร่วมแสดงความคิดเห็น โดยที่อาจารย์ใช้คำถามและสื่อการสอน กระตุ้น

3. อาจารย์ดำเนินการสาธิตการประกอบชุดเชื่อมแก๊ส

4. ครูสังเกตการปฏิบัติงานของนักเรียน

#### 8. ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. อาจารย์สรุปเนื้อหาในบทเรียน

2. อาจารย์สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

3. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน

#### 9. สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (20100-1004) ของบริษัทสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์

2. PowerPoint เกมส์ kahoot youtube

3. สื่อการสอนของจริง

#### 10. การวัดผลและการประเมินผล

1. ใบงานที่ 1

2. แบบทดสอบหลังเรียน

3. การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

##### เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 50 % ขึ้นไป

2. แบบประเมินผลการปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมแก๊สและตรวจสอบรอยรั่วเกณฑ์  
ผ่าน 60 % ขึ้นไป

3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การ  
ประเมินตามสภาพจริง

|  | ใบเนื้อหา                                              | หน่วยที่ 1          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย พื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส                         | สอนสัปดาห์ที่ 6     |
| ชื่อเรื่อง ความปลอดภัย และเครื่องมืออุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส                        |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

## 2. กระบวนการเชื่อมแก๊ส

### 2.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส

ความปลอดภัยในการทำงานหมายถึงความปลอดภัยและอาชีวอนามัยของผู้ประกอบอาชีพ หรือหมายถึง ความปราศจากความเสี่ยงที่ยอมรับได้

อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นหรืออุบัติขึ้นโดยไม่คาดคิด หรือทราบว่าจะเกิดแต่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น พายุ แผ่นดินไหว น้ำท่วม เป็นต้น

อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่คาดคิด ซึ่งก่อให้เกิดการบาดเจ็บ พิการ เสียชีวิต และทรัพย์สิน

สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ มีหลายอย่างสามารถแยกเป็นสาเหตุใหญ่ ๆ ได้ 3 ประการ คือ

1. สาเหตุจากบุคคล เช่นการทำงานไม่ถูกขั้นตอน
2. สาเหตุจากเครื่องจักร เป็นความผิดพลาดของเครื่องจักร การดัดแปลงเครื่องจักร เครื่องจักรชำรุดบกพร่อง เป็นต้น
3. สาเหตุเกิดจากสิ่งแวดล้อม และปรากฏการณ์ที่อยู่เหนือการควบคุม เช่น พายุ ฟ้าผ่า กลิ่น แสง เสียง ควีน ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของสถานที่ปฏิบัติงาน เป็นต้น

### อันตรายที่อาจเกิดขึ้นในการเชื่อมแก๊ส

1. การระเบิด อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจาก การใช้เครื่องมือในการเชื่อมไม่ถูกวิธีและเชื่อมงานที่อาจเกิดการระเบิดได้ เมื่อได้รับความร้อน เช่นถังน้ำมัน
2. ไฟลวกไฟไหม้ ในการเชื่อมโลหะอาจเกิดสะเก็ดไฟมากมายซึ่งอาจจะลวกทำอันตรายส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย หรือทำให้เกิดการลุกไหม้ได้
3. ไอพิษ ในสภาพปกติการเชื่อมและตัดเหล็ก จะไม่เกิดแก๊สที่เป็นพิษต่อร่างกาย แต่ถ้าทำการเชื่อมงานเป็นจำนวนมากในที่อับอาจจะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ และแก๊สพิษที่จะเป็นอันตรายต่อร่างกายได้แก่แก๊สที่เกิดจากการเชื่อมหรือตัดสารที่เป็นพิษ เช่น ตะกั่ว สังกะสี
4. รังสี ในการเชื่อมและตัดด้วยแก๊สจะเกิดรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสายตาและผิวหนังได้ (แต่น้อยกว่าการเชื่อมด้วยไฟฟ้า)

## ความปลอดภัยโดยทั่ว ๆ ไป มีดังต่อไปนี้

1. ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมต่อต้องสวมชุดปฏิบัติงานให้เรียบร้อย
2. ชุดปฏิบัติงานไม่ควรเปื้อนน้ำมันหรือจาระบี เพราะอาจทำให้ติดไฟได้
3. ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมต่อต้องสวมแว่นตาทุกครั้ง และเลนส์ของแว่นตาเชื่อมแก๊สต้องมีความสามารถกรองแสงได้เหมาะสม
4. ก่อนจุดเปลวไฟผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบปริมาณแก๊สที่ออกมาจากหัวทิฟไม่ควรมากหรือน้อยเกินไป
5. ไม่ควรใช้อุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหาย
6. ขณะจุดเปลวไฟอย่าให้เปลวไฟไปถูกบุคคลอื่น
7. บริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานต้องไม่มีวัสดุที่ติดไฟง่าย
8. อย่าเปิดแก๊สเชื้อเพลิงทิ้งไว้ขณะไม่ได้ทำการเชื่อม
9. ถ้านักเรียนพบอุปกรณ์เชื่อมแก๊สชำรุดต้องแจ้งให้ครูทราบเพื่อซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ ไม่ควรซ่อมเองก่อนได้รับคำแนะนำจากครู
10. อย่าจุดเปลวไฟที่หัวเชื่อมทิ้งไว้โดยไม่มีผู้ปฏิบัติงาน
11. อย่าทดสอบรอยรั่วของแก๊สโดยใช้เปลวไฟควรรู้ใช้น้ำสบู่แทน
12. เมื่อขนย้ายถังแก๊สควรปิดฝาครอบถังเพื่อป้องกันวาล์วชำรุดเสียหาย
13. ไม่ควรใช้น้ำมันหรือจาระบีกับอุปกรณ์เชื่อมแก๊สเพราะเมื่อมีแก๊สรั่วอาจทำปฏิกิริยากับจาระบีหรือน้ำมันทำให้เกิดการลุกไหม้ ห้ามใช้จาระบีหรือน้ำมันทาอุปกรณ์เชื่อมแก๊สหรือข้อต่อต่าง ๆ โดยเด็ดขาด
14. ไม่ควรเชื่อมในบริเวณห้องแคบ ๆ ที่ไม่มีอากาศถ่ายเทสะดวก
15. ควรมีถังดับเพลิงเตรียมพร้อมไว้เสมอเพื่อป้องกันเหตุฉุกเฉิน

## ความปลอดภัยเกี่ยวกับท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

1. ไม่ควรเก็บท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนรวมกับท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีน
2. อย่าเก็บท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนไว้ในที่มีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 70 องศาฟาเรนไฮต์ (21.1 องศาเซลเซียส)
3. อย่าเก็บท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนไว้กับสารไวไฟ
4. ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนควรอยู่ห่างจากบริเวณที่ทำการเชื่อมอย่างน้อย 5 ฟุต และต้องตั้งให้ตรง
5. ห้ามผสมกับแก๊สชนิดอื่น ๆ เข้าไปในท่อออกซิเจน
6. ในการขนย้ายท่อควรมีฝาครอบทุกครั้ง ต้องปิดลิ้นแก๊สให้สนิทและห้ามกลิ้งไปในแนวนอน
7. ถ้าต้องการใช้แก๊สออกซิเจนที่บรรจุอยู่ภายในท่อ ควรเปิดลิ้นแก๊สให้สุดเกลียวและเมื่อเลิกใช้จะต้องปิดลิ้นแก๊สที่ท่อบรรจุทุกครั้ง
8. อย่าใช้ความดันของแก๊สอะเซทิลีนเกินกว่า 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
9. ควรเปิดลิ้นแก๊สที่อะเซทิลีนประมาณ  $\frac{1}{2}$  - 1 รอบและใช้ประแจสำหรับเปิดและปิดลิ้นแก๊สที่อะเซทิลีน
10. ยานำเปลวไฟเข้าไปใกล้ท่อบรรจุแก๊ส

11. อย่าใช้ความดันของแก๊สอะเซทิลีนที่ออกจากท่อโดยไม่มีมาตรวัดความดันที่เหมาะสมประกอบติดอยู่ด้วย



### ควรสวมชุดป้องกันอันตรายขณะปฏิบัติงานเชื่อม

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส ประกอบด้วย

2.2.1 ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีน ท่อออกซิเจนถูกสร้างอย่างแข็งแรง สามารถทนต่อแรงดันสูง ๆ ได้ ซึ่งทำมาจากเหล็กขึ้นเดียวกันตลอดโดยไม่มีรอยต่อ มีความหนาของผนังท่อน้อยกว่า 9 มิลลิเมตร ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูง ด้านบนของท่อบรรจุจะมีลิ้นปิดเปิดให้ออกซิเจนไหลออกได้ทางไหลของออกซิเจนที่ต่อเข้ากับมาตรวัดความดันจะเป็นเกลียวขวา และออกซิเจนที่นำมาบรรจุลงในท่อต้องถูกทำให้บริสุทธิ์เสียก่อน ลิ้นของท่อออกซิเจน เป็นลิ้นที่ออกแบบพิเศษสามารถทนต่อแรงดันได้สูง ทำด้วยทองเหลือง โดยวิธีการอัดขึ้นรูป และจะมีเบาะรองรับลิ้นพิเศษเพิ่มอีกตัวหนึ่งเพื่อทำหน้าที่ป้องกันแก๊สรั่วรอบ ๆ แกนวาล์ว ดังนั้นการเปิดวาล์วทุกครั้งต้องเปิดจนสุดเกลียว เพื่อป้องกันแก๊สรั่วที่ก้านลิ้น

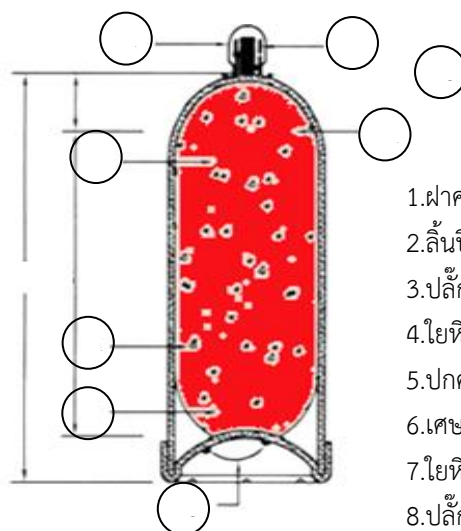


## ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจน

ท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีน จะมีวิธีการผลิตด้วยการม้วนแผ่นโลหะ และเชื่อมประกอบเป็นท่อทางออกของแก๊สที่จะต่อเข้ากับมาตรวัดความดัน จะเป็นเกลียวซ้าย เนื่องจากแก๊สอะเซทิลีนเป็นแก๊สเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติติดไฟง่าย ที่ท่อจึงมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายติดอยู่ด้วย ลักษณะอุปกรณ์ป้องกันอันตรายมีลักษณะเป็นปลั๊กอุดยึดติดกับท่อ โดยใช้เกลียวตรงกลางปลั๊กจะเจาะรูผ่านตลอด และอัดไว้ด้วยโลหะอ่อนที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ เช่น ตะกั่วผสม ถ้าอุณหภูมิภายในขวดสูง โลหะที่อ่อนจะหลอมละลายปล่อยแก๊สภายในขวดให้ไหลออกทิ้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตราย ลิ้นหัวท่อจะมีลักษณะคล้ายลิ้นท่อออกซิเจน ทำจากโลหะประเภทบรอนซ์ หรือทองเหลืองอัดขึ้นรูปมีหมุนด้านบนสำหรับเปิดแก๊สจะมี 2 แบบ คือ เป็นมือหมุนเหมือนท่อบรรจุแก๊ส และอีกแบบหนึ่งเป็นก้านสี่เหลี่ยมขนาด 9 มิลลิเมตร



ท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีน  
ที่มา : <http://www.quintl.com>



- 1.ฝาครอบขณะเคลื่อนย้าย
- 2.ลิ้นปิด-เปิด
- 3.ปลั๊กนิรภัย
- 4.ใยหินยาว
- 5.ปกคลุมด้วยใยหิน
- 6.เศษหินหรือเศษไม้
- 7.ใยหินละเอียด
- 8.ปลั๊กนิรภัย

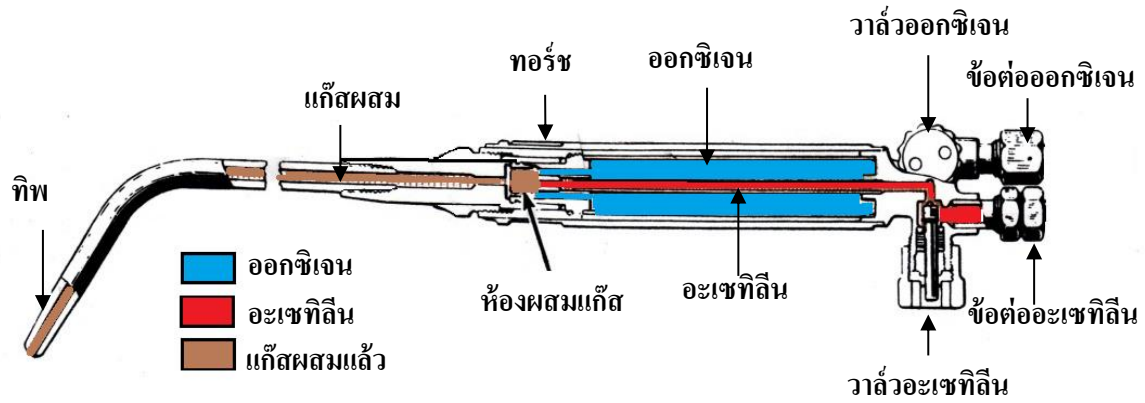
### ลักษณะภายในท่อบรรจุแก๊สอะเซทิลีน

#### 2.2.2 ทอร์ชเชื่อมและหัวทิพ

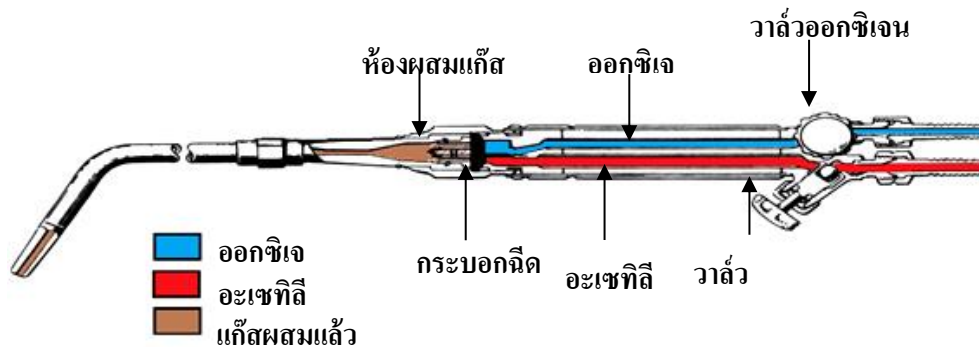
1) ทอร์ชเชื่อมหรือกระบอกรเชื่อม เป็นอุปกรณ์การเชื่อมแก๊สที่สำคัญอีกชิ้นหนึ่ง จะต่อเข้ากับท่ออย่างเป็นตัวควบคุมความดัน และปริมาณของแก๊สขั้นสุดท้ายเข้าสู่ห้องผสมแก๊ส ก่อนออกไปสู่หัวทิพ ทอร์ชเชื่อมแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ

(1) แบบหัวฉีด (Injection) นิยมใช้กับการเชื่อมด้วยแก๊สอะเซทิลีนซึ่งผลิตจากถังกำเนิด

(2) แบบสมดุลความดัน (Equal Pressure) นิยมใช้กับการเชื่อมที่ใช้แก๊สอะเซทิลีนสำเร็จซึ่งบรรจุอยู่ในท่อบรรจุแก๊ส



แสดงลักษณะภายในของหัวเชื่อมแบบสมดุลความดัน (Equal Pressure)



แสดงลักษณะภายในหัวเชื่อมแบบหัวฉีด (Injection)

2) หัวทิว จะประกอบอยู่ส่วนปลายของหัวเชื่อม ซึ่งเป็นทางออกของแก๊สผสมก่อนทำการจุด เปลวไฟหัวทิวเหมือนกับท่อทองแดงที่เราจะรู้ไว้ มีรูที่มีขนาดต่างกัน หัวทิวที่มีรูใหญ่จะให้เปลวไฟใหญ่และหัวทิวที่มีรูเล็กจะให้เปลวไฟเล็ก หัวทิวจะทำด้วยทองแดงผสม ซึ่งมีคุณสมบัติในการนำความร้อนได้ดี การเลือกใช้ขนาดหัวทิวจะต้องคำนึงถึงความหนาและชนิดของโลหะงานที่จะเชื่อม หัวทิวมีให้เลือกด้วยกัน 2 แบบคือ

(1) แบบขึ้นเดียว เพื่อประกอบเข้ากับทอร์ชเชื่อม

(2) แบบแยกชิ้นได้ มี 2 ส่วน คือ ส่วนปลายและส่วนโคน จะประกอบเข้าด้วยกัน

โดยใช้เกลียว แล้วนำไปประกอบเข้ากับทอร์ชเชื่อม



หัวทิวแบบขึ้นเดียว



หัวทิวแบบแยกชิ้น

2.2.3 อุปกรณ์จุดเปลวไฟ การจุดเปลวไฟที่ปลายหัวทิฟ ต้องใช้อุปกรณ์สำหรับจุดเปลวไฟที่ทำไว้ โดยเฉพาะเท่านั้น ไม่ควรใช้ไม้ขีดไฟหรือไฟแช็กในการจุด เพราะเปลวไฟที่จุดระเบิดอาจไหม้มือของผู้จุดได้ อุปกรณ์จุดเปลวไฟนี้จะมีถั่วประกอติดอยู่บริเวณปลายของขาข้างหนึ่ง อีกด้านหนึ่งจะประกอบด้วยแกน ถ่าน ภายในถั่วจะมีแกนเหล็กกลมมีผิวคล้ายฟันตะไบ การใช้งานควรให้ปลายหัวทิฟอยู่ห่างจากถั่วประมาณ 1 นิ้ว แก๊สจะถูกปล่อยและอยู่ในถั่วจำนวนหนึ่ง เมื่อปั๊มขาให้แกนถั่วแทงพลาสติก จะเกิดประกายไฟ และเปลวขึ้นที่ปลายหัวทิฟ แกนถั่วนี้สามารถถอดเปลี่ยนได้ด้วยเกลียว เมื่อใช้จนกระทั่งสึกหลอ และแกน ถ่านหมดไป



2.2.4 แวนตาเชื่อมแก๊ส เป็นอุปกรณ์ป้องกันตาจากแสงเชื่อมและสะเก็ดไฟเชื่อม ขณะทำการเชื่อม แสงจากเปลวไฟจะสว่างมากทำให้ผู้เชื่อมมองเห็นไม่ชัดเจน หากฝืนมองด้วยตาเปล่าจะทำให้กล้ามเนื้อตา เมื่อยล้า และเป็นสาเหตุทำให้ตาเสียได้ ควรสวมแว่นตาเชื่อมที่มีกระจกกรองแสงเบอร์ที่เหมาะสม แวนตาเชื่อมจะมีส่วนประกอบดังนี้

- 1) โครงหรือกรอบแว่นตา ทำจากพลาสติกที่ทนต่อความร้อนประกอติดด้วยสายรัดเพื่อรัดให้ตัว แวนตาติดกับศีรษะ
- 2) กระจกกรองแสง โดยทั่วไปจะมีสีเขียว ช่วยลดความเข้มของแสง และรังสีขณะทำการเชื่อมทำให้ ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมสามารถมองบ่อหลอมละลายได้อย่างสบายตา ความเข้มมีตั้งแต่เบอร์ 1 ถึงเบอร์ 14 โดยปกติ แล้วจะใช้ประมาณเบอร์ 4 ถึงเบอร์ 5
- 3) กระจกใส มีขนาดเท่ากับกระจกกรองแสง จะใส่ไว้ด้านหน้ากระจกกรองแสง เพื่อป้องกันกระจก กรองแสงเสียหายจากสะเก็ดโลหะและความร้อน กระจกใสมีราคาถูกกว่ากระจกกรองแสง



แว่นตาเชื่อมแก๊สแบบเลนส์คู่



แว่นตาเชื่อมแก๊สแบบเลนส์เดี่ยว

แบบของแว่นตาเชื่อมแก๊สมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ แบบเลนส์คู่ เหมาะสำหรับผู้ปฏิบัติงานเชื่อมโดยทั่วไป และแบบเลนส์เดี่ยวเหมาะสำหรับผู้ปฏิบัติงานเชื่อมที่มีสายตาสั้น จำเป็นต้องใส่แว่นตา

2.2.5 มาตรฐานวัดความดันแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดความดันของแก๊สในงานเชื่อม หากขาดตัวควบคุมความดันนี้จะไม่สามารถทำงานได้ เพราะมาตรฐานวัดความดันจะช่วยบอกให้ทราบถึงความดันที่มีอยู่ภายในถังและควบคุมความดันที่จะนำออกไปใช้งาน ทำให้ความดันในการทำงานสม่ำเสมอ ถึงแม้ว่าความดันภายในถังจะเปลี่ยนไป หน่วยความดันของมาตรฐานวัดแก๊สออกซิเจนจะมี 2 สเกล คือมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว และกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนหน่วยวัดความดันของมาตรฐานวัดแก๊สอะเซทิลีนมี 2 สเกลเช่นกันแต่จะมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว และเป็นบาร์ การเลือกใช้ความดันแก๊สสำหรับการเชื่อมและตัดสินใจอยู่กับขนาดของความหนาของชิ้นงาน และขนาดของหัวทิพ



มาตรฐานวัดความดันแก๊สออกซิเจน



มาตรฐานวัดความดันแก๊สอะเซทิลีน

มาตรฐานวัดความดัน

ส่วนประกอบของมาตรฐานวัดความดัน

1. เกจวัดความดันสูง จะทำหน้าที่วัดความดันจากท่อบรรจุแก๊สทั้ง 2 ชนิด คือ

1.1 เกจวัดความดันสูงของแก๊สออกซิเจน สามารถวัดความดันได้สูงถึง 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

1.2 เกจวัดความดันสูงของแก๊สอะเซทิลีน จะวัดความดันได้ต่ำกว่าเกจวัดความดันของแก๊สออกซิเจน เนื่องจากแก๊สในถังมีความดันต่ำกว่า ซึ่งสามารถวัดความดันได้สูงถึง 350 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2. เกจวัดความดันต่ำ จะทำหน้าที่วัดความดันแก๊สต่อจากเกจวัดความดันสูง

2.1 เกจวัดความดันต่ำของแก๊สออกซิเจน สามารถวัดความดันได้สูงถึง 0-400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จะปรับใช้งานที่ความดันประมาณ 25 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2.2 เกจวัดความดันต่ำของแก๊สอะเซทิลีน สามารถปรับความดันได้สูงถึง 0-30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จะปรับใช้งานที่ความดันไม่เกิน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



เกจวัดความดันสูงออกซิเจน



เกจวัดความดันสูงอะเซทิลีน



เกจวัดความดันต่ำแก๊สออกซิเจน



เกจวัดความดันต่ำแก๊สอะเซทิลีน

#### 2.2.6 สายเชื่อมแก๊ส และข้อต่อ

สายเชื่อมแก๊ส ทำจากยางสังเคราะห์หรือยางธรรมชาติผสมที่มีเส้นใยไนลอนหรือลिनินถักเสริมความแข็งแรงอยู่ภายในสายยาง เพื่อให้ทนต่อแรงดันสูงของแก๊สสายเชื่อมเป็นทางส่งแก๊ส จากอุปกรณ์ปรับความดันมายังด้ามเชื่อม โดยมีเข็มขัดโลหะรัดให้แน่นและมีอุปกรณ์ต่อโดยเฉพาะสายเชื่อมแก๊สที่ดีจะต้องทนสภาพต่อการทำงาน และอ่อนตัวได้พอสมควรในการใช้งาน สายเชื่อมที่เป็นสายออกซิเจนจะเป็นสีเขียวหรือสีน้ำเงิน ส่วนสายอะเซทิลีนจะเป็นสีแดงหรือสีน้ำตาล โดยแบ่งสายเชื่อมออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบสายเดี่ยวและแบบสายคู่



แบบสายคู่



แบบสายเดี่ยว

ข้อต่อ เป็นอุปกรณ์ต่อกับสายยางประกอบด้วย Nut และ Nipple ข้อต่อออกซิเจนจะมีอักษร “OX” เป็นเกลียวขวา ส่วนข้อต่ออะเซทิลีนจะเป็นเกลียวซ้าย มีตัวอักษร “AC” และมีรอยบากอยู่บนตัว Nut



ข้อต่ออะเซทิลีน



ข้อต่อออกซิเจน

### แสดงลักษณะของข้อต่อ

2.2.7 ประแจ ที่ใช้กับอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส เป็นประแจพิเศษที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิตอุปกรณ์ เชื่อมให้มีขนาดพอดีกับอุปกรณ์เชื่อม การถอดประกอบอุปกรณ์เชื่อมแก๊สทุกครั้ง ควรใช้ประแจประจำเครื่อง อย่าใช้ประแจเลื่อน



ประแจพิเศษสำหรับอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส

2.2.8 เครื่องมือทำความสะอาดหัวทิฟ ขณะทำการเชื่อมบางครั้งหัวทิฟเกิดการสกปรก ทำให้การเชื่อม ได้ผลไม่ดี ต้องรักษาความสะอาดหัวทิฟให้สะอาด และมีสภาพเรียบร้อยพร้อมใช้งานเครื่องมือทำความสะอาด หัวทิฟเรียกว่าเข็มแยงหัวทิฟ มีลักษณะกลม รอบ ๆ มีฟันคล้ายตะไบกลม มีขนาดใหญ่ถึงขนาดเล็กทดหลั่นกัน ไปวางเรียงอยู่ในตลับซึ่งผู้ใช้ต้องเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับขนาดของรูหัวทิฟ การสังเกตลักษณะของเปลวไฟ ส่วนที่อยู่ติดกับหัวทิฟต้องเรียบและสะอาด เปลวไฟพุ่งตรงตั้งฉากกับผิวหน้าของหัวทิฟ ถ้าเปลวไฟมีลักษณะไม่ ถูกต้องดังกล่าวมาแล้วต้องใช้ตะไบที่มีขนาดเล็ก ๆ ยาวประมาณ 3-4 นิ้ว ตะไบแต่งผิวหน้าของหัวทิฟใหม่



อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิฟ (เข็มแยงหัวทิฟ)

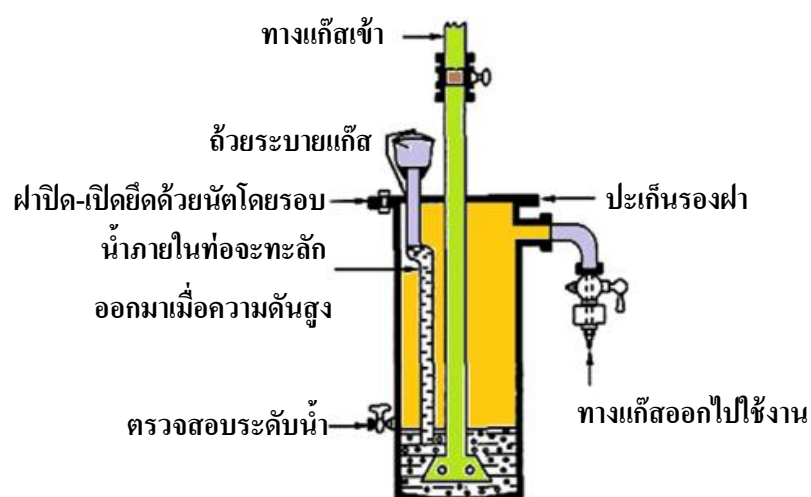
2.2.9 ประแจเปิด - ปิด ถังอะเซทิลีนจะเป็นประแจล็อกสี่เหลี่ยม ออกแบบมาให้เฉพาะกับการเปิดวาล์วของถังแก๊สอะเซทิลีนเท่านั้น วิธีใช้เมื่อเปิดถังแก๊สประมาณ  $\frac{1}{2}$  ถึง 1 รอบแล้วให้วางประแจติดไว้กับวาล์วอะเซทิลีน เมื่อมีเหตุฉุกเฉินจะได้ปิดวาล์วได้ทันที



แสดงประแจล็อกเปิดแก๊สอะเซทิลีน

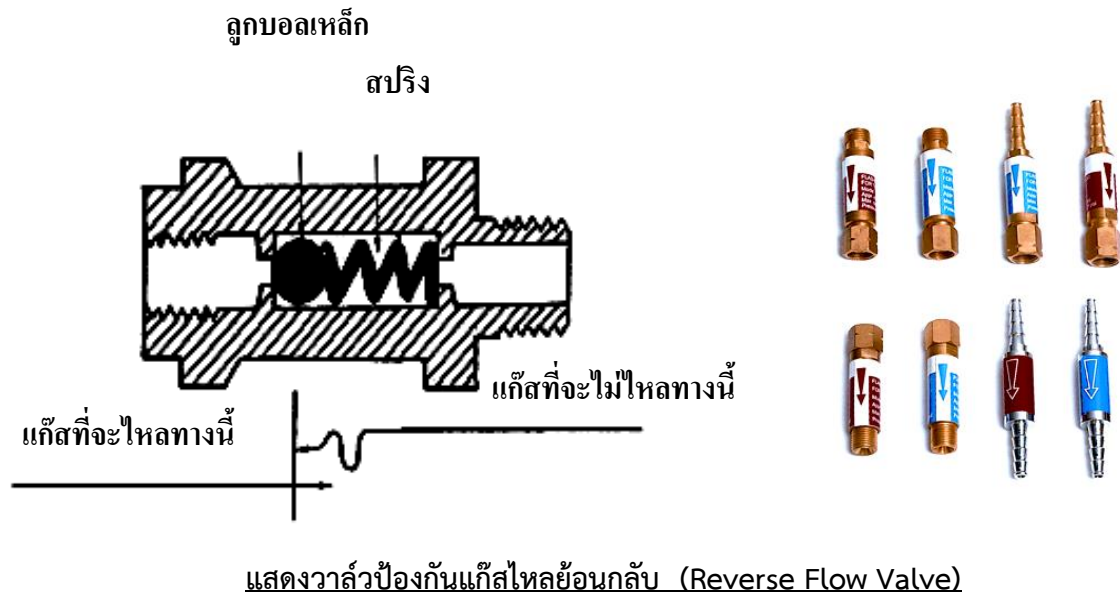
2.2.10 ชุดป้องกันไฟย้อนกลับ เป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยที่สำคัญในการเชื่อมแก๊ส เนื่องจากงานเชื่อมแก๊สใช้แก๊สที่มี ความไวในการลุกติดไฟง่ายมีความดันสูงมีโอกาสเสี่ยงต่อการระเบิดได้ง่าย ขณะทำงานเชื่อมมีความร้อนสูงจากเปลวไฟ จึงมีอุปกรณ์ป้องกันไฟย้อนกลับเข้าถึงแก๊ส ผู้ปฏิบัติงานสามารถเลือกชุดป้องกันไฟย้อนกลับได้ตามวิธีที่ถูกต้อง ซึ่งมีชุดป้องกันไฟย้อนกลับ 3 แบบ คือ

1) แบบหม้อกันไฟกลับ (Back Pressure Valve) ใช้กับถังกำเนิดอะเซทิลีน ป้องกันไฟย้อนกลับมาที่ถังผลิตแก๊สหรือถังจ่ายกับท่ออย่าง ภายในหม้อจะบรรจุน้ำไว้ทุก ๆ ครั้งก่อนใช้งานจะต้องตรวจสอบระดับน้ำก่อนใช้เสมอ



แสดงหม้อป้องกันไฟย้อนกลับ (Back-Pressure Valve)

2) แบบวาล์วป้องกันแก๊สไหลย้อน (Reverse Flow Valve) จะใช้ประกอบเข้ากับเกลียว บริเวณด้านเชื่อมก่อนที่จะประกอบสายยางเข้ากับข้อต่อ เมื่อแก๊สไหลผ่านลูกบอลและสปริงเข้าไปในด้ามเชื่อม กรณีมีความดันแก๊สไหลย้อนคืนมา แก๊สจะช่วยสปริงดันลูกบอลปิดรูทางออกแก๊สก็ไม่สามารถย้อนคืนออกไปได้



3) แบบวาล์วป้องกันแก๊สและไฟย้อนกลับ (Flashback Arrestor and Reverse Flow Valve) ที่นิยมใช้คือ แบบหม้อกันไฟกลับและแบบวาล์วป้องกันแก๊สไหลย้อน

### 2.3 การประกอบติดตั้งชุดเชื่อมแก๊ส

การประกอบติดตั้งชุดเชื่อมแก๊สช่างเชื่อมต้องเข้าใจวิธีการถอดและประกอบอุปกรณ์เชื่อมแก๊สให้ถูกวิธีและปลอดภัย ซึ่งการประกอบติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถทำได้ดังนี้

1. นำถังออกซิเจนและถังแก๊สอะเซทิลีนเข้าในจุดที่จะรัดถังด้วยโซ่
2. เปิดฝาครอบหัวถังของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน
3. เปิดวาล์วที่ถังแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเพียงครึ่งรอบ เพื่อไล่สิ่งสกปรกที่เกาะติดวาล์ว จากนั้นให้รีบปิดวาล์วทันที
4. ประกอบมาตรวัดความดันเข้ากับถังแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน มาตรวัดความดันออกซิเจนตามปกติจะมีสีเขียวเป็นเครื่องหมายโดยการหมุนจะเป็นเกลียวขวา
5. ใช้ประแจขันนอตข้อต่อให้แน่นแต่จะต้องไม่ใช่แรงมากเกินไป
6. ต่อสายเชื่อมสีเขียวเข้ากับมาตรวัดความดันออกซิเจนโดยการหมุนนอตข้อต่อไปทิศทางตามเข็มนาฬิกา นอตที่ใช้ต่อเป็นแบบเรียบและใช้ประแจขันให้แน่นและต่อสายเชื่อมเข้ากับมาตรวัดความดันของแก๊สอะเซทิลีน โดยการหมุนนอตข้อต่อไปทิศทางทวนเข็มนาฬิกาหรือทางซ้ายมือ นอตที่ใช้ต่อเป็นแบบร่องใช้ประแจขันให้แน่น

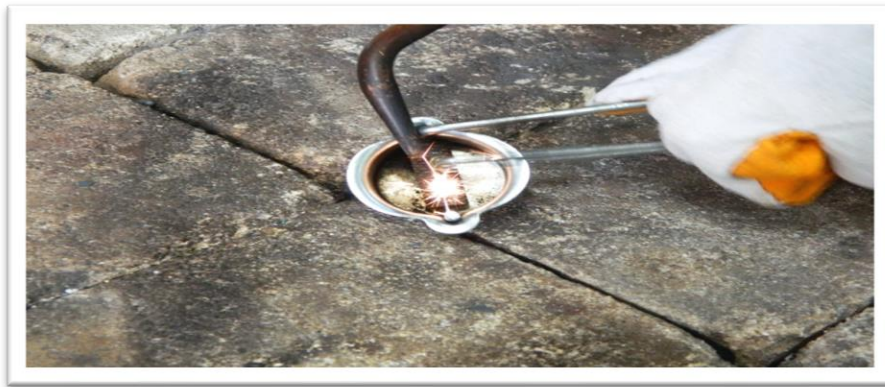
7. ต่อสายเชื่อมเข้ากับทอร์ชเชื่อมทั้ง 2 สาย โดยทอร์ชเชื่อมบางรุ่นจะมีอักษร “O” หมายถึง ออกซิเจน และอักษร “G” หมายถึง อะเซทิลีน และใช้ประแจขันให้แน่น
8. ต่อหัวทิพเข้ากับทอร์ชเชื่อมโดยการหมุนเกลียวให้แน่นด้วยมือ
9. เปิดวาล์วที่ถังแก๊สออกซิเจนอย่างช้า ๆ โดยการหมุนทวนเข็มนาฬิกาเพียง  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{2}$  รอบ
10. หมุนนอตทางปลา (นอตปรับความดัน) ไปทางขวามือหรือตามเข็มนาฬิกาจนแรงดันของเกจวัดแรงดันต่ำ ขึ้นกับความต้องการที่จะใช้งานทั้งแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน
11. ตรวจสอบรอยรั่วของข้อต่อหรือจุดต่อต่าง ๆ โดยการใช้น้ำสบู่หรือน้ำผงซักฟอกทาบริเวณจุดต่อต่าง ๆ ว่ามีการรั่วซึมหรือไม่ หากมีการรั่วซึมให้รีบแก้ไข
12. เปิดวาล์วที่หัวทอร์ชเชื่อมของแก๊สอะเซทิลีนไปทางซ้ายมือหรือทวนเข็มนาฬิกาประมาณ  $\frac{1}{2}$  รอบ แล้วจุดไฟด้วยที่จุดเปลวไฟ หากมีควันดำมากให้หมุนเปิดวาล์วอะเซทิลีนให้มากขึ้นจนเปลวไฟเป็นทางกระรอก
13. เปิดวาล์วที่หัวทอร์ชเชื่อมของแก๊สออกซิเจนไปทางซ้ายมือหรือทวนเข็มนาฬิกาประมาณ  $\frac{1}{2}$  รอบ และปรับเปลวไฟได้ตามต้องการ
14. จุดเปลวไฟหรือดับเปลวไฟ ให้ทำการเปิด-ปิดวาล์วที่หัวทอร์ชเชื่อมของแก๊สอะเซทิลีนก่อนเสมอ



**แสดงการยึดถังแก๊สด้วยโซ่เพื่อให้ความ  
ความแข็งแรง ปลอดภัยขณะใช้งานอย่างถูกวิธี**



**แสดงการไขล็อกเปิด  
วาล์วหัวถังแก๊สอะเซทิลีน**



### แสดงการจุดแก๊สด้วยที่จุดไฟ

#### สรุป

กระบวนการเชื่อมแก๊ส เป็นการเชื่อมโลหะแบบหลอมละลาย โดยความร้อนจากการเผาไหม้ของแก๊สเชื้อเพลิงกับออกซิเจน ในกระบวนการเชื่อมนั้นจะเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมก็ได้ ขึ้นกับชนิดของลักษณะรอยต่อของชิ้นงานแก๊สเชื้อเพลิงที่นิยมใช้ในกระบวนการเชื่อมโลหะด้วยแก๊ส ซึ่งให้ความร้อนสูงคือแก๊สอะเซทิลีน ซึ่งได้จากแคลเซียมคาร์ไบด์ ทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำ

เครื่องมือและอุปกรณ์ เชื่อมแก๊ส ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกัน อาทิ ถุงมือหนัง เสื้อคลุมหนัง แวนตาเชื่อมแก๊ส และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊สทั่วไป อาทิ ท่อบรรจุออกซิเจน ท่อบรรจุอะเซทิลีน ถังผลิตแก๊สอะเซทิลีน เกจวัดความดันแก๊ส สายเชื่อมแก๊ส ด้ามเชื่อม หัวทิฟ เข็มแยงหัวทิฟ ที่จุดแก๊ส เป็นต้น

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แบบทดสอบก่อนเรียน                                      | หน่วยที่ 1          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย พื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส                         | สอนสัปดาห์ที่ 1     |
| ชื่อเรื่อง ความปลอดภัย และเครื่องมืออุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส                        |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

### คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- การเชื่อมแก๊สหมายถึงการเชื่อมที่อาศัยความร้อนจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สอะไร
  - บิวเทนกับออกซิเจน
  - ไฮโดรเจนกับออกซิเจน
  - อะเซทิลีนกับออกซิเจน
  - แก๊สธรรมชาติกับอะเซทิลีน
- ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนจะมีความหนาประมาณกี่มิลลิเมตร
  - 6
  - 7
  - 8
  - 9
- ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนทำจากเหล็กชนิดใด
  - เหล็กคาร์บอนต่ำ
  - เหล็กคาร์บอนสูง
  - เหล็กไร้สนิม
  - เหล็กเครื่องมือ
- หัวทิฟในงานเชื่อมแก๊สมีกี่แบบ
  - 2 แบบ
  - 3 แบบ
  - 4 แบบ
  - 5 แบบ
- หน่วยความดันของมาตรวัดแก๊สออกซิเจนจะมี 2 สเกล คือข้อใด
  - ปอนด์ต่อตารางเซนติเมตรและบาร์ต่อตารางเซนติเมตร
  - บาร์ต่อตารางเซนติเมตรและปอนด์ต่อตารางเมตร
  - ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
  - บาร์ต่อตารางนิ้ว และบาร์ต่อตารางวา
- เกจชนิดใดจะทำหน้าที่วัดความดันจากท่อบรรจุแก๊ส
  - เกจวัดความดันสูง
  - เกจวัดความดันต่ำ
  - เกจวัดความดันปานกลาง
  - เกจวัดความดัน
- การจุดเปลวไฟควรจุดด้วยอะไร
  - ไม้ขีดไฟ
  - ที่จุดเปลวไฟ
  - จุดจากความร้อน
  - ไฟแช็ก
- ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊สที่สายตาสั้นจำเป็นต้องใส่แว่นตา ควรใส่แว่นตาเชื่อมแบบใด
  - แบบหน้ากาก
  - แบบเลนส์คู่
  - แบบเลนส์เดี่ยว
  - ไม่ต้องใส่ก็ได้เนื่องจากใส่แว่นสายตาดูอยู่แล้ว

ง. สีขาว

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แบบทดสอบหลังเรียน                                      | หน่วยที่ 1          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย พื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส                         | สอนสัปดาห์ที่ 1     |
| ชื่อเรื่อง ความปลอดภัย และเครื่องมืออุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส                        |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

**คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว**

- การเชื่อมแก๊สหมายถึงการเชื่อมที่อาศัยความร้อนจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สอะไร
  - บิวเทนกับออกซิเจน
  - ไฮโดรเจนกับออกซิเจน
  - อะเซทิลีนกับออกซิเจน
  - แก๊สธรรมชาติกับอะเซทิลีน
- ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนจะมีความหนาประมาณกี่มิลลิเมตร
  - 6
  - 7
  - 8
  - 9
- ท่อบรรจุแก๊สออกซิเจนทำจากเหล็กชนิดใด
  - เหล็กคาร์บอนต่ำ
  - เหล็กคาร์บอนสูง
  - เหล็กไร้สนิม
  - เหล็กเครื่องมือ
- หัวทิฟในงานเชื่อมแก๊สมีกี่แบบ
  - 2 แบบ
  - 3 แบบ
  - 4 แบบ
  - 5 แบบ
- หน่วยความดันของมาตรวัดแก๊สออกซิเจนจะมี 2 สเกล คือข้อใด
  - ปอนด์ต่อตารางเซนติเมตรและบาร์ต่อตารางเซนติเมตร
  - บาร์ต่อตารางเซนติเมตรและปอนด์ต่อตารางเมตร
  - ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
  - บาร์ต่อตารางนิ้ว และบาร์ต่อตารางวา
- เกจชนิดใดจะทำหน้าที่วัดความดันจากท่อบรรจุแก๊ส
  - เกจวัดความดันสูง
  - เกจวัดความดันต่ำ
  - เกจวัดความดันปานกลาง
  - เกจวัดความดัน
- การจุดเปลวไฟควรจุดด้วยอะไร
  - ไม้ขีดไฟ
  - ที่จุดเปลวไฟ
  - จุดจากความร้อน
  - ไฟแช็ก
- ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊สที่สายตาสั้นจำเป็นต้องใส่แว่นตา ควรใส่แว่นตาเชื่อมแบบใด
  - แบบหน้ากาก
  - แบบเลนส์คู่
  - แบบเลนส์เดี่ยว
  - ไม่ต้องใส่ก็ได้เนื่องจากใส่แว่นสายตาอยู่แล้ว

9. เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ควรปรับความดันแก๊สอะเซทิลีนใช้งานไม่เกินกี่ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ก. 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ข. 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ค. 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ง. 35 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

10. สายแก๊สอะเซทิลีนมักใช้สีใด

ก. สีดำ

ข. สีแดง

ค. สีฟ้า

ง. สีขาว

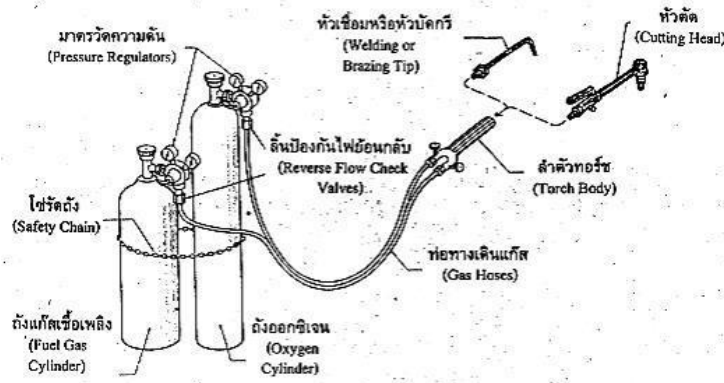
|                                                                                   |                                                               |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------|
|  | <b>เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน</b>                      | <b>หน่วยที่ 1</b>          |
|                                                                                   | <b>ชื่อวิชา</b> งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | <b>เวลาเรียนรวม</b> 72 คาบ |
|                                                                                   | <b>ชื่อหน่วย</b> พื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส                         | <b>สอนสัปดาห์ที่</b> 1     |
| <b>ชื่อเรื่อง</b> ความปลอดภัย และเครื่องมืออุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส                 |                                                               | <b>จำนวน</b> 4 คาบ         |

#### เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

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

#### เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ใบงานที่ 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                  | หน่วยที่ 1          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                  | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ชื่อหน่วย พื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                  | สอนสัปดาห์ที่ 1     |
| ชื่อเรื่อง ความปลอดภัย และเครื่องมืออุปกรณ์ในการเชื่อมแก๊ส                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  | จำนวน 4 คาบ         |
| <div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  |                     |
| เครื่องมือและอุปกรณ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ขั้นตอนการทำงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | เทคนิค                                                                                                                                                           |                     |
| <div>1. ชุดอุปกรณ์ป้องกันอันตราย</div> <div>2. ถังออกซิเจน</div> <div>3. ถังอะเซทิลีน</div> <div>4. หัวเชื่อมแก๊ส</div> <div>5. เกจวัดความดันออกซิเจน</div> <div>6. เกจวัดความดันอะเซทิลีน</div> <div>7. ประแจปากตาย เบอร์ 17-21</div> <div>8. ประแจเลื่อน ขนาด 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว อย่างละตัว</div> <div>9. เทปพันเกลียว 1 ม้วน</div> <div>10. น้ำสบู่</div> <div>11. สายเชื่อมแก๊สสีเขียว, สีแดง 5 เมตร จำนวน 2 สาย</div> <div>12. แคลมป์รัดสายเชื่อมเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร จำนวน 4 ตัว</div> | <div>1. ติดตั้งท่อแก๊สออกซิเจนและท่ออะเซทิลีน นำท่อที่บรรจุแก๊สขึ้นตั้งบนรถเข็นและใช้ไ้รัดให้แน่นโดยให้ท่ออยู่ในตำแหน่งตั้งขึ้น ระวังอย่าให้ท่อโดนกระแทก</div> <div>2. ถอดฝาครอบหัวท่อออกซิเจนและเก็บรวมไว้ในรถเข็น</div> <div>3. ประกอบมาตรวัดความดันเข้ากับท่อออกซิเจนและท่ออะเซทิลีน</div> <div>4. เปิดวาล์วท่อเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกในมาตรวัดความดัน</div> <div>5. การติดตั้งข้อต่อท่อสายยางเข้ากับมาตรวัดความดันแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีน</div> <div>6. ประกอบข้อต่อสายยางเข้ากับทอร์ชเชื่อม</div> <div>7. ประกอบห้องผสมแก๊สเข้ากับลำตัวทอร์ช</div> <div>8. ประกอบหัวทิพเข้ากับทอร์ชเชื่อม</div> <div>9. เปิดวาล์วท่อแก๊สและปรับความดันไปใช้งาน</div> <div>10. ทดสอบรอยรั่ว</div> | <div>1.การเปิดวาล์วท่อแก๊สออกซิเจนให้เปิดจนหมดเกลียว แต่ท่อแก๊สอะเซทิลีนให้หมุนเปิด1/4 -1/2 รอบเท่านั้น</div> <div>2.ทดสอบรอยรั่วโดยใช้ฟองสบู่หรือผงซักฟอก</div> |                     |

**แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน**  
**ใบงานที่ 1 พื้นฐานงานเชื่อมแก๊ส**

ชื่อ.....รหัสนักศึกษา.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....  
ระดับชั้น.....กลุ่ม.....แผนกวิชา.....

| ชื่อ | รายการ                              | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ |
|------|-------------------------------------|-----------|-------------|
| 1    | การติดตั้งถังแก๊ส                   | 1         |             |
| 2    | การเปิดฝาครอบหัวถังแก๊ส             | 1         |             |
| 3    | การเปิดวาล์วที่หัวถังแก๊ส           | 1         |             |
| 4    | การประกอบมาตรวัดความดัน             | 1         |             |
| 5    | การประกอบข้อต่อสายยางเข้ากับถังแก๊ส | 1         |             |
| 6    | การประกอบชุดหัวทอร์ชและหัวทิพ       | 1         |             |
| 7    | การตรวจสอบรอยรั่วของข้อต่อ          | 1         |             |
| 8    | การตรวจสอบรอยรั่วของมาตรวัดความดัน  | 1         |             |
| 9    | การเปิดปิดวาล์วถังแก๊ส              | 1         |             |
| 10   | การเปิดและปิดวาล์วหัวเชื่อมแก๊ส     | 1         |             |
| รวม  |                                     | 10        |             |

เกณฑ์การประเมิน ผู้เรียนต้องได้คะแนนจากการประเมินผลการปฏิบัติงานไม่น้อยกว่า 70 % ผลการประเมิน

☐

ผ่านการประเมิน

☐

ไม่ผ่านการประเมิน

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

## บันทึกหลังการสอน

### 1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

### 2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

### 3. แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....  
(.....)

ครูผู้สอน

|                                                                                   |                                                               |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | <b>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2</b>                                 | <b>หน่วยที่ 2</b>   |
|                                                                                   | <b>ชื่อวิชา</b> งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | <b>ชื่อหน่วย</b> การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              | สอนสัปดาห์ที่ 2     |
| <b>ชื่อเรื่อง</b> หลักการเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน และชนิดของเปลวไฟเชื่อมแก๊ส  |                                                               | จำนวน 4 คาบ         |

### 1. สารสำคัญ

การเชื่อมแก๊สเป็นการเชื่อมที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายหลักการเชื่อมคือได้รับความร้อนจากการเผาไหม้ของแก๊ส ทำให้ชิ้นงานหลอมละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกันเมื่อเย็นตัวลงชิ้นงานจะติดกันมีความแข็งแรง

### 2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการเชื่อมแก๊ส ชนิดของแก๊ส ชนิดของเปลวไฟ และองค์ประกอบของการเชื่อมแก๊ส
2. แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดของรอยต่อ ตำแหน่งท่าเชื่อม ลักษณะของแนวเชื่อมแก๊ส เทคนิคการเชื่อมแก๊ส และงานตัดโลหะด้วยแก๊ส

### 3. สารการเรียนรู้

1. หลักการเชื่อมโลหะด้วยแก๊สออกซิ-อะเซทิลีน
2. ชนิดของเปลวไฟเชื่อมแก๊ส

### 4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บอกหลักการเชื่อมโลหะด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน
2. เลือกเปลวไฟเพื่อใช้งานเชื่อมได้
3. อธิบายชนิดของเปลวไฟเชื่อมแก๊สได้
4. เลือกเครื่องมือ อุปกรณ์ในงานเชื่อมแก๊สเพื่อใช้งานได้ถูกต้อง

### 5. กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
2. ทำใบงานที่ 2

### 6. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. แนะนำตัวผู้สอน เชิญชวนนักเรียน แนะนำรายวิชา รหัสวิชา จุดประสงค์ของรายวิชา คำอธิบายรายวิชา เกณฑ์ การประเมินผล ทฤษฎี/ปฏิบัติ
2. นำเข้าสู่บทเรียน โดยชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้ผู้เรียนเห็นเป้าหมายในการเรียนโดยการใช้สื่อการสอนเป็นเกมส์ kahoot กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการสนใจในบทเรียนหลักการเชื่อมแก๊สและ เปลวไฟ ในการเชื่อมแก๊ส

3. ชี้แจงแนวทางในการปฏิบัติตนในการเรียนการสอนการประเมินผลการเรียนและได้อบรม  
คุณลักษณะที่พึงประสงค์คือ เรื่องความมีวินัยโดยเฉพาะการแต่งกายและการตรงต่อเวลา กิจกรรมนักเรียน

4. นักเรียนฟังคำบรรยายคำอธิบายรายวิชาบันทึกหลักการเชื่อมแก๊สและ เพลวไฟในการเชื่อมแก๊ส  
ซักถามข้อสงสัยแลกเปลี่ยนความรู้ รับฟังการอบรมคุณธรรมลักษณะที่พึงประสงค์เรื่องความมีวินัย คุณธรรม

#### 7. ขั้นตอน (ใช้วิธีการสอนแบบบรรยายถาม-ตอบ และ สาธิตการปฏิบัติงาน)

1. อาจารย์ดำเนินการสอนเกี่ยวกับ หลักการเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน และ ชนิดของเปลวไฟ  
เชื่อมแก๊ส

2. นักศึกษาร่วมแสดงความคิดเห็น โดยที่อาจารย์ใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน

3. ครู สาธิตการปฏิบัติการปรับเปลวไฟเชื่อมแก๊สชนิดของเปลวไฟ

4. สังเกตการปฏิบัติงานของนักเรียน

#### 8. ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. อาจารย์สรุปเนื้อหาในบทเรียน

2. อาจารย์สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

3. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน

#### 9. สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (20100-1004)

2. PowerPoint เกมส์ kahoot ห้องเรียน Classroom

3. สื่อการสอนของจริง

#### 10. การวัดผลและการประเมินผล

1. ใบงานที่ 2.1

2. แบบทดสอบหลังเรียน

3. การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

##### เกณฑ์การประเมินผล

1.แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 50 % ขึ้นไป

2.แบบประเมินผลการปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมแก๊สและตรวจสอบรอยรั่วเกณฑ์  
ผ่าน 60 % ขึ้นไป

3.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ  
ประเมินตามสภาพจริง

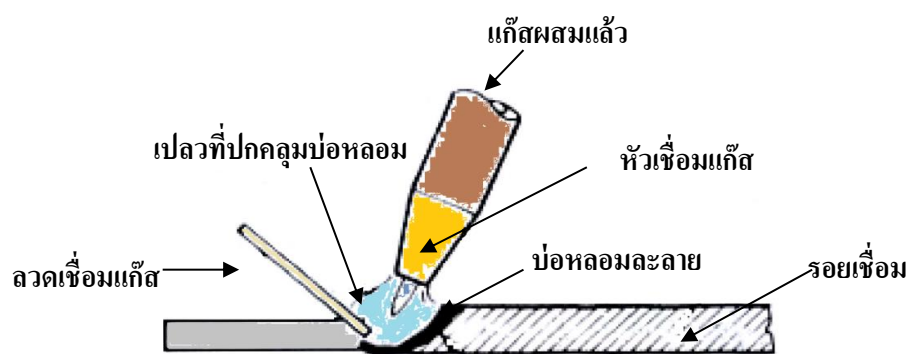
|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2                                 | หน่วยที่ 2          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              | สอนสัปดาห์ที่ 2     |
| ชื่อเรื่อง หลักการเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน และชนิดของเปลวไฟเชื่อมแก๊ส         |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

## 2.4 หลักการเชื่อมโลหะด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน

การเชื่อมแก๊ส เป็นกระบวนการทำให้โลหะชิ้นงานหลอมละลายติดกันโดยอาศัยความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของแก๊สเชื้อเพลิง และออกซิเจนหลอมละลายโลหะชิ้นงานให้ติดกันซึ่งเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมลวดเชื่อมก็ได้ สิ่งที่สำคัญในการเชื่อมคือลวดเชื่อมแก๊สโดยทั่วไป มักนิยมเรียกว่าลวดเติม (Filler Metal) ลวดเชื่อมแก๊สทำหน้าที่เติมเป็นแนวเชื่อมอย่างเดียว จะไม่อาร์กกับโลหะงาน ส่วนผสมของธาตุเนื้อเชื่อมจะถูกเติมไปกับลวดเชื่อมแก๊สได้ถูกต้องกำหนดเป็นมาตรฐานไว้ และกำหนดรหัส มาตรฐานเอไอให้เลือกใช้ ชนิดของแก๊สเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการเชื่อมจะมีค่าความร้อนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับส่วนผสมระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับออกซิเจน ดังนี้

| แก๊สเชื้อเพลิง       | ปริมาณความร้อน       |
|----------------------|----------------------|
| ออกซิเจนผสมอะเซทิลีน | 3,480°C หรือ 6,300°F |
| ออกซิเจนผสมไฮโดรเจน  | 2,980°C หรือ 5,400°F |
| ออกซิเจนผสมโพรเพน    | 2,930°C หรือ 5,300°F |
| ออกซิเจนผสมมีเทน     | 2,760°C หรือ 5,000°F |

เปลวไฟที่ใช้แก๊สเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ จะให้ค่าความร้อนและอุณหภูมิของเปลวไฟแตกต่างกันออกไป สำหรับเปลวไฟจากส่วนผสมของออกซิเจนกับอะเซทิลีนจะให้ค่าความร้อนสูงสุดจึงนิยมนำมาใช้ในการเชื่อมแก๊ส

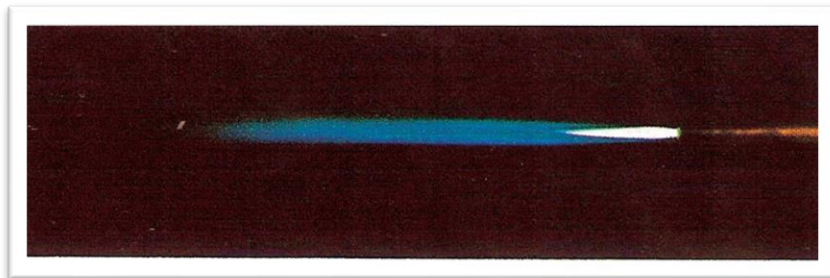


ลักษณะการเชื่อมแก๊ส

## 2.5 ชนิดของเปลวไฟเชื่อมแก๊ส

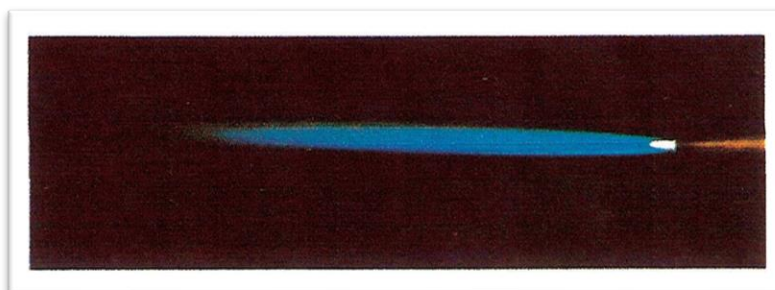
เปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อมแก๊สจะมีความร้อนสูงประมาณ  $6000^{\circ}\text{F}$  เพียงพอที่จะทำให้โลหะทุกชนิดหลอมละลาย เปลวไฟจะถูกกำหนดให้เผาองบนชิ้นงานจนกระทั่งโลหะที่ต่อกันหลอมละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อเย็นตัวลงโลหะสองชนิดจะติดกันมีความแข็งแรงเท่ากับหรือมากกว่าเนื้อโลหะเดิม ชนิดของเปลวไฟแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

**2.5.1 เปลวคาร์บูไรซิง หรือเปลวลด** เป็นเปลวที่ได้จากจุดระเบิดของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนผสมกัน โดยปริมาณแก๊สอะเซทิลีนมากกว่าแก๊สออกซิเจน เปลวชั้นนอกมีลักษณะเป็นเปลวยาวสีส้มล้อมรอบเปลวชั้นใน เปลวชั้นในจะมีลักษณะพลั่วเหมือนขนนกในระยะที่ห่างจากกรวยไฟประมาณ 3 มิลลิเมตร มีอุณหภูมิประมาณ  $5,700^{\circ}\text{F}$  ( $2,800^{\circ}\text{C}$ ) การเผาไหม้จะมีแก๊สอะเซทิลีนเหลืออยู่จำนวนหนึ่งเหมาะสำหรับเชื่อมงานที่ต้องการเติมคาร์บอนที่ผิวโลหะหรือเชื่อมโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม และใช้ในการบัดกรีแข็ง



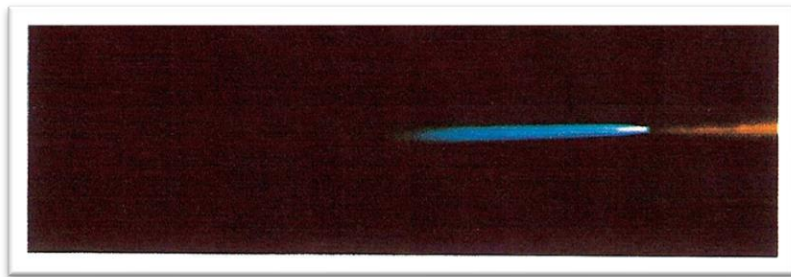
### ลักษณะของเปลวไฟคาร์บูไรซิง

**2.5.2 เปลวนิวทรัล หรือเปลวกลาง** เป็นเปลวไฟที่ได้มาจากการผสมกันระหว่างออกซิเจนกับอะเซทิลีน ในอัตราส่วน 1:1 การเผาไหม้สมบูรณ์ ประกอบด้วยเปลวไฟ 2 ชั้น ชั้นในเป็นกรวยปลายมน ระยะห่างจากปลายกรวยประมาณ 3 มิลลิเมตร อุณหภูมิประมาณ  $6000^{\circ}\text{F}$  ( $3,150^{\circ}\text{C}$ ) เมื่อนำไปเผาโลหะที่เป็นเหล็กจะหลอมละลายเป็นบ่อน้ำโลหะคล้ายน้ำเชื่อม เมื่อเย็นลงจะได้แนวเชื่อมที่สะอาดมีความแข็งแรง เหมาะสำหรับการเชื่อมและตัดโลหะได้ดี



### ลักษณะของเปลวไฟนิวทรัล

**2.5.3 เปลวออกซิไดซิง หรือเปลวเพิ่ม** เป็นเปลวไฟที่ได้มาจากการผสมกันระหว่างแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน ลักษณะเปลวมี 2 ชั้น เปลวไฟชั้นในเป็นรูปกรวยแหลมทึบสีนํ้าเงิน เปลวนี้มีอุณหภูมิสูงกว่าอีก 2 ชั้นที่กล่าวมา คือมีอุณหภูมิสูงถึง 6300°F (3,480°C) เมื่อทำการเชื่อมจะเกิดประกายไฟหรือสะเก็ดไฟกระเด็นออกมาจากบ่อหลอมละลายอย่างมาก ไม่เหมาะที่จะนำไปเชื่อมเหล็กเพราะบ่อหลอมละลายมีฟองอากาศ การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะมีออกซิเจนหลงเหลืออยู่ ออกซิเจนจะถูกเติมลงในเนื้อเหล็กแนวเชื่อมเพราะ ความแข็งแรงต่ำ นิยมนำไปใช้ในการตัดโลหะแผ่นบาง



### ลักษณะของเปลวไฟออกซิไดซิง

#### สรุป

แก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้ในงานเชื่อมโลหะ ประกอบด้วยแก๊สอะเซทิลีน ซึ่งเป็นแก๊สที่ให้ความร้อนสูงใช้ในกระบวนการเชื่อมโลหะที่เป็นเหล็ก แก๊สโพรเพนใช้ในกระบวนการเชื่อมทองเหลือง บัดกรีแข็ง ตัดเหล็ก อุ่นชิ้นงาน แก๊สธรรมชาติเชื่อมทองเหลือง บัดกรีแข็ง ตัดเหล็ก แก๊สไฮโดรเจนใช้เชื่อมทองเหลือง บัดกรีแข็ง ตัดได้นํ้า ชนิดเปลวไฟเชื่อมแก๊ส ประกอบด้วย 3 เปลว ดังนี้ เปลวลดหรือเปลวคาบูไรซิงค์ เปลวกลางหรือเปลวนิวทรัล เปลวเพิ่มหรือเปลวออกซิไดซิงค์ เปลวไฟที่ใช้ในการเชื่อมโลหะโดยเฉพาะเหล็ก คือ เปลวนิวทรัล เนื่องจากเป็นเปลวไฟที่มีการเผาไหม้สมบูรณ์ ไม่มีการเติมธาตุบางตัวที่ไม่พึงประสงค์ลงในเนื้อเหล็ก

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แบบทดสอบก่อนเรียน                                      | หน่วยที่ 2          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              | สอนสัปดาห์ที่ 2     |
| ชื่อเรื่อง หลักการเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน และชนิดของเปลวไฟเชื่อมแก๊ส         |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

**คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว**

- กระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิ-อะเซทิลีน หมายถึงการใช้เชื้อเพลิงชนิดใด
  - แก๊สหุงต้ม
  - แก๊สโพรเพน
  - แก๊สอาร์กอน
  - แก๊สอะเซทิลีน
- แก๊สชนิดใดสันดาปกับออกซิเจนแล้วได้ความร้อนสูงสุด
  - โพรเพน
  - ไฮโดรเจน
  - อะเซทิลีน
  - มีเทน
- ออกซิเจนผสมกับไฮโดรเจนได้ความร้อนเท่าใด
  - 2,980 °C
  - 3,480 °C
  - 2,930 °C
  - 2,760 °C
- แก๊สชนิดใดใช้เชื่อมทองเหลือง บัดกรีแข็ง ตัดได้น้ำ
  - โพรเพน
  - ไฮโดรเจน
  - มีเทน
  - คาร์บอนไดออกไซด์
- แก๊สชนิดใดใช้ในกระบวนการเชื่อมทองเหลือง
  - ไฮโดรเจน
  - มีเทน
  - โพรเพน
  - คาร์บอน
- เปลวไฟในงานเชื่อมแก๊สมีกี่ชนิด
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
- เปลวไฟที่มีความร้อนไม่สูงมากนักเหมาะสำหรับการบัดกรีแข็งคือเปลวชนิดใด
  - เปลวนิวทรัล
  - เปลวออกซิไดซิง
  - เปลวคาร์บูไรซิง
  - เปลวไฟแรง
- เปลวนิวทรัล จะมีส่วนผสมระหว่างออกซิเจนกับอะเซทิลีนอย่างไร
  - ปริมาณออกซิเจนมากกว่าอะเซทิลีน
  - ปริมาณออกซิเจนน้อยกว่าอะเซทิลีน
  - ปริมาณออกซิเจนน้อยกว่าไฮโดรเจน
  - ปริมาณออกซิเจนเท่ากับอะเซทิลีน
- เปลวไฟที่นิยมใช้ในการตัดโลหะแผ่นบางได้ดีคือเปลวชนิดใด
  - เปลวคาร์บูไรซิง
  - เปลวออกซิไดซิง
  - เปลวนิวทรัล
  - เปลวอ่อน
- เปลวไฟที่ใช้ในการเชื่อมเหล็กคือเปลวชนิดใด
  - เปลวคาร์บูไรซิง
  - เปลวออกซิไดซิง
  - เปลวนิวทรัล
  - เปลวคาร์บูไดซิง

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แบบทดสอบหลังเรียน                                      | หน่วยที่ 2          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              | สอนสัปดาห์ที่ 2     |
| ชื่อเรื่อง หลักการเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน และชนิดของเปลวไฟเชื่อมแก๊ส         |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

**คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว**

- กระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิ-อะเซทิลีน หมายถึงการใช้เชื้อเพลิงชนิดใด
  - แก๊สอะเซทิลีน
  - แก๊สโพรเพน
  - แก๊สอาร์กอน
  - แก๊สหุงต้ม
- แก๊สชนิดใดสันดาปกับออกซิเจนแล้วได้ความร้อนสูงสุด
  - โพรเพน
  - ไฮโดรเจน
  - อะเซทิลีน
  - มีเทน
- ออกซิเจนผสมกับไฮโดรเจนได้ความร้อนเท่าใด
  - 3,480 °C
  - 2,980 °C
  - 2,930 °C
  - 2,760 °C
- แก๊สชนิดใดใช้เชื่อมทองเหลือง บัดกรีแข็ง ตัดได้น้ำ
  - โพรเพน
  - คาร์บอนไดออกไซด์
  - มีเทน
  - ไฮโดรเจน
- แก๊สชนิดใดใช้ในกระบวนการเชื่อมทองเหลือง
  - ไฮโดรเจน
  - มีเทน
  - โพรเพน
  - คาร์บอน
- เปลวไฟในงานเชื่อมแก๊สมีกี่ชนิด
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
- เปลวไฟที่มีความร้อนไม่สูงมากนักเหมาะสำหรับการบัดกรีแข็งคือเปลวชนิดใด
  - เปลวออกซิไดซิง
  - เปลวคาร์บูไรซิง
  - เปลวนิวทรัล
  - เปลวไฟแรง
- เปลวนิวทรัล จะมีส่วนผสมระหว่างออกซิเจนกับอะเซทิลีนอย่างไร
  - ปริมาณออกซิเจนมากกว่าอะเซทิลีน
  - ปริมาณออกซิเจนน้อยกว่าอะเซทิลีน
  - ปริมาณออกซิเจนน้อยกว่าไฮโดรเจน
  - ปริมาณออกซิเจนเท่ากับอะเซทิลีน
- เปลวไฟที่นิยมใช้ในการตัดโลหะแผ่นบางได้ดีคือเปลวชนิดใด
  - เปลวออกซิไดซิง
  - เปลวคาร์บูไรซิง
  - เปลวนิวทรัล
  - เปลวอ่อน
- เปลวไฟที่ใช้ในการเชื่อมเหล็กคือเปลวชนิดใด
  - เปลวคาร์บูไรซิง
  - เปลวออกซิไดซิง
  - เปลวนิวทรัล
  - เปลวคาร์บูไรซิง

|                                                                                   |                                                                                  |  |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------|
|  | <b>เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน</b>                                         |  | <b>หน่วยที่ 2</b>   |
|                                                                                   | <b>ชื่อวิชา</b> งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004                    |  | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | <b>ชื่อหน่วย</b> การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน                                 |  | สอนสัปดาห์ที่ 2     |
|                                                                                   | <b>ชื่อเรื่อง</b> หลักการเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน และชนิดของเปลวไฟเชื่อมแก๊ส |  | จำนวน 4 คาบ         |

**เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน**

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

**เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน**

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                                                                                                                                                                                                                  | ใบงานที่ 2.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | หน่วยที่ 2          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | สอนสัปดาห์ที่ 2     |
| ชื่อเรื่อง หลักการเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน และชนิดของเปลวไฟเชื่อมแก๊ส                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | จำนวน 4 คาบ         |
|                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |
| เครื่องมือและอุปกรณ์                                                                                                                                                                                                                                                                              | ขั้นตอนการทำงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | เทคนิค                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |
| 1.ชุดป้องกันอันตราย<br>1.1 เสื้อหนัง<br>1.2 ปกอกแขน<br>1.3 ถุงมือหนัง<br>1.4 รองเท้าหัวเหล็ก<br>1.5 แวนตาเชื่อมแก๊ส<br>2.ชุดเชื่อมแก๊ส<br>2.1 ท่อแก๊สออกซิเจน และท่อแก๊สอะเซทิลีน<br>2.2 มาตรวัดความดัน<br>2.3 หัวเชื่อม สายเชื่อม หัวทิพ<br>3.อุปกรณ์จุดเปลวไฟ<br>4.เครื่องมือทำความสะอาด หัวทิพ | 1.จัดเตรียมและตรวจสอบเครื่องมืออุปกรณ์ให้พร้อม<br>2.เปิดวาล์วที่หัวท่อแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีนตามมาตรฐานกำหนด<br>3.ปรับความดันแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีนตามมาตรฐานกำหนด<br>4.จุดแก๊สด้วยอุปกรณ์จุดเปลวไฟ<br>5.ฝึกการปรับเปลวไฟจนเกิดความชำนาญ<br>5.1 ปรับเปลวลด<br>5.2 ปรับเปลวกลาง<br>5.3 ปรับเปลวเพิ่ม<br>6.ครูตรวจสอบให้คะแนน<br>7.ปิดวาล์วที่ท่อเชื่อม และหัวท่อแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีน<br>8.คลายสกรูที่มาตรวัดความดันทั้งแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีน<br>9.เก็บเครื่องมืออุปกรณ์และทำความสะอาด | 1. เปิดแก๊สอะเซทิลีนที่ทอร์ชเชื่อมแล้วใช้ หลังมือสัมผัสให้รู้สึกถึงความดันแก๊สไหล ออกมาเล็กน้อย<br>2. หลังจากจุดแก๊สอะเซทิลีนที่หัวเชื่อม แล้วปรับปรับความดันที่หัวเชื่อมเพิ่มขึ้น เพื่อไม่ให้เกิดเขม่าไฟ แล้วค่อยปรับเปลวไฟตามลำดับ<br>3. การฝึกปรับเปลวไฟทั้ง 3 แบบให้ปรับ เฉพาะวาล์วออกซิเจนเท่านั้น<br>4. ก่อนจะมีม้วนเก็บสายเชื่อมต้องเปิดวาล์ว ทั้งออกซิเจนและอะเซทิลีนที่ทอร์ชเชื่อม เพื่อไล่ความดันแก๊สในสายออกให้หมด สังเกตจากเกจวัดความดันจะลดลงเป็นศูนย์ |                     |

**แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน**  
**ใบงานที่ 2.1**

ชื่อ.....รหัสนักศึกษา.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....  
ระดับชั้น.....กลุ่ม.....แผนกวิชา.....

| ชื่อ | รายการ                                                | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ |
|------|-------------------------------------------------------|-----------|-------------|
| 1    | การจัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์                         | 1         |             |
| 2    | การเปิด-ปิดแก๊ส                                       | 1         |             |
| 3    | การจุดเปลวไฟ                                          | 1         |             |
| 4    | การปรับเปลวลด                                         | 1         |             |
| 5    | การปรับเปลวกลาง                                       | 1         |             |
| 6    | การปรับเปลวเพิ่ม                                      | 1         |             |
| 7    | การแต่งกายและการใช้เครื่องมืออุปกรณ์                  | 1         |             |
| 8    | ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน                             | 1         |             |
| 9    | การเก็บเครื่องมืออุปกรณ์                              | 1         |             |
| 10   | การให้ความร่วมมือในการทำความสะดวกพื้นที่การปฏิบัติงาน | 1         |             |
| รวม  |                                                       | 10        |             |

เกณฑ์การประเมิน ผู้เรียนต้องได้คะแนนจากการประเมินผลการปฏิบัติงานไม่น้อยกว่า 70% ผลการประเมิน

☐

ผ่านการประเมิน

☐

ไม่ผ่านการประเมิน

บันทึกเพิ่มเติม

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

## บันทึกหลังการสอน

### 1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

### 3. แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....  
(.....)

ครูผู้สอน

|                                                                                   |                                                               |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | <b>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2</b>                                 | <b>หน่วยที่ 2</b>   |
|                                                                                   | <b>ชื่อวิชา</b> งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | <b>ชื่อหน่วย</b> การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              | สอนสัปดาห์ที่ 3     |
| <b>ชื่อเรื่อง</b> การสร้างและควบคุมบ่อหลอมละลายงานเชื่อมแก๊ส                      |                                                               | จำนวน 4 คาบ         |

## 1. สาระสำคัญ

บ่อหลอมละลาย คือ ตำแหน่งที่หลอมละลายเนื้อโลหะขณะเชื่อม และเติมโลหะเชื่อมการผลิตแก๊สออกซิเจนสามารถผลิตได้ 2 วิธี คือ ผลิตจากน้ำโดยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า และผลิตจากอากาศโดยการนำอากาศไปอัดภายใต้ความดันสูงจนกลายเป็นของเหลวในสภาวะอุณหภูมิที่ต่ำมาก ด้วยจุดเดือดที่ต่างกัน ไนโตรเจนจะระเหยกลายเป็นแก๊สก่อน จากนั้นอุณหภูมิจะสูงขึ้น ออกซิเจนเหลวจะระเหยเป็นแก๊ส สามารถเก็บไว้ใช้งานได้ต่อไป

## 2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการเชื่อมแก๊ส ชนิดของแก๊ส ชนิดของเปลวไฟ และองค์ประกอบของการเชื่อมแก๊ส
2. แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดของรอยต่อ ตำแหน่งท่าเชื่อม ลักษณะของแนวเชื่อมแก๊ส เทคนิคการเชื่อมแก๊ส และงานตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 3. สาระการเรียนรู้

1. การสร้างและควบคุมบ่อหลอมละลาย
2. การเตรียมแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

## 4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สร้างและควบคุมบ่อหลอมละลายได้
2. บอกวิธีการเชื่อมเดินไปข้างหน้าได้
3. บอกวิธีการเชื่อมเดินถอยหลังได้
4. บอกคุณสมบัติของแก๊สออกซิเจนได้
5. บอกคุณสมบัติของแก๊สอะเซทิลีนได้
6. จัดเก็บเครื่องมือ และอุปกรณ์เชื่อมแก๊ส พร้อมทำความสะอาดให้เรียบร้อยถูกต้องและมีความปลอดภัย

## 5. กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
2. ทำใบงานที่ 2.2

## 6. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ผู้สอนทักทายเช็กชื่อนักเรียน แนะนำจุดประสงค์ของรายวิชา คำอธิบาย รายวิชา เกณฑ์ การประเมินผล ทฤษฎี/ปฏิบัติ
2. นำเข้าสู่บทเรียน โดยชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้ผู้เรียนเห็นเป้าหมายในการเรียนโดยใช้สื่อการสอนเป็นเกมส์ kahoot กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการสนใจในบทเรียน
3. ชี้แจงแนวทางในการปฏิบัติตนในการเรียนการสอนการประเมินผลการเรียนและได้อบรมคุณลักษณะที่พึงประสงค์คือ เรื่องความมีวินัยโดยเฉพาะการแต่งกายและการตรงต่อเวลา กิจกรรมนักเรียน
4. นักเรียนฟังคำบรรยายคำอธิบายรายวิชาบันทึกหลักการเชื่อมแก๊สและ เปลวไฟในการเชื่อมแก๊สซักถามข้อสงสัยแลกเปลี่ยนความรู้ รับฟังการอบรมคุณธรรมลักษณะที่พึงประสงค์เรื่องความมีวินัย คุณธรรม

## 7. ขั้นสอน (ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย และถาม-ตอบ พร้อม สาธิตการปฏิบัติงาน)

1. อาจารย์ดำเนินการสอนเกี่ยวกับ การสร้างและควบคุมบ่อหลอมละลาย การเตรียมแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน ลักษณะของแนวเชื่อมแก๊ส เทคนิคการเชื่อมแก๊ส งานตัดโลหะด้วยแก๊ส
2. นักศึกษาร่วมแสดงความคิดเห็น โดยที่อาจารย์ใช้คำถามกระตุ้น

## 8. ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. อาจารย์สรุปเนื้อหาในบทเรียน
2. อาจารย์สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
3. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน

## 9. สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (20100-1004)
2. PowerPoint เกมส์ kahoot ห้องเรียน Classroom
3. สื่อการสอนของจริง

## 10. การวัดผลและการประเมินผล

1. ใบงานที่ 2.2
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

## 10. การวัดผลและการประเมินผล

1. ใบงานที่ 3
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

### เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 50 % ขึ้นไป
2. แบบประเมินผลการปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมแก๊สและตรวจสอบรอยรั่วเกณฑ์ผ่าน 60 % ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                              | หน่วยที่ 2          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              | สอนสัปดาห์ที่ 3     |
| ชื่อเรื่อง                                                                        | การสร้างและควบคุมบ่อหลอมละลายงานเชื่อมแก๊ส             | จำนวน 4 คาบ         |

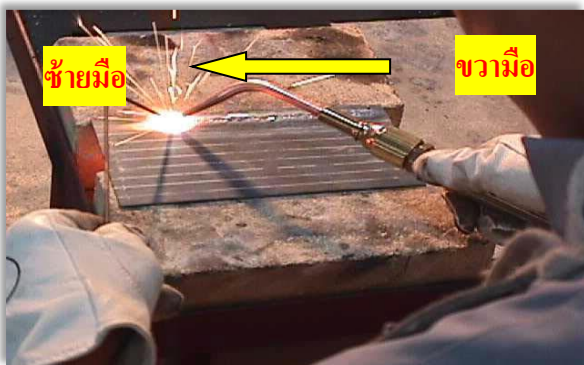
## 2.6 การสร้างและควบคุมบ่อหลอมละลาย

บ่อหลอมละลาย (Puddle) คือ ตำแหน่งที่หลอมละลายเนื้อโลหะขณะเชื่อม และเติมโลหะเชื่อม การสร้างบ่อหลอมละลายบนขอบชิ้นงานทั้งสองข้างให้หลอมละลายติดกัน ลักษณะการหลอมละลายที่เกิดขึ้นสามารถมองเห็นการหลอมลึก (Penetration) การส่ายหัวเชื่อมและการปรับแต่งเปลวไฟที่ถูกต้อง สมภาวะการเชื่อมและการหลอมละลายจะมองเห็นผิวหน้าโลหะหลอมละลายปรากฏชัดเจนขณะเชื่อม ถ้าสังเกตเห็นฟองบริเวณขอบบ่อหลอมละลายขยายโตขึ้น จะรู้ได้ทันทีว่าเปลวไฟที่ใช้อยู่ขณะนั้นไม่ใช่ เปลวกลาง (Neutral Flame) แต่ถ้ามีประกายไฟสว่างมากขึ้นหรือบ่อหลอมละลายมีสีมืดคล้ำในบางครั้งนั้นแสดงว่าเปลวไฟเชื่อมไม่ถูกต้อง

### ลักษณะการเชื่อมแก๊ส

1. เชื่อมเดินหน้า (Forehand Welding) คือการเชื่อมเดินหัวเชื่อมไปทางหน้าฝ่ามือ ลวดเชื่อมทำมุมกับงาน 30-45 องศา อยู่ด้านหน้าหัวเชื่อม (Tip) วิธีเชื่อมแบบนี้ปกตินิยมใช้กับชิ้นงานที่ไม่ต้องการหลอมละลายลึก เช่น ทองเหลือง ทองแดง อะลูมิเนียม เหล็กแผ่นอาบสังกะสี เหล็กแผ่นหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร การบัดกรีแข็งและการเชื่อมบัดกรี เป็นต้น

2. เชื่อมถอยหลัง (Backhand Welding) เป็นการเชื่อมโดยเดินหัวเชื่อมไปทางหลังมือ หัวเชื่อมเอียงทำมุมกับชิ้นงานประมาณ 30-45 องศา เหมาะสำหรับงานเชื่อมเหล็กหล่อและเทคนิคการเชื่อมที่ต้องส่ายหัวทิพ Tip และลวดเชื่อมทั้งสองในเวลาเดียวกัน การหลอมละลายลักษณะนี้ช่วยทำให้บริเวณรอยเชื่อมและขอบชิ้นงานที่ผ่าน การเชื่อมเย็นตัวช้าลง เป็นผลให้โครงสร้างเนื้อเหล็กกลับสู่สภาพได้ดั้งเดิม และยังลดความเค้นที่เกิดจากการหดตัวของน้ำโลหะอีกด้วย วิธีนี้ให้การซึมลึกดี เหมาะสำหรับชิ้นงานหนาตั้งแต่ 6 มิลลิเมตรขึ้นไป



แสดงลักษณะการเชื่อมเดินหน้า



แสดงลักษณะการเชื่อมถอยหลัง

## 2.7 การเตรียมแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน

**2.7.1 แก๊สออกซิเจน** การสันดาปที่เกิดขึ้นทุกครั้งต้องมีแก๊สออกซิเจนเป็นองค์ประกอบร่วมกับเชื้อเพลิงถ้าออกซิเจนมีความบริสุทธิ์มากจะยิ่งช่วยให้การติดไฟเป็นไปโดยง่าย รวดเร็ว และสมบูรณ์มีอุณหภูมิสูง ในอากาศจะมีแก๊สออกซิเจนปะปนอยู่ประมาณ 21% โดยปริมาตรนอกนั้นเป็นแก๊สชนิดอื่น ดังนั้น จึงไม่สามารถใช้ออกซิเจนที่มีปะปนในอากาศเป็นตัวช่วยในการสันดาปเพียงอย่างเดียว ต้องใช้จากแหล่งอื่น ๆ ด้วยการผลิตแก๊สออกซิเจนในทางอุตสาหกรรม ผลิตได้ 2 วิธี คือ

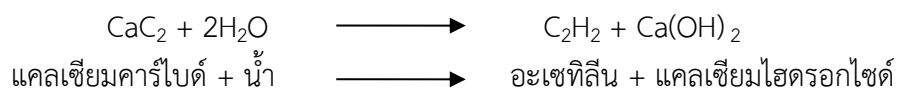
1) การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) เนื่องจากน้ำเป็นส่วนประกอบระหว่างธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจนในอัตราส่วน 2:1 ซึ่งถ้าสามารถแยกหรือสังเคราะห์ออกจากกันได้จะทำให้ได้แก๊สไฮโดรเจนและออกซิเจนที่มีความบริสุทธิ์มาก แต่การผลิตออกซิเจนวิธีนี้ไม่นิยมใช้เพราะใช้ต้นทุนในการผลิตสูง

2) การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการทำให้เป็นอากาศเหลว (Liquefying Air) ในอากาศจะประกอบด้วยแก๊สออกซิเจนประมาณ 21% โดยปริมาตรที่เหลือเป็นแก๊สอื่น ๆ รวมทั้งไอน้ำวิธีผลิตแก๊สออกซิเจนโดยวิธีนี้มีหลักการคือขั้นตอนแรกจะต้องกรองอากาศที่จะใช้ให้สะอาดปราศจากฝุ่นละออง จากนั้นจะต้องอัดอากาศที่ผ่านการกรองแล้วให้มีแรงดันสูงในขณะเดียวกันจะลดอุณหภูมิลง จนกระทั่งกลายเป็นอากาศเหลวซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ  $-200^{\circ}\text{C}$  ภายใต้ความกดดันสูงประมาณ 40 บรรยากาศอากาศเหลวจะถูกส่งเข้าไปยังหอกลั่นเพื่อแยกแก๊สต่าง ๆ ออกจากกันโดยอาศัยความแตกต่างของจุดเดือดของแก๊สแต่ละชนิด จากนั้นจะเพิ่มอุณหภูมิให้สูง เมื่ออากาศเหลวร้อนถึง  $-196$  องศาเซลเซียส แก๊สไนโตรเจนก็จะระเหยออกมาก่อนเพราะมีจุดเดือด ณ อุณหภูมินี้ ต่อมาเมื่ออากาศเหลวร้อนถึง  $-183$  องศาเซลเซียส ออกซิเจนก็จะเริ่มระเหยออกมา เพราะออกซิเจนมีจุดเดือดที่อุณหภูมิสูงกว่าไนโตรเจนจากนั้นก็ให้นำแก๊สออกซิเจนที่ระเหยออกมา อัดบรรจุเพื่อส่งจำหน่ายต่อไป ออกซิเจนที่ได้นี้มีความบริสุทธิ์ถึง 99.5%

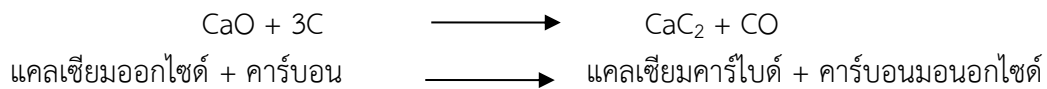
### คุณสมบัติของแก๊สออกซิเจน

1. ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น แต่ถ้าอยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวจะมีสีน้ำเงินอ่อน ๆ
2. เป็นแก๊สที่ช่วยในการติดไฟแต่ตัวเองไม่ติดไฟ
3. ช่วยในการหายใจของมนุษย์
4. เป็นได้ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

**2.7.2 แก๊สอะเซทิลีน** เป็นสารประกอบของไฮโดรเจนและคาร์บอน มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ  $\text{C}_2\text{H}_2$  เป็นแก๊สที่มีสมบัติในการติดไฟ และเมื่อรวมตัวกับแก๊สออกซิเจนแล้วจุดเปลวจะให้เปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูง แก๊สอะเซทิลีนเตรียมได้โดยให้น้ำทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์ไบด์  $\text{CaC}_2$  ตามสมการเคมีดังนี้



แก๊สที่จะได้จากปฏิกิริยานี้จะมีกลิ่นเหม็น ดังนั้น เพื่อไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็นจะผ่านแก๊สที่ได้ลงในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO<sub>4</sub>) แล้วจึงบรรจุแก๊สอะเซทิลีน สำหรับแคลเซียมคาร์ไบด์ เตรียมได้จากการเผาหินปูนกับถ่านโค้กในเตาหลอมไฟฟ้า โดยการหลอมหินปูนกับถ่านโค้กเมื่อหลอมละลายและเย็นตัวลงจะจับเป็นก้อนแข็งคล้ายก้อนหิน มีสีเทา ตามสมการเคมี ดังนี้



แก๊สอะเซทิลีนจะอัดให้มีความดันมาก ๆ ไม่ได้เพราะระเบิดง่าย วิธีการบรรจุลงในท่อจะต้องใช้อะซีโตนเป็นสารละลายแก๊สอะเซทิลีนอีกครั้งหนึ่ง จึงจะอัดเข้าท่อแก๊สให้ได้จำนวนมากกว่าปกติ

### แก๊สอะเซทิลีนในปัจจุบันสามารถผลิตได้ 2 วิธีคือ

1. การผลิตด้วยเครื่องกำเนิดอะเซทิลีน (Acetylene Generator) ผลิตได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับแคลเซียมคาร์ไบด์ อาจโดยการจุ่มก้อนแคลเซียมคาร์ไบด์ลงน้ำ แก๊สอะเซทิลีนที่ได้จะขึ้นอยู่กัลักษณะการทำงานของเครื่องกำเนิดแก๊สที่ออกแบบมา วิธีการผลิตไม่มีอะไรยุ่งยากแต่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ซึ่งแก๊สอะเซทิลีนเป็นแก๊สเชื้อเพลิงที่ระเบิดง่าย

2. การผลิตโดยกระบวนการแตกตัวทางเคมี การผลิตแก๊สอะเซทิลีนโดยอาศัยผลผลิตจากกระบวนการแตกตัวทางเคมีจากโรงงานปิโตรเคมี จะได้แก๊สอะเซทิลีนที่มีความบริสุทธิ์สูงกว่ากระบวนการผลิตแบบแรก ทำให้เปลวไฟมีอุณหภูมิสูงกว่าปัจจุบันแก๊สจะถูกบรรจุในถังสำเร็จรูปวางจำหน่ายในท้องตลาด

### คุณสมบัติของแก๊สอะเซทิลีน

1. เป็นแก๊สที่ไม่มีสี แต่มีกลิ่นฉุนรุนแรง
2. ติดไฟได้เมื่อรวมตัวกับแก๊สออกซิเจนในอัตราส่วนที่เหมาะสม และจุดเป็นเปลวไฟ จะให้ความร้อนสูงกว่า 3,000°C
3. ละลายน้ำได้ดีพอสมควร แต่ละลายได้ดีมากในแอลกอฮอล์และอะซีโตน
4. แก๊สอะเซทิลีนเมื่อกระทบกับแก๊สคลอรีนจะระเบิดทันที
5. เป็นแก๊สที่มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ
6. เมื่อทำให้เย็นจัดจะกลายเป็นของแข็งสีขาว ซึ่งจะระเหิดได้ที่อุณหภูมิ -83.6°C

### สรุป

#### ลักษณะการเชื่อมแก๊ส

1. เชื่อมเดินไปข้างหน้า
2. เชื่อมเดินถอยหลัง

### การผลิตแก๊สออกซิเจนในทางอุตสาหกรรม ผลิตได้ 2 วิธี คือ

1. การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า
2. การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการทำให้เป็นอากาศเหลว

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แบบทดสอบก่อนเรียน                                      | หน่วยที่ 2          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              | สอนสัปดาห์ที่ 3     |
| ชื่อเรื่อง การสร้างและควบคุมบ่อหลอมละลายงานเชื่อมแก๊ส                             |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

**คำชี้แจง** จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- บ่อหลอมละลายคืออะไร
  - ตำแหน่งที่ป้องกันการละลายของเนื้อโลหะ
  - ตำแหน่งข้อต่อของการเชื่อมงาน
  - ตำแหน่งที่หลอมละลายเนื้อโลหะขณะเชื่อมและเติมโลหะเชื่อม
  - ตำแหน่งที่ควรทำความสะอาดเนื้อโลหะขณะเชื่อม
- ในอากาศมีออกซิเจนอยู่ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์
  - 20 เปอร์เซ็นต์
  - 21 เปอร์เซ็นต์
  - 22 เปอร์เซ็นต์
  - 23 เปอร์เซ็นต์
- วิธีเชื่อมแบบเดินหน้าลวดเชื่อมต้องทำมุมกี่องศากับงาน
  - 30-45 องศา
  - 30-40 องศา
  - 35-55 องศา
  - 35-45 องศา
- แก๊สอะเซทิลีน เป็นสารประกอบของอะไร
  - ไฮโดรเจนกับแคลเซียม
  - ไฮโดรเจนกับน้ำ
  - ไฮโดรเจนกับฮีเลียม
  - ไฮโดรเจนและคาร์บอน
- ข้อใดคือคุณสมบัติของแก๊สอะเซทิลีน
  - ไม่มีกลิ่น
  - ไม่มีสี
  - น้ำหนักเบากว่าอากาศ
  - มีอยู่ในบรรยากาศ 22%
- ข้อใดคือสัญลักษณ์ทางเคมีของแก๊สอะเซทิลีน
  - $\text{CO}_2$
  - $\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{C}_2\text{H}_2$
  - $\text{C}_2\text{O}_2$
- ข้อใดคือคุณสมบัติของแก๊สออกซิเจน
  - มีสี ไม่มีกลิ่น แต่ถ้าอยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวจะมีสีน้ำเงินอ่อน ๆ
  - เป็นแก๊สที่ช่วยในการติดไฟแต่ตัวเองไม่ติดไฟ
  - เป็นได้ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และไอน้ำ
  - มีกลิ่นฉุน
- ข้อใดคือวิธีการผลิตแก๊สออกซิเจนในทางอุตสาหกรรม
  - การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า
  - การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการทำให้เป็นของแข็ง
  - การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการทำให้ระเหย
  - ไม่สามารถผลิตได้

9. ข้อใดคือการผลิตแก๊สอะเซทิลีน

ก. การผลิตด้วยเครื่องกำเนิด

ข. การผลิตโดยกระบวนการแตกตัวทางเคมี

ค. การผลิตโดยกระบวนการแตกตัวของอีออน

ง. ข้อ ก. และข้อ ข. ถูก

10. ข้อใดคือสัญลักษณ์ทางเคมีของน้ำ

ก.  $\text{CO}_2$

ข.  $\text{H}_2\text{O}$

ค.  $\text{C}_2\text{H}_2$

ง.  $\text{C}_2\text{O}_2$

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แบบทดสอบหลังเรียน                                      | หน่วยที่ 2          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              | สอนสัปดาห์ที่ 3     |
| ชื่อเรื่อง การสร้างและควบคุมบ่อหลอมละลายงานเชื่อมแก๊ส                             |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

### คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- บ่อหลอมละลายคืออะไร
  - ตำแหน่งที่หลอมละลายเนื้อโลหะขณะเชื่อมและเติมโลหะเชื่อม
  - ตำแหน่งที่ป้องกันการละลายของเนื้อโลหะ
  - ตำแหน่งข้อต่อของการเชื่อมงาน
  - ตำแหน่งที่ควรทำความสะอาดเนื้อโลหะขณะเชื่อม
- ในอากาศมีออกซิเจนอยู่ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์
  - 20 เปอร์เซ็นต์
  - 21 เปอร์เซ็นต์
  - 22 เปอร์เซ็นต์
  - 23 เปอร์เซ็นต์
- วิธีเชื่อมแบบเดินหน้าลวดเชื่อมต้องทำมุมกี่องศากับงาน
  - 30-40 องศา
  - 30-45 องศา
  - 35-45 องศา
  - 35-55 องศา
- แก๊สอะเซทิลีน เป็นสารประกอบของอะไร
  - ไฮโดรเจนกับแคลเซียม
  - ไฮโดรเจนกับน้ำ
  - ไฮโดรเจนกับฮีเลียม
  - ไฮโดรเจนและคาร์บอน
- ข้อใดคือคุณสมบัติของแก๊สอะเซทิลีน
  - ไม่มีกลิ่น
  - ไม่มีสี
  - น้ำหนักเบากว่าอากาศ
  - มีอยู่ในบรรยากาศ 22%
- ข้อใดคือสัญลักษณ์ทางเคมีของแก๊สอะเซทิลีน
  - CO<sub>2</sub>
  - H<sub>2</sub>O
  - C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>
  - C<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- ข้อใดคือคุณสมบัติของแก๊สออกซิเจน
  - มีสี ไม่มีกลิ่น แต่ถ้าอยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวจะมีสีน้ำเงินอ่อน ๆ
  - เป็นแก๊สที่ช่วยในการติดไฟแต่ตัวเองไม่ติดไฟ
  - เป็นได้ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และไอ
  - มีกลิ่นฉุน
- ข้อใดคือวิธีการผลิตแก๊สออกซิเจนในทางอุตสาหกรรม
  - การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการทำให้ระเหย
  - การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า
  - การผลิตแก๊สออกซิเจนโดยการทำให้เป็นของแข็ง
  - ไม่สามารถผลิตได้

9. ข้อใดคือการผลิตแก๊สอะเซทิลีน

ก. การผลิตด้วยเครื่องกำเนิด

ข. การผลิตโดยกระบวนการแตกตัวทางเคมี

ค. การผลิตโดยกระบวนการแตกตัวของอีออน

ง. ข้อ ก. และข้อ ข. ถูก

10. ข้อใดคือสัญลักษณ์ทางเคมีของน้ำ

ก.  $\text{CO}_2$

ข.  $\text{H}_2\text{O}$

ค.  $\text{C}_2\text{H}_2$

ง.  $\text{C}_2\text{O}_2$

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน                      | หน่วยที่ 2          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              | สอนสัปดาห์ที่ 3     |
| ชื่อเรื่อง การสร้างและควบคุมบ่อหลอมละลายงานเชื่อมแก๊ส                             |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

#### เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

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

#### เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

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



## ใบงานที่ 2.3

## หน่วยที่ 2

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004

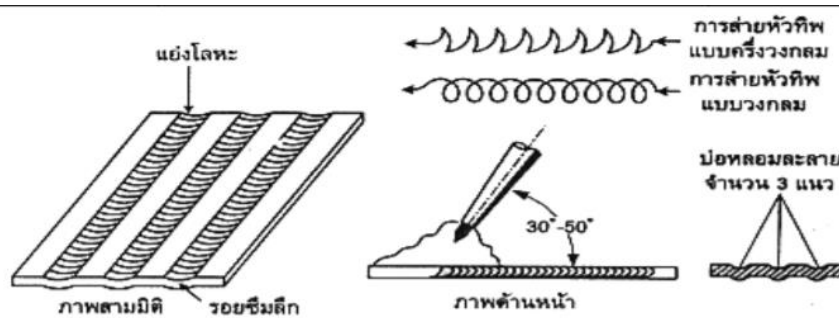
เวลาเรียนรวม 72 คาบ

ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน

สอนสัปดาห์ที่ 3

ชื่อเรื่อง การสร้างและควบคุมบ่อหลอมละลายงานเชื่อมแก๊ส

จำนวน 4 คาบ



วัสดุ : แผ่นเหล็ก

ขนาด 60x120x2 มม.

จำนวน1ชิ้น

| เครื่องมือและอุปกรณ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ขั้นตอนการทำงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | เทคนิค                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.ชุดป้องกันอันตราย<br>1.1 เสื้อหนัง<br>1.2 ปกอกแขน<br>1.3 ถุงมือหนัง<br>1.4 รองเท้าหุ้มเหล็ก<br>1.5 แวนตาเชื่อมแก๊ส<br>2.ชุดเชื่อมแก๊ส<br>2.1 ท่อแก๊สออกซิเจนและท่อแก๊สอะเซทิลีน<br>2.2 มาตรวัดความดัน<br>2.3 หัวเชื่อม สายเชื่อม หัวทิฟ<br>3.อุปกรณ์จุดเปลวไฟ<br>4.เครื่องมือทำความสะอาดหัวทิฟ<br>5.เหล็กขีด บรรทัดเหล็ก<br>6.คีมจับงานร้อน แปรงลวด | 1.จัดเตรียมและตรวจสอบเครื่องมืออุปกรณ์ให้พร้อม<br>2.เตรียมชิ้นงานให้ได้ตามขนาดกำหนด<br>3.ทำความสะอาดชิ้นงานและร่างแบบบนชิ้นงานโดยใช้บรรทัดเหล็กกับเหล็กขีด<br>4.เปิดแก๊สจุดเปลวไฟและปรับให้เป็นเปลวกลาง<br>5.อุ่นชิ้นงานและสร้างบ่อหลอมละลายจากขวามือไปซ้ายมือ<br>6.เคลื่อนที่หัวทิฟไปตามเส้นที่ร่างไว้ พยายามรักษาความเร็วและการให้ความร้อน เพื่อให้บ่อหลอมละลายสม่ำเสมอทั้ง 3 แนว<br>7.ปิดเปลวไฟ ปิดแก๊สและไล่ความดันแก๊สออกจากสาย<br>8.ทำความสะอาดชิ้นงานส่ง ตรวจ<br>9.เก็บเครื่องมืออุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ การฝึกปฏิบัติงาน | 1. รักษาระยะห่างระหว่างกรวยไฟให้คงที่อย่าให้กรวยไฟจุ่มลงในบ่อหลอมเหลว<br>2. ถ้าชิ้นงานยังไม่หลอมเหลวอย่าเดินหรือเคลื่อนที่หัวทิฟไปข้างหน้า<br>3. ถ้าบ่อหลอมเหลวเป็นฟองแสดงว่าออกซิเจนมากเกินไปให้ปรับวาล์วแก๊สออกซิเจนลดลงหรือเพิ่มแก๊สอะเซทิลีนเล็กน้อยจนกว่าฟองจะหายไปจากบ่อหลอมเหลว<br>4. ข้อสังเกตก่อนเคลื่อนหัวทิฟไปข้างหน้าต้องเกิดบ่อหลอมเหลว แล้วจึงเคลื่อนด้วยความเร็วพอเหมาะสังเกตจากแนวเชื่อมต้องต่อเนื่องกันตลอด |

## แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

### ใบงานที่ 2.3

ชื่อ.....รหัสนักศึกษา.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....  
 ระดับชั้น.....กลุ่ม.....แผนกวิชา.....

| ชื่อ | รายการ                                                | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ |
|------|-------------------------------------------------------|-----------|-------------|
| 1    | การจัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์                         | 1         |             |
| 2    | การเตรียมชิ้นงานตามขนาดที่กำหนด                       | 1         |             |
| 3    | การแต่งกาย                                            | 1         |             |
| 4    | ความสม่ำเสมอของบ่อหลอมละลาย                           | 1         |             |
| 5    | ความสวยงามของเกล็ดบ่อหลอมละลาย                        | 1         |             |
| 6    | ความตรงของบ่อหลอมละลาย                                | 1         |             |
| 7    | จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดแนว                           | 1         |             |
| 8    | การใช้เครื่องมืออุปกรณ์                               | 1         |             |
| 9    | ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน                             | 1         |             |
| 10   | การให้ความร่วมมือในการทำความสะดวกพื้นที่การปฏิบัติงาน | 1         |             |
| รวม  |                                                       | 10        |             |

เกณฑ์การประเมิน ผู้เรียนต้องได้คะแนนจากการประเมินผลการปฏิบัติงานไม่น้อยกว่า 70% ผลการประเมิน

☐

ผ่านการประเมิน

☐

ไม่ผ่านการประเมิน

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
 (.....)

## บันทึกหลังการสอน

### 1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

### 3. แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....  
(.....)

ครูผู้สอน

|                                                                                   |                                                               |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | <b>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2</b>                                 | <b>หน่วยที่ 2</b>   |
|                                                                                   | <b>ชื่อวิชา</b> งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | <b>ชื่อหน่วย</b> การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              | สอนสัปดาห์ที่ 4     |
| <b>ชื่อเรื่อง</b> เทคนิคการเชื่อมแก๊ส                                             |                                                               | จำนวน 4 คาบ         |

## 1. สาระสำคัญ

การที่จะให้ได้งานเชื่อมที่ได้คุณภาพนั้น นอกจากจะต้องมีการฝึกฝนเพื่อให้เกิดความชำนาญแล้ว จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคและองค์ประกอบต่าง ๆ หลายอย่าง เพื่อจะทำให้การปฏิบัติงานเชื่อมแก๊สมีประสิทธิภาพ ข้อควรระวังเป็นสิ่งที่อาจเกิดขึ้นบนงานเชื่อมแก๊ส ที่เป็นปัญหาเช่นเดียวกับงานเชื่อมไฟฟ้า เนื่องจากปัญหาหลายประการจึงจำเป็นต้องทราบปัญหา ลักษณะที่เกิดขึ้น และรู้สาเหตุของปัญหานั้น ๆ เพื่อที่จะแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไป

## 2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการเชื่อมแก๊ส ชนิดของแก๊ส ชนิดของเปลวไฟ และองค์ประกอบของการเชื่อมแก๊ส
2. แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดของรอยต่อ ตำแหน่งท่าเชื่อม ลักษณะของแนวเชื่อมแก๊ส เทคนิคการเชื่อมแก๊ส และงานตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 3. สาระการเรียนรู้

1. เทคนิคการเชื่อมแก๊ส
2. ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊สและวิธีการแก้ไข
3. งานตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายเทคนิคการเชื่อมแก๊สได้
2. ปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิคการเชื่อมแก๊สได้
3. สามารถตัดโลหะด้วยแก๊สได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. จัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานให้เรียบร้อยได้
5. ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยได้

## 5. กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
2. ทำใบงานที่ 2.4
3. สาธิตการเชื่อมแก๊สต่อมุ่มท่าราบ และตัดโลหะด้วยแก๊ส

## 6. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้ผู้เรียนเห็นเป้าหมายในการเรียน
2. ชี้แจงแนวทางในการปฏิบัติตนเกี่ยวกับการเรียนการสอนการประเมินผลการเรียนและได้อบรมคุณลักษณะที่พึงประสงค์คือ เรื่อง ความมีวินัยโดยเฉพาะการแต่งกายและการตรงต่อเวลากิจกรรมนักเรียน
3. นักเรียนอ่านรับข้อฟังคำบรรยายคำอธิบายรายวิชา จดบันทึก ชักถามข้อสงสัย รับฟังการอบรมคุณธรรมลักษณะที่พึงประสงค์เรื่องความมีวินัย

## 7. ขั้นสอน (ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย และถาม-ตอบ)

1. อาจารย์ดำเนินการสอนเกี่ยวกับเทคนิคการเชื่อมแก๊ส ข้อบกพร่องในงานเชื่อมแก๊ส วิธีการแก้ไขและงานตัดโลหะด้วยแก๊ส
2. นักศึกษาร่วมแสดงความคิดเห็น โดยที่อาจารย์ใช้คำถามกระตุ้น

## 8. ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. อาจารย์สรุปเนื้อหาในบทเรียน
2. อาจารย์สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
3. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน

## 9. สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (20100-1004)
2. PowerPoint
3. สื่อการสอนของจริง

## 10. การวัดผลและการประเมินผล

1. ใบงานที่ 2.4
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

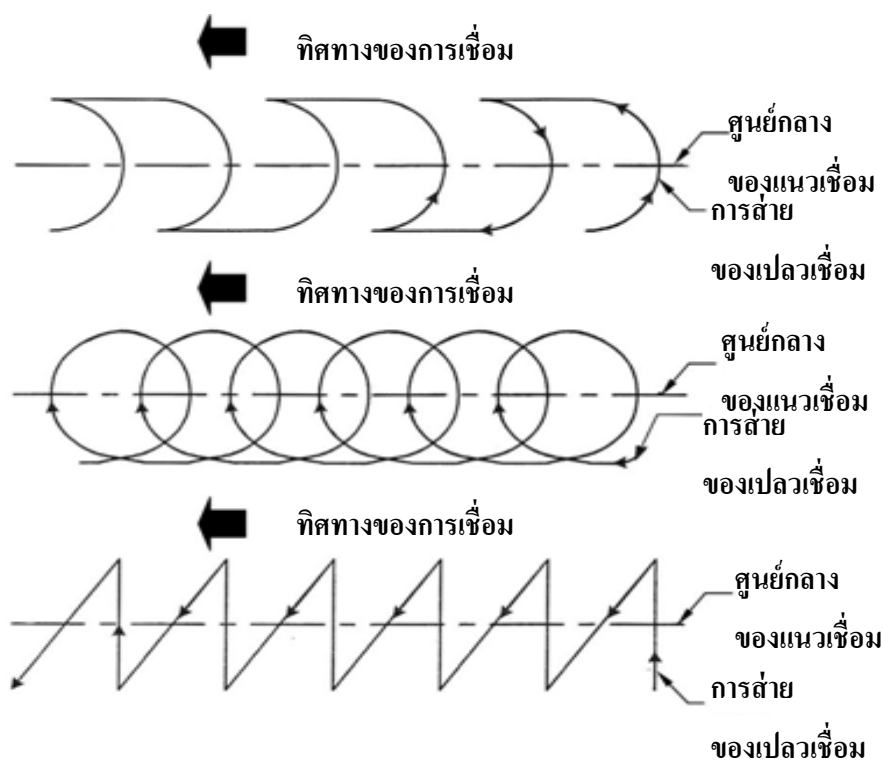
|                                                                                   |           |                                               |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|---------------------|
|  | ใบเนื้อหา |                                               | หน่วยที่ 2          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา  | งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย | การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน               | สอนสัปดาห์ที่ 4     |
| ชื่อเรื่อง เทคนิคการเชื่อมแก๊ส                                                    |           |                                               | จำนวน 4 คาบ         |

#### 4. เทคนิคการเชื่อมแก๊ส

##### 4.1 เทคนิคการเชื่อมแก๊ส

เทคนิคการเชื่อมแก๊ส มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องนำมาใช้ในการเชื่อม เพื่อที่จะส่งผลให้แนวเชื่อมที่ได้มีคุณภาพ เทคนิคการเชื่อมแก๊สที่ใช้มีหลาย วิธีดังนี้

**4.1.1 การส่ายหัวทิฟเชื่อม** การเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนา มาก ๆ และความต้องการให้แนวเชื่อมมีการละลายลึกที่ดี มีขนาดแนวเชื่อมที่กว้าง จำเป็นต้องใช้เทคนิคการส่ายหัวทิฟ ขณะเคลื่อนหัวทิฟในการเชื่อม ซึ่งลักษณะการส่ายหัวทิฟมีหลายรูปแบบ ดังนี้

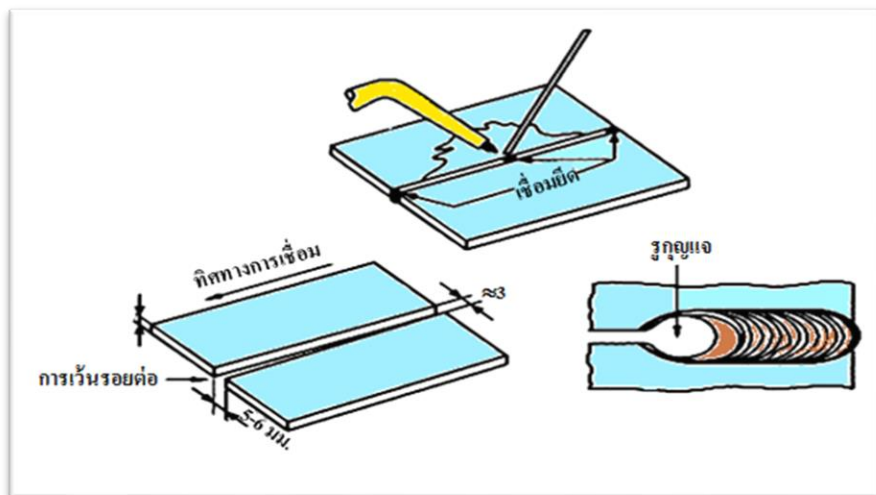


วิธีการส่ายหัวทิฟ

**4.1.2 การตั้งมุมหัวทิฟเชื่อม** การเชื่อมด้วยเปลวไฟแก๊สออกซิเจนอะเซทิลีน จะต้องตั้งหัวทิฟเชื่อมให้เอียงไปข้างหลังประมาณ 30-40 องศา กับผิวงาน และต้องทำมุมฉากกับด้านทั้ง 2 ด้าน ขณะเดียวกันจะต้องรักษาระยะห่างระหว่างปลายของแกนกรวยให้ห่างจากบ่อหลอมละลายประมาณ 2-4 มิลลิเมตร

**4.1.3 เทคนิคการเชื่อมต่อชนทำราบ** เป็นการเชื่อมแบบธรรมดาที่ใช้กันทั่วไปในการต่อโลหะสองชนิดให้ติดกัน เพื่อประโยชน์ต่าง ๆ ในการเชื่อมขอบชิ้นงานทั้งสอง จะต้องเตรียมให้สามารถเข้ากันได้ เพื่อที่จะเชื่อมลงไประหว่างขอบให้เป็นแนวเชื่อม การเตรียมขอบของรอยต่อของชิ้นงานต้องพิจารณาถึงลักษณะงานเชื่อมและความหนาของชิ้นงานเป็นหลัก ถ้าการเชื่อมที่มีความหนาไม่มากไม่จำเป็นต้องบากขอบชิ้นงานเพราะสามารถเชื่อมให้มีความแข็งแรงได้เพียงพอ

ในการเชื่อมรอยต่อของชิ้นงานที่ไม่ต้องบากหน้าจะต้องวางชิ้นงานห่างกันให้เหมาะสม โดยปกติจะให้ห่างกันเท่ากับ ความหนาของชิ้นงาน และต้องเผื่อระยะห่างขอบชิ้นงานให้ถูกต้อง โดยที่รอยต่อส่วนที่เป็นจุดสุดแนวจะต้องวางให้ระยะห่างกว่าจุดเริ่มต้นเล็กน้อย เพื่อเผื่อการขยายตัวของชิ้นงานเมื่อได้รับความร้อน จุดประสงค์อีกข้อหนึ่งของการเว้นระยะคือ เพื่อสร้างรูกุญแจ (Key Hole) ในขณะที่ยอยต่อชิ้นงานหลอมละลาย ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการหลอมละลายที่สมบูรณ์



**การเว้นระยะของชิ้นงานต่อชนและการเชื่อมยึด**

งานเชื่อมรอยต่อชนชิ้นงานที่เป็นแผ่นบางจะเชื่อมได้ยาก เพราะขณะที่เริ่มต้นทำการเชื่อมจากขอบด้านหนึ่งไปยังขอบอีกด้านหนึ่ง ขอบที่เริ่มต้นเชื่อมจะเริ่มร้อนจนเกิดการหลอมละลายส่วนขอบอีกด้านหนึ่งยังร้อนน้อยอยู่ เมื่อเกิดความร้อนไม่เท่ากัน การขยายตัวและการหดตัวจะไม่เท่ากันด้วย ทำให้ชิ้นงานส่วนที่ยังไม่ได้เชื่อมเกิดการโก่งงอออกจากกันหรือขยายตัวเข้ามาเกยกัน ทำให้ไม่สามารถเชื่อมต่อกันได้ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการเชื่อมยึดที่หัว-ท้าย และทุก ๆ ระยะที่ 2-3 เซนติเมตร

การเชื่อมยึดชิ้นงานให้มีระยะห่างของรอยต่อตามความต้องการแล้ว ให้จุดเปลวไฟที่หัวเชื่อมให้ได้เปลวนิวทรัล ถือหัวเชื่อมทำมุมประมาณ 45-70 องศากับผิวงาน เปลวไฟชั้นในห่างจากชิ้นงานเล็กน้อยเริ่มทำการเผาชิ้นงานทางด้านขวามือจนเป็นบ่อหลอมละลาย แล้วป้อนลวดเชื่อมลงไปในบ่อหลอมละลายนั้นจนเป็นแนวสูงขึ้นมาพอเหมาะกับงาน เคลื่อนหัวเชื่อมไปทางด้านซ้ายช้า ๆ พร้อมกับส่ายหัวทิฟเล็กน้อยให้สม่ำเสมอตลอดแนวเชื่อม ลวดเชื่อมต้องป้อนลงไปในบ่อหลอมละลายตลอดเวลาอย่าให้ขาดและให้สัมพันธ์กับการส่ายหัวทิฟ ที่สำคัญจะต้องรักษาความร้อนของชิ้นงานบริเวณบ่อหลอมละลาย และป้อนลวดเชื่อมให้

สม่ำเสมอก็จะได้แนวเชื่อมที่ต้องการ ถ้าเป็นการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนามากกว่า 3 มิลลิเมตร จะใช้วิธีเชื่อมแบบหัวเชื่อมนำหน้าลวดเชื่อม

**4.4 เทคนิคการเชื่อมต่อชนท่าระดับ** เป็นการเชื่อมชิ้นงานในลักษณะที่แนวเชื่อมขนานไปกับพื้น และแนวเชื่อมจะอยู่ด้านข้างของชิ้นงานหรืออาจเอียงขึ้นหรือเอียงลงเล็กน้อย วิธีจับหัวเชื่อมและลวดเชื่อมคล้ายกับการเชื่อมในท่าราบ แต่ต้องเอียงหัวเชื่อมให้เป็นมุมเงยขึ้นเล็กน้อยตามความหนาของชิ้นงาน เพื่อให้แรงดันจากเปลวไฟช่วยพยุงบานโลหะที่หลอมละลายไม่ให้ไหลย้อนลงด้านล่าง งานเชื่อมท่าระดับอาจเชื่อมแบบลวดเชื่อมนำหน้าหรือตามหลังหัวทิฟก็ได้

**4.5 เทคนิคการเชื่อมต่อชนท่าตั้ง** งานเชื่อมท่าตั้งจะแบ่งลักษณะการเชื่อมได้เป็น 2 อย่างคือการเชื่อมท่าตั้งเชื่อมขึ้นและการเชื่อมท่าตั้งเชื่อมลง ลักษณะแนวเชื่อมจะอยู่แนวตั้งฉากกับพื้นและอยู่ด้านข้างของชิ้นงาน ในการเชื่อมแก๊สนิยมเชื่อมท่าตั้งเชื่อมขึ้น เพราะแนวเชื่อมที่ได้จะแข็งแรงดีและเชื่อมได้ง่ายกว่าการเชื่อมลง

**4.5.1 การเชื่อมท่าตั้งเชื่อมขึ้น** ในลักษณะการเชื่อมให้เงยหัวเชื่อมขึ้นจากแนวระดับเล็กน้อยประมาณ 5-15 องศา ขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน หากชิ้นงานมีความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ควรเชื่อมแบบลวดเชื่อมนำหน้าหัวเชื่อมหรือถ้าชิ้นงานหนากว่า 3 มิลลิเมตร ควรเชื่อมแบบหัวเชื่อมนำหน้าลวดเชื่อม ขณะเชื่อมต้องใช้เทคนิคการส่ายหัวทิฟและลวดเชื่อม โดยใช้เปลวไฟช่วยพยุงบานโลหะที่หลอมละลายไม่ให้ไหลย้อนลงด้านล่าง เพื่อให้มีการละลายลึกที่สมบูรณ์ควรสร้างรูกุญแจ (Key Hole) ขณะเคลื่อนหัวทิฟด้วย

**4.5.2 การเชื่อมท่าตั้งเชื่อมลง** การเชื่อมทำนี้ไม่นิยมมากนักเพราะการควบคุมบ่อหลอมละลายจะทำได้ยากเนื่องจากไม่มีแนวเชื่อมรองรับน้ำโลหะที่หลอมละลาย น้ำโลหะจะไหลลงมาด้านล่าง บางครั้งอาจใช้เชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาไม่มากนัก และแนวเชื่อมเล็ก ๆ การเดินและการส่ายหัวทิฟต้องกระทำเร็วกว่าการเชื่อมขึ้น

**4.6 เทคนิคการเชื่อมต่อชนท่าเหนือศีรษะ** การเชื่อมทำนี้ผู้ปฏิบัติงานจะต้องใช้ความพยายามและอดทนเป็นอย่างมาก ในขณะที่เชื่อมต้องคอยหลบเปลวไฟที่ให้ความร้อน ชิ้นงานและสะเก็ดไฟที่กระเด็นมาถูร่างกาย ขณะเดียวกันต้องคอยป้องกันลวดเชื่อมลงไปในบ่อหลอมละลายด้วย การเชื่อมทำนี้ต้องใช้เทคนิคโดยใช้แรงดันจากเปลวไฟที่พุ่งจากหัวเชื่อมคอยพยุงบานโลหะที่กำลังหลอมละลายไม่ให้ย้อนลงมาด้านล่างชิ้นงานที่อยู่ท่าเหนือศีรษะจะอยู่สูงกว่าศีรษะของผู้ปฏิบัติงาน ขณะเชื่อมต้องให้มุมของหัวทิฟทำมุมประมาณ 70-80 องศากับผิวงานด้านล่าง

**4.7 เทคนิคการเชื่อมตัวที่ท่าราบ** เป็นการเชื่อมที่ชิ้นงานสองชิ้นวางทำมุมฉากกัน โดยใช้ขอบชิ้นงานแผ่นหนึ่งวางบนชิ้นงานอีกแผ่นหนึ่ง ในลักษณะตัวทีกลับหัว ซึ่งชิ้นงานทั้งสองจะมีความหนาเท่ากันหรือต่างกันก็ได้ การเชื่อมต่อตัวที่ท่าราบชิ้นงานทั้งสองจะถูกเชื่อมยึดให้ตั้งฉากกันหรืออาจเผื่อ ให้มีมุมมากกว่า 90 องศาเล็กน้อย การวางชิ้นงานต้องให้มีมุมเอียงกับพื้นประมาณ 45 องศา ตำแหน่งของหัวทิฟทำมุมประมาณ 60 องศากับชิ้นงานที่ 2 เพื่อให้ได้รับความร้อนจากเปลวไฟมากกว่าชิ้นที่ 1 เพราะไม่เช่นนั้นชิ้นงานที่ 1 จะได้รับความร้อนมากจะเกิดการทะลุ และควรใช้มุมหัวทิฟทำมุมประมาณ 45 องศากับแนวเชื่อมขณะเคลื่อนลวดเชื่อมควรส่ายหัวทิฟไปทางขอบรอยเชื่อมด้านซ้ายและขวาเล็กน้อย เพื่อให้แนวขอบละลายเข้ากับลวดเชื่อม และช่วยให้การละลายลึกที่สมบูรณ์

**4.8 เทคนิคการเชื่อมต่อตัวที่ทำระดับ** เป็นการเชื่อมต่อที่ชิ้นงานชิ้นหนึ่งวางราบกับพื้นและอีกชิ้นหนึ่งตั้งฉากอยู่ด้านบน ขณะเคลื่อนหัวทิฟต้องให้มุมด้านข้างกับชิ้นงานด้านล่างมากกว่า 45 องศา เพราะชิ้นงานด้านล่างมีการถ่ายเทความร้อนได้มากกว่าชิ้นบน แต่ถ้าเอียงมุนน้อยกว่า 45 องศา อาจทำให้ชิ้นงานที่ตั้งได้รับความร้อนมาก อาจเกิดการทะลุและเอียงมุนประมาณ 45 องศา กับแนวเชื่อม

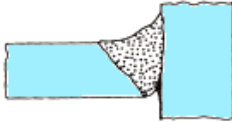
ขณะเริ่มเชื่อมจากด้านขวาไปยังด้านซ้ายมือ ต้องเคลื่อนหัวเชื่อมอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอเปลวไฟพุ่งไปที่มุมระหว่างชิ้นงานทั้งสอง เพื่อให้ความร้อนแก่ชิ้นงานจนหลอมละลายจึงป้อนลวดเชื่อม โดยให้ปลายลวดเชื่อมแตะอยู่ที่บ่อหลอมละลายเบา ๆ ใช้เปลวไฟเผาปลายลวดเชื่อมให้หลอมประสานเข้ากับบ่อหลอมละลายบนชิ้นงานนั้น

ลักษณะแนวเชื่อมอาจจะเป็นแนวนูน แนวเรียบตรงหรือแนวเว้าก็ได้ แต่จะเชื่อมเพียงแนวเดียวเท่านั้น ไม่เชื่อมซ้ำอีก ในขณะที่เชื่อมต้องไม่หยุดพักบ่อย ๆ เพราะจะทำให้รอยต่อแนวเชื่อม ไม่ประสานกันดีพอ จะขาดแหว่งไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้แนวเชื่อมต้องมีการละลายลึกถึงมุมด้านในไม่ใช่เกาะอยู่ที่ผิวของชิ้นงานทั้งสอง ซึ่งจะทำให้เกิดช่องว่างอยู่ตรงกลางได้

**4.9 เทคนิคการเชื่อมต่อตัวที่ทำตั้ง** การเชื่อมแก๊สทำตั้งนิยมเชื่อมในท่าตั้งเชื่อมขึ้น เพราะการเชื่อมลงขณะทำงานเชื่อมจะควบคุมน้ำโลหะที่หลอมละลายได้ยาก การเชื่อมขึ้นจะต้องให้หัวทิฟทำมุมกับชิ้นงานที่อยู่ด้านล่างมากกว่า 45 องศา เหตุผลเหมือนกับการเชื่อมต่อตัวที่ทำอื่น เพราะความร้อนจะแพร่ไปสู่ชิ้นงานด้านล่างได้มากกว่า ถ้าเอียงมุนได้น้อยกว่า อาจทำให้ชิ้นงานที่ตั้งได้รับความร้อน และอาจเกิดการทะลุได้

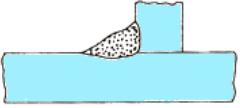
**4.10 เทคนิคการเชื่อมต่อตัวที่ทำเหนือศีรษะ** การเชื่อมต่อตัวที่มุมของหัวทิฟจะเหมือนกับการเชื่อมต่อตัวที่ทำระดับ แต่การเชื่อมทำเหนือศีรษะชิ้นงานจะอยู่สูงเป็นลักษณะตัวทีและแนวเชื่อมจะอยู่ด้านล่างของชิ้นงาน เป็นท่าเชื่อมได้ยากที่สุด มือของผู้เชื่อมต้องพลิกกลับขึ้นด้านบนจะทำให้เกิด การล้ามากกว่าการเชื่อมทำอื่น ขณะเชื่อมต้องส่ายหัวทิฟไปที่ขอบแนวเชื่อมซ้ายขวาเล็กน้อย เพื่อให้ แนวเชื่อมหลอมละลายได้สมบูรณ์ พร้อมทั้งเติมลวดเชื่อมไปพร้อมกันพยายามอย่าส่ายหัวทิฟกว้างเกินไปจะทำให้การควบคุมน้ำโลหะเป็นไปได้ยาก อาจไหลลงด้านล่าง

**สาเหตุ และวิธีการแก้ไขตำหนิของงานเชื่อมแก๊ส**

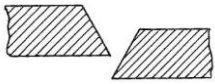
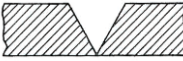
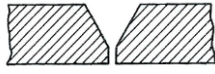
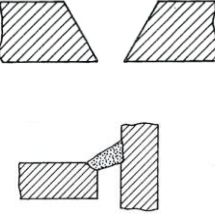
| ลักษณะตำหนิที่เกิดขึ้น                                                                                        | สาเหตุ                                                                                                             | วิธีการแก้ไข                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>เชื่อมซึมลึกไม่ถึงรากแนว | 1. ปรับเปลวไฟต่ำ<br>2. เคลื่อนลวดเร็ว<br>3. ใช้ลวดเชื่อมโตเกินไป<br>4. ชี้นงานสกปรก<br>5. ช่องเว้นรอยต่อน้อยเกินไป | 1. ปรับเปลวไฟให้ถูกต้อง<br>2. เคลื่อนลวดให้ช้าลง<br>3. เลือกลวดให้เหมาะสม<br>4. ทำความสะอาดชิ้นงาน<br>5. ปรับระยะรอยต่อให้เหมาะสม |
| <br>การหลอมเหลวไม่สมบูรณ์    | 1. ปรับเปลวไฟต่ำเกินไป<br>2. ความเร็วเดินลวดไม่ถูกต้อง<br>3. ใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท<br>4. ใช้ขนาดหัวทิพผิด          | 1. ปรับเปลวไฟให้ถูกต้อง<br>2. เคลื่อนลวดด้วยความเร็วถูกต้อง<br>3. ใช้ลวดเชื่อมเหมาะสมถูกต้อง<br>4. ใช้เปลวไฟให้ถูกต้อง            |
| <br>ขอบแนวไม่ประสานเต็มรอย  | 1. ปรับเปลวไฟต่ำเกินไป<br>2. ใช้ลวดเชื่อมโตเกินไป<br>3. ช่องเว้นรอยต่อน้อยไป                                       | 1. ปรับเปลวไฟให้ถูกต้อง<br>2. เลือกลวดเชื่อมให้ถูกต้อง<br>3. ปรับระยะรอยต่อให้เหมาะสม                                             |
| <br>รูพรุน                 | 1. ปรับเปลวไฟไม่ถูกต้อง<br>2. ลวดเชื่อมมีคุณภาพต่ำ<br>3. ชี้นงานสกปรก                                              | 1. ปรับเปลวไฟให้เหมาะสม<br>2. เลือกลวดเชื่อมที่ได้มาตรฐาน<br>3. ทำความสะอาดชิ้นงาน                                                |

**สาเหตุ และวิธีการแก้ไขตำหนิของงานเชื่อมแก๊ส (ต่อ)**

| ลักษณะตำหนิที่เกิดขึ้น                                                                                            | สาเหตุ                                                                         | วิธีการแก้ไข                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <br>เกิดรอยร้าวที่จุดเชื่อมยึด | 1. เชื่อมยึดแนวเชื่อมเล็กเกินไป<br>2. เกิดความเค้นตกค้าง                       | 1. เชื่อมยึดให้แนวโตพอดี<br>2. ให้ความร้อนก่อนเชื่อมและหลังเชื่อม                |
| <br>แนวเชื่อมนูนเกินไป         | 1. ปรับเปลวไฟต่ำเกินไป<br>2. เคลื่อนที่ลวดเชื่อมช้า<br>3. ใช้ลวดเชื่อมโตเกินไป | 1. ปรับเปลวไฟให้เหมาะสม<br>2. เคลื่อนที่ลวดเชื่อมพอดี<br>3. เลือกใช้ลวดโตเหมาะสม |

|                                                                                                                |                                                                                               |                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>ขารอยเชื่อมไม่เท่ากัน</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. มุมหัวทิฟผิด</li> <li>2. ขาดการกำหนดขนาด</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ปรับมุมหัวทิฟให้ถูกต้อง</li> <li>2. กำหนดตีเส้น กำหนดขนาด</li> </ol> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**ตำหนิของแนวเชื่อมแก๊สที่เกิดจากการเตรียมงานไม่ถูกต้อง**

| ลักษณะงาน                                                                                                           | สาเหตุ                                                                                                                      | วิธีการแก้ไข                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>วางชิ้นงานขอบไม่ตรงกัน</p>     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. พื้นรองงานไม่เรียบ</li> <li>2. ความร้อนจากการเชื่อมยึดดึงชิ้นงานบิดตัว</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. จัดพื้นรองงานให้เรียบ</li> <li>2. ใช้อุปกรณ์จับยึดเชื่อมยึดชิ้นงาน</li> </ol> |
|  <p>ระยะห่างระหว่างชิ้นงานน้อย</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ชิ้นงานบีบตัวเข้าหากัน</li> <li>2. ไม่ใช้อุปกรณ์จับยึดในการเชื่อมยึด</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เว้นช่องห่างให้พอดี</li> <li>2. ใช้อุปกรณ์จับยึดเชื่อมยึด</li> </ol>          |
| ลักษณะงาน                                                                                                           | สาเหตุ                                                                                                                      | วิธีการแก้ไข                                                                                                            |
|  <p>ขอบงานหนาเกินไป</p>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เตรียมงานไม่ถูกต้อง</li> </ol>                                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เตรียมงานให้ถูกต้อง</li> </ol>                                                |
|  <p>วางชิ้นงานห่างเกินไป</p>     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ไม่ใช้อุปกรณ์จับยึดเชื่อมประกอบ</li> </ol>                                        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ใช้อุปกรณ์จับยึดเชื่อมประกอบตามแบบกำหนด</li> </ol>                            |

**ข้อควรระวัง และวิธีการแก้ไข**

ข้อควรระวังเป็นสิ่งที่อาจเกิดขึ้นบนงานเชื่อมแก๊ส ที่เป็นปัญหาเช่นเดียวกับงานเชื่อมไฟฟ้า เนื่องจากปัญหาหลายประการจึงจำเป็นต้องทราบปัญหา ลักษณะที่เกิดขึ้น และรู้สาเหตุของปัญหานั้น ๆ เพื่อที่จะแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไป

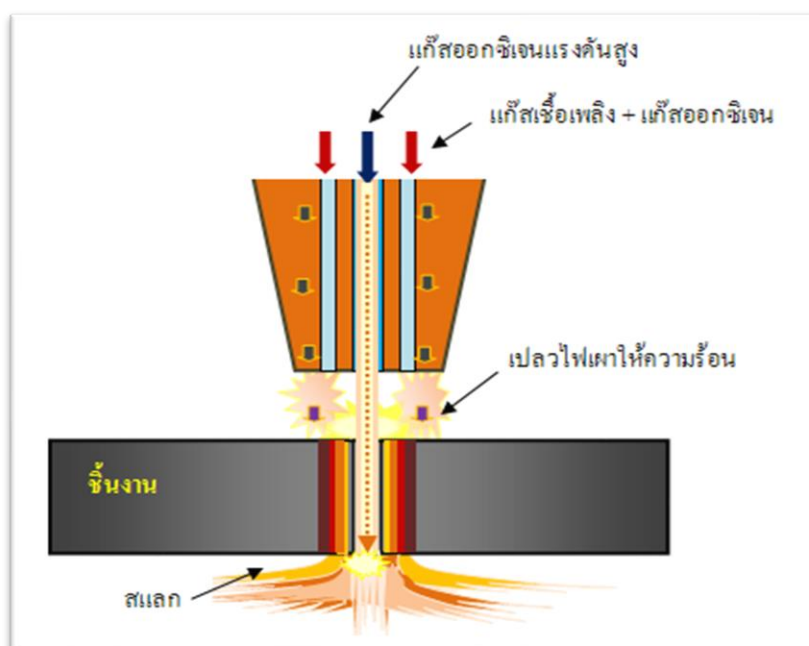
## 5.งานตัดโลหะด้วยแก๊ส

การตัดโลหะด้วยแก๊ส เกิดจากการให้ความร้อนด้วยเปลวไฟจากหัวตัดซึ่งเกิดจากการผสมกันระหว่างแก๊ส ออกซิเจนกับแก๊สเชื้อเพลิงแล้วเผาชิ้นงานให้ร้อนแดงด้วยเปลวนิวทรีล และทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) อย่างรวดเร็ว โดยการพ่นออกซิเจนจากหัวตัดออกไปอย่างแรงและรวดเร็ว ชิ้นงานก็จะถูกตัดขาดออกจากกัน โดยรอยตัดจะมีลักษณะเป็นร่องตัด (Kerf)

การตัดด้วยแก๊สออกซิเจนและแก๊สเชื้อเพลิง (Oxy Fuel Gas Cutting, OCF) เป็นกระบวนการตัดโดยใช้ ความร้อนจากเปลวไฟที่เกิดการเผาไหม้ระหว่างแก๊สออกซิเจนและแก๊สเชื้อเพลิง โดยการเผาชิ้นงาน (Preheat) ที่มี อุณหภูมิ 1,625 องศาF (884 องศาC) จนกระทั่งเกิดบ่อหลอมละลายจากนั้นจึงเปิดวาล์วพ่นออกซิเจนบริสุทธิ์ ออกไปอย่างรวดเร็ว สำหรับแก๊สที่ใช้ในการเผาชิ้นงานนั้นมีหลายชนิดด้วยกัน ดังนี้

1. แก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Gas)
2. แก๊ส MAPP (Methyl Acetylene Propadiene Gas)
3. แก๊สโพรเพน (Propane Gas)
4. แก๊สธรรมชาติ (Natural Gas)
5. แก๊สไฮโดรเจน (Hydrogen Gas)

แก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้ในการตัดนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่แก๊สที่สามารถนำไปใช้ได้ดี มีปริมาณความร้อนสูงและประหยัด คือ แก๊สอะเซทิลีน ซึ่งเป็นแก๊สที่รู้จักกันดีในงานเชื่อมและราคาไม่แพงนัก อีกทั้งยังเป็นแก๊สที่หาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย

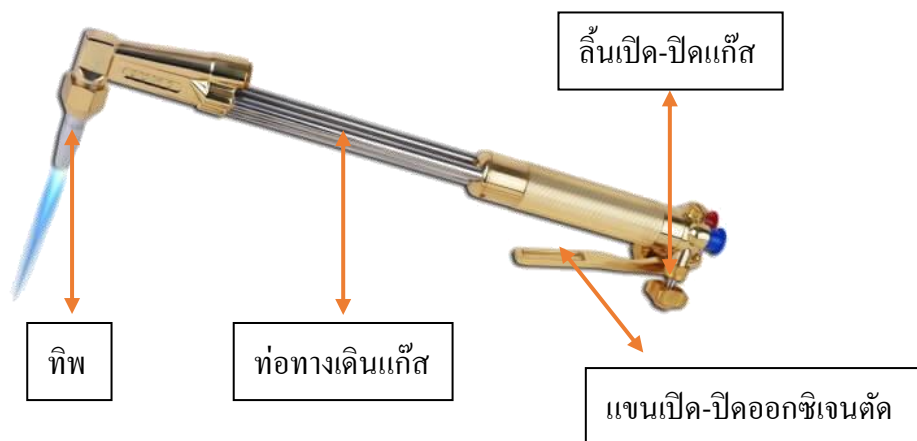


## อุปกรณ์การตัดแก๊ส

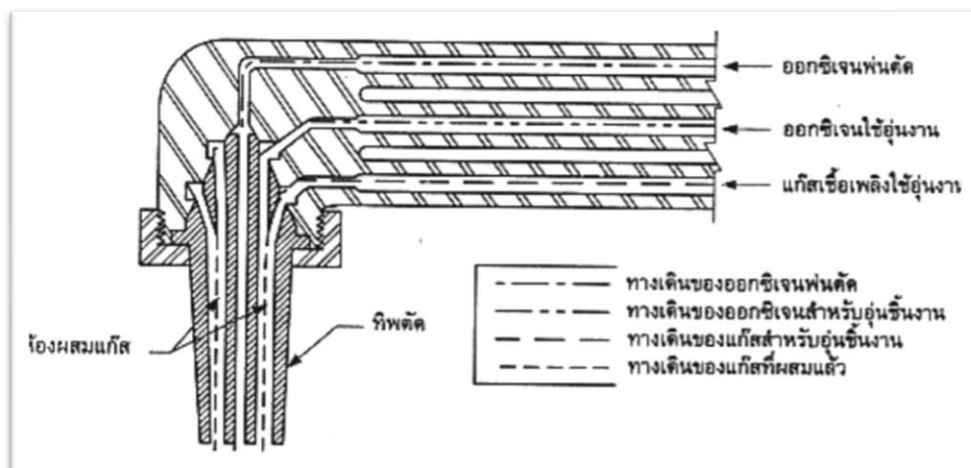
อุปกรณ์การตัดแก๊สมีชิ้นส่วนเช่นเดียวกับอุปกรณ์การเชื่อมทุกอย่าง เพียงแต่เปลี่ยนจากหัวเชื่อม (Welding Tip) มาเป็นหัวตัด (Cutting Head) เท่านั้น



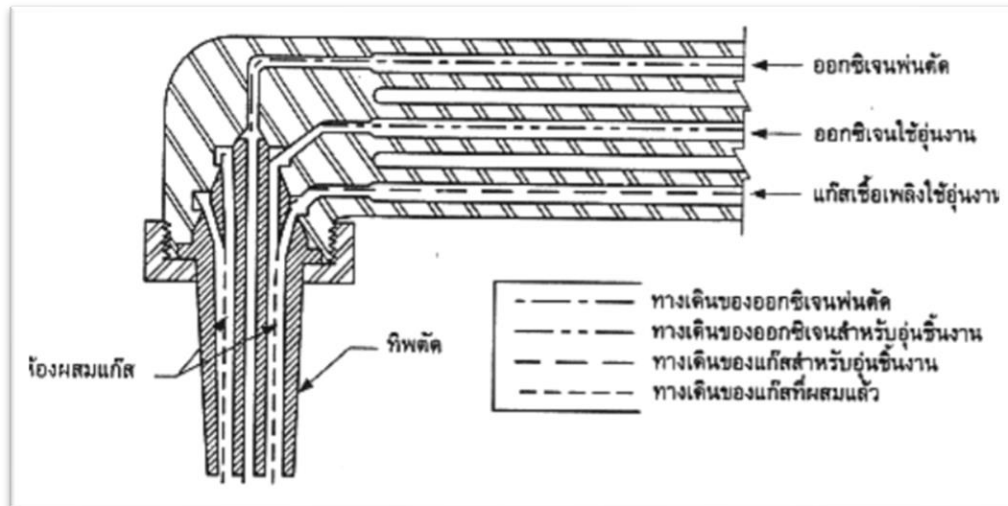
ชิ้นส่วนที่สำคัญที่สุดของการตัดแก๊สก็คือ หัวตัด (Cutting Head) มีลักษณะและชิ้นส่วนต่างๆดังรูป



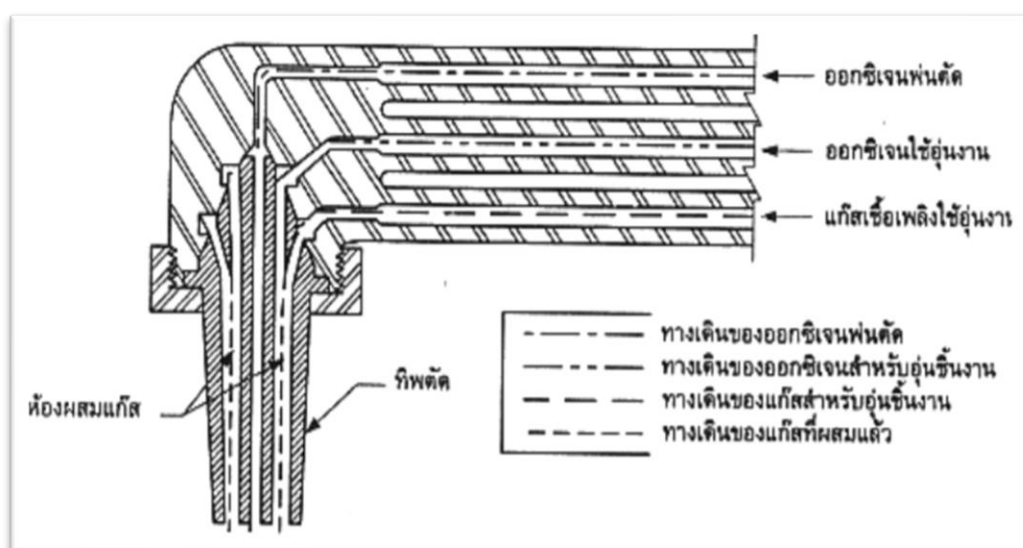
ส่วนสำคัญของหัวตัดก็คือ ทิวตัด (Cutting Tip) ซึ่งลักษณะของทิวตัดนั้นจะคล้ายคลึงกับทิวเชื่อม (Welding Tip) เพียงแต่ทิวตัดมีท่อทางเดินของออกซิเจนเพิ่มอีก 1 รู หัวตัดมี 2 ชนิดได้แก่



**หัวตัดชนิดสมดุลความดัน (Equal-Pressure Torch)** นั่นคือ แก๊สออกซิเจนและแก๊ส อะเซทิลีนพุ่งเข้าสู่ห้องผสมแก๊ส (Mixing Chamber) ด้วยแรงดันของตัวเอง เหมาะสำหรับแก๊สที่เป็นถึงสำเร็จ ถูกจัดเก็บด้วยความดันสูง และพร้อมที่จะไหลออกมาอย่างรวดเร็วเมื่อเปิดลิ้นที่หัวถัง หัวตัดชนิดนี้จะมีห้องผสม แก๊สที่ใหญ่ ทำให้การผสมแก๊สสมบูรณ์มากขึ้น ทำให้ได้เปลวไฟตัดที่มีอุณหภูมิสูง

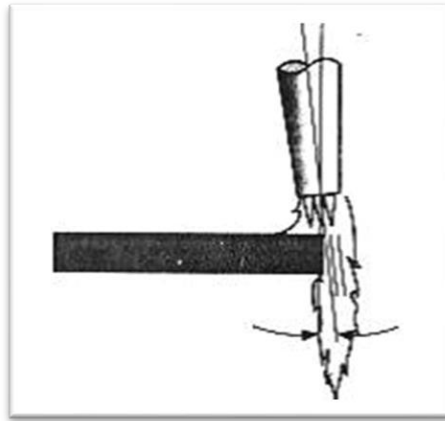


**หัวตัดแบบหัวฉีด (Injector Torch)** สามารถใช้กับแก๊สออกซิเจนและแก๊ส อะเซทิลีนที่มีความดันต่างกัน หรือแก๊สที่การบรรจุในถังสำเร็จที่มีความดันสูงได้เช่นเดียวกัน แต่หัวตัดแบบ หัวฉีดนี้ยังสามารถใช้กับถังบรรจุแก๊สที่มีความดันต่ำได้อีก จากการออกแบบหัวตัดชนิดนี้ การไหลของ ออกซิเจนจะดึงแก๊สอะเซทิลีนที่มีความดันต่ำประมาณ 6 ออนซ์ต่อตารางนิ้ว (OZ /in) หรือ 26 กรัมต่อตาราง เซนติเมตร (26 gcm) เข้าไปในห้องผสมเหมาะสำหรับถังแก๊สที่ผลิตเอง (Acetylene Generator) หรือแก๊ส ธรรมชาติ หัวตัดชนิดนี้จะมีห้องผสมแก๊สขนาดเล็ก การผสมอาจไม่ดีพอ ทำให้ความร้อนลดลงเล็กน้อย

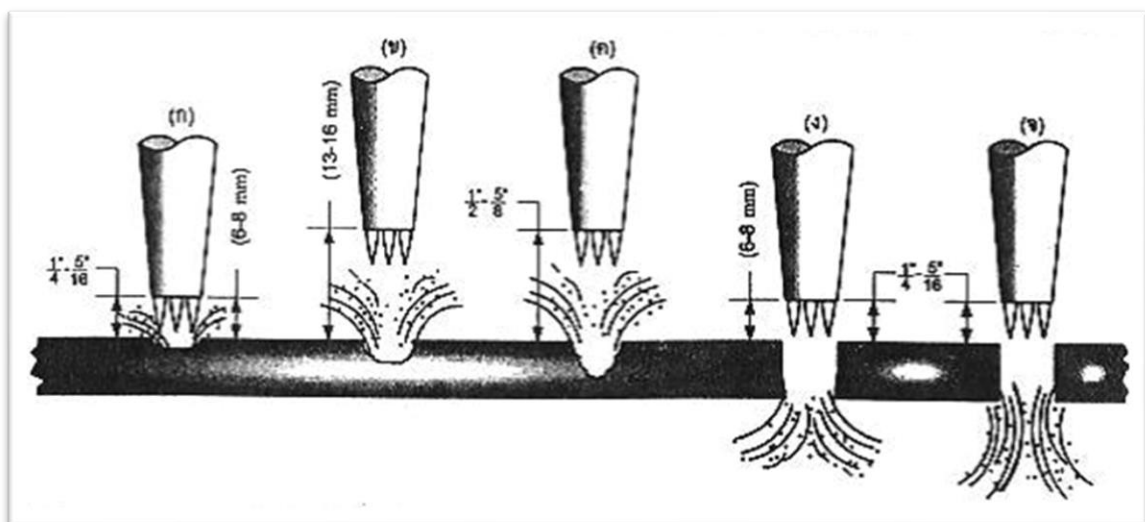


## ลำดับขั้นตอนการตัด

การตัดต้องเริ่มต้นตัดที่ขอบของแผ่นเหล็ก โดยถือทอร์ชให้พิงติดตั้งฉากหรือเอนเข้าหาชิ้นงาน เล็กน้อย ดังแสดงในรูป

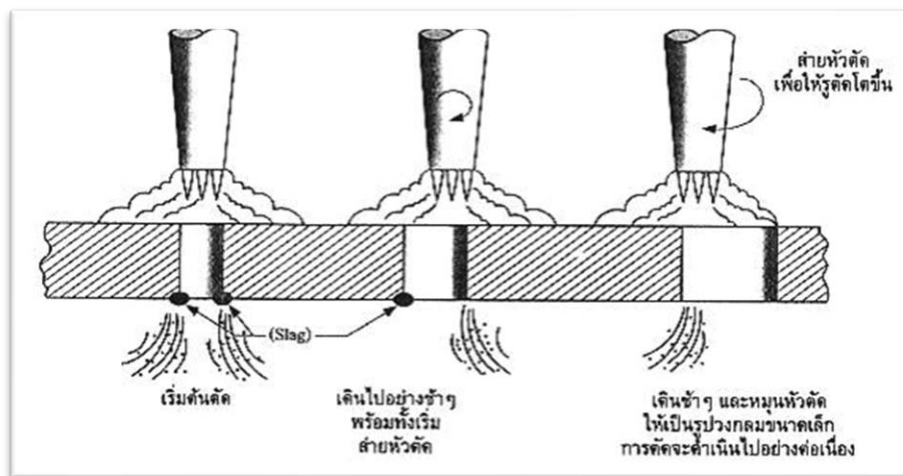


การเริ่มต้นตัดที่ขอบของชิ้นงานนี้จะทำให้ชิ้นงานรับความร้อนได้เร็วและจะร้อนแดงในไม่ช้า เมื่อขอบของงานร้อนแดงจนกระทั่งเริ่มหลอมละลายในช่วงนี้ควรให้กรวยไฟห่างจากบ่อหลอมละลาย 6-8 มิลลิเมตร จึงกดแขนตัดเพื่อปล่อยให้ออกซิเจนแรงดันสูงพุ่งออกมา ในช่วงนี้ออกซิเจนจะพุ่งออกไปกระแทกบ่อหลอมละลาย น้ำโลหะเหลวจะกระเด็นออกมาจำนวนมากในช่วงนี้ ควรถือหัวตัดให้กรวยไฟห่างจากบ่อหลอมละลาย ๑๓ - ๑๖ มิลลิเมตร ถือหัวตัดให้อยู่ในระยะนี้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หลังจากชิ้นงานถูกเจาะไขจนทะลุแล้วจึงลดระยะห่างระหว่างกรวยไฟกับบ่อหลอมละลายลงมาเหลือ ๖ - ๘ มิลลิเมตรเช่นเดิม ดังแสดงในรูป

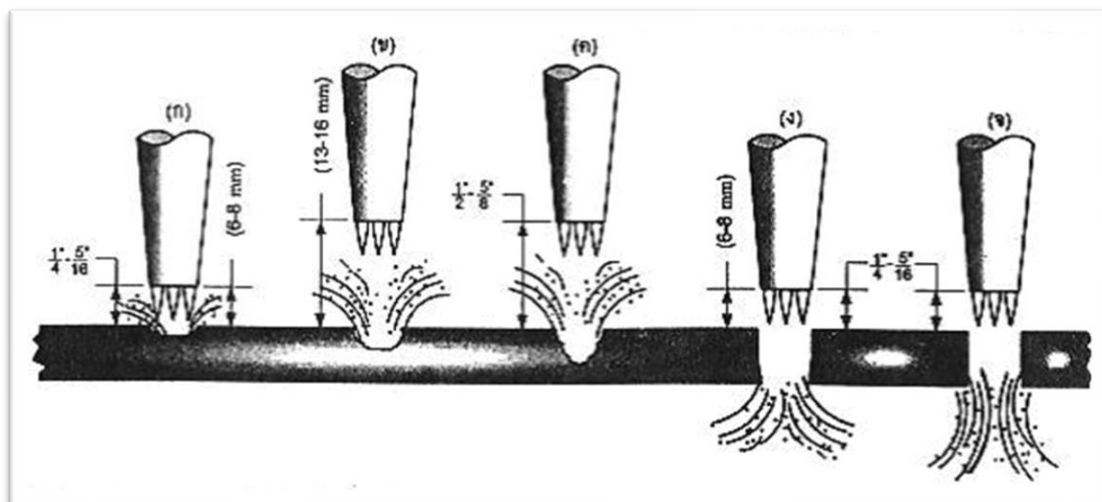


แสดงการเริ่มต้นตัดการเจาะทะลุ และระยะห่างระหว่างกรวยไฟกับบ่อหลอมละลาย

ถ้าโลหะที่นำมาตัดมีความหนามาก จำเป็นที่ต้องมีการส่ายหรือเคลื่อนที่ทีพเป็นวงกลมขนาดเล็ก เพื่อให้การเจาะทะลุกระทำได้ง่าย ดังแสดงในรูป

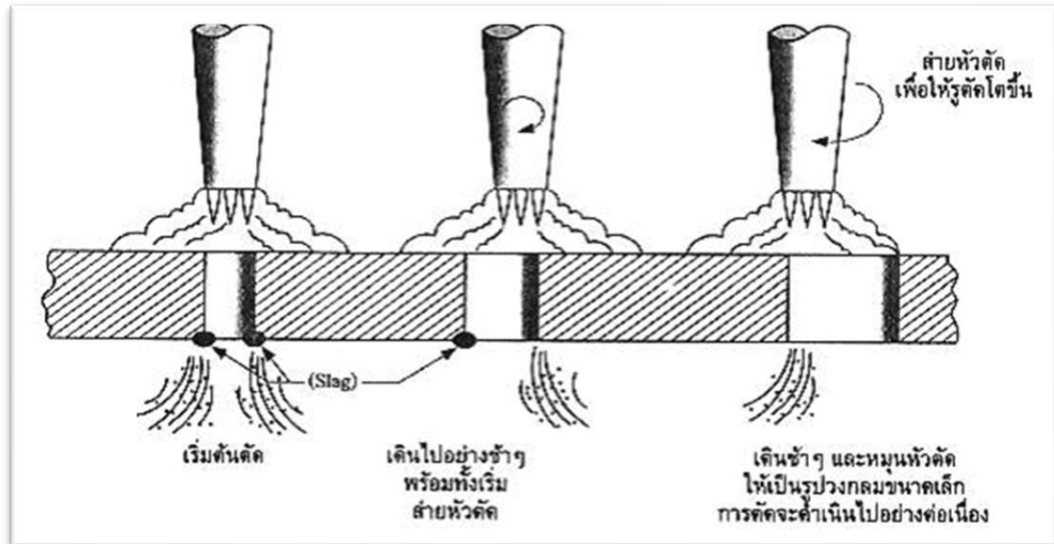


การตัดตรงโดยให้รอยตัดอยู่ในแนวตั้ง เพื่อให้ได้รอยตัดที่มีขนาดเล็กแคบ และเป็นการประหยัดเนื้อโลหะที่สูญเสียไป ถ้ามีการเตรียมการที่ดี ใช้เทคนิคการตัดที่ถูกต้องแล้ว จะทำให้การตัดดำเนินไปด้วยความสะดวกโดยไม่หยุดชะงักระหว่างทาง การหยุดชะงักระหว่างทางจะทำให้ขอบของการตัดมีตำหนิจำเป็นต้องเพิ่มระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการตกแต่งรอยตัดมากขึ้นในภายหลังจากเหตุผลข้างต้นผู้ปฏิบัติงานตัดต้องถือด้ามทอร์ชตัดโดยให้รูอุ่นขึ้นงานจำนวน ๒ รู และ รูพ่นออกซิเจนอยู่ในแนวเดียวกันกับแนวตัดที่ขีดไว้ โดยที่รูอุ่นขึ้นงานอีก ๒ รู เดินคู่ขนานไปกับแนวตัด ดังแสดงในรูป

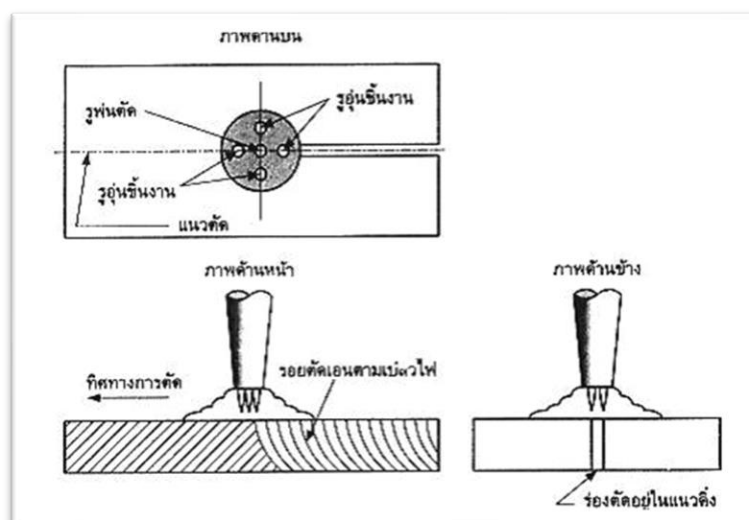


แสดงการเริ่มต้นตัดการเจาะทะลุ และระยะห่างระหว่างกรวยไฟกับบ่อหลอมละลาย

ถ้าโลหะที่นำมาตัดมีความหนามาก จำเป็นที่ต้องมีการส่ายหรือเคลื่อนที่ทิวเป็นวงกลมขนาดเล็ก เพื่อให้การเจาะทะลุกระทำได้ง่าย ดังแสดงในรูป



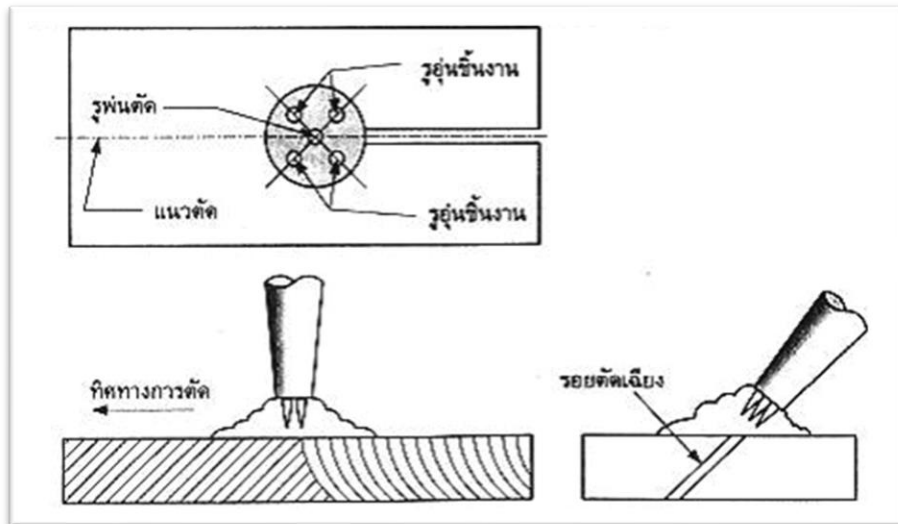
การตัดตรงโดยให้รอยตัดอยู่ในแนวตั้ง เพื่อให้ได้รอยตัดที่มีขนาดเล็กแคบ และเป็นการประหยัดเนื้อโลหะที่สูญเสียไป ถ้ามีการเตรียมการที่ดี ใช้เทคนิคการตัดที่ถูกต้องแล้ว จะทำให้การตัดดำเนินไปด้วยความสะดวกโดยไม่หยุดชะงักระหว่างทาง การหยุดชะงักระหว่างทางจะทำให้ขอบของการตัดมีตำหนิ จำเป็นต้องเพิ่มระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการตกแต่งรอยตัดมากขึ้นในภายหลังจากเหตุผลข้างต้น ผู้ปฏิบัติงานตัดต้องถือค้ำมทอร์ชตัดโดยให้รูอุ่นขึ้นงานจำนวน ๒ รู และ รูพุ่งออกซิเจนอยู่ในแนวเดียวกันกับแนวตัดที่ ชิดไว้ โดยที่รูอุ่นขึ้นงานอีก ๒ รู เดินคู่ขนานไปกับแนวตัด ดังแสดงในรูป



แสดงการควบคุมทิวตัดตรงโดยที่ร่องตัดอยู่ในลักษณะดัง

## เทคนิคการตัดตรงโดยให้รอยตัดบากเฉียง

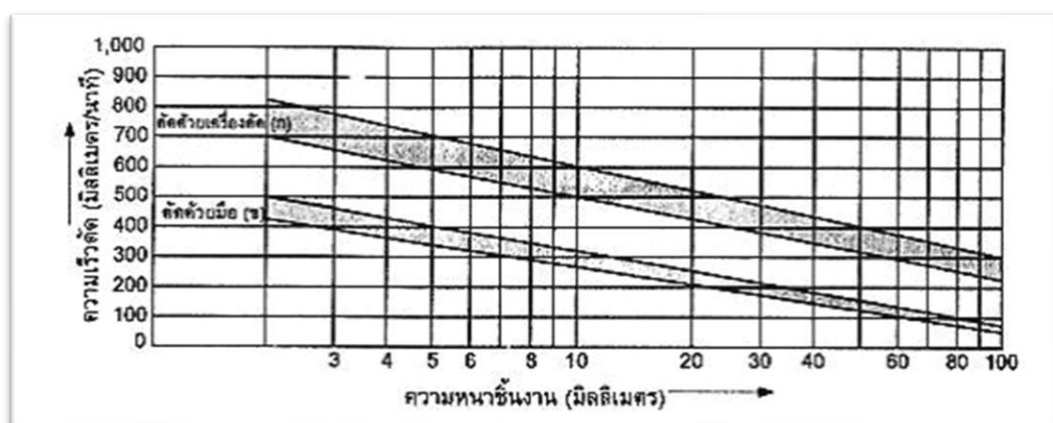
ในการตัดบากเฉียงก็เช่นเดียวกัน ผู้ปฏิบัติงานต้องควบคุมทอร์ชโดยให้รูก้อนออกซิเจนแรงดันสูงเพื่อนตัดให้อยู่ตรงแนวตัดที่ขีดไว้และรูก้อนขึ้นงานทั้ง ๔ รูก้อนในตำแหน่งขนานไปกับแนวตัดข้างละ ๒ รูก้อน ดังแสดงในรูป



## ความเร็วในการเคลื่อนหัวตัด

ความเร็วในการเคลื่อนหัวตัดต้องเหมาะสมและสม่ำเสมอ ถ้าเคลื่อนหัวตัดเร็วเกินไปจะทำให้ชิ้นงานได้รับความร้อนน้อย การเกิดออกซิเดชันไม่เพียงพอต่อการตัด ทำให้น้ำโลหะในบ่อหลอมละลายสะท้อนขึ้นมา ชิ้นงานไม่ถูกตัดขาด เกิดตำหนิที่ขอบของรอยตัด ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มในการตกแต่ง หรือต้องตัดใหม่

ดังนั้น ความเร็วในการเคลื่อนหัวตัดมีความสำคัญอย่างยิ่ง ในขบวนการตัด ความเร็วในการตัดขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงานถ้าชิ้นงานหนาต้องการปริมาณความร้อนในการออกซิเดชันนาน จำเป็นต้องเดินหัวตัดอย่างช้าๆ ดังแสดงในรูป



แสดงความเร็วตัดเป็นอัตราส่วนแปรผันตามความหนาของชิ้นงาน

## การตัดโลหะแผ่นบาง

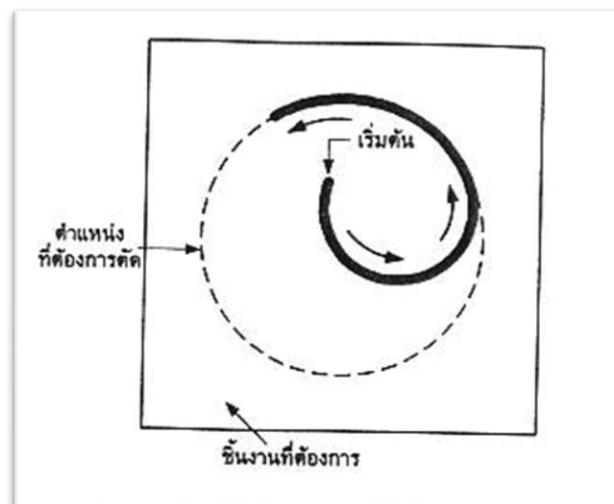
การตัดโลหะแผ่นบางซึ่งมีความหนาเกจ ๑๘ จนถึงเกจ ๑๑ จะต้องถือทอร์ชให้หัวทิฟเอนเป็นมุมแหลมให้มากจากผิวหน้าของชิ้นงาน จึงจะทำให้รอยตัดที่เรียบและมีสแลกเกาะติดเล็กน้อย ดังแสดงในรูป



### แสดงการควบคุมหัวทิฟในการตัดโลหะแผ่นบาง

## การตัดวงกลม

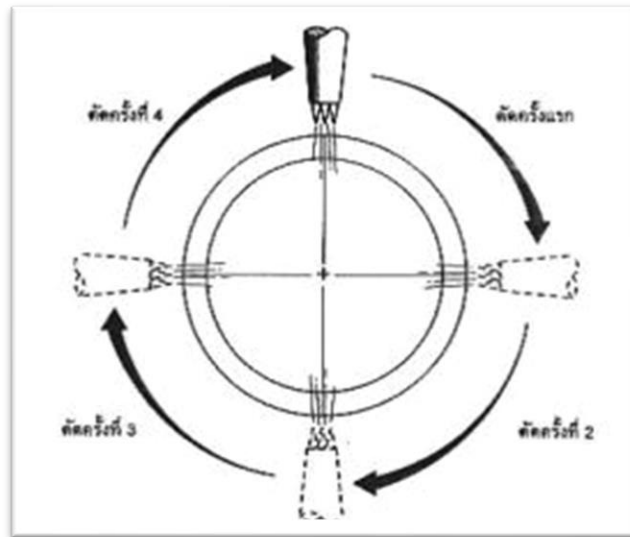
การเจาะแผ่นโลหะให้ได้รูขนาดใหญ่จำเป็นต้องใช้การตัดด้วยแก๊ส เนื่องจากการตัดด้วยวิธีอื่นกระทำไต่ยาก เสียเวลา และค่าใช้จ่ายสูง การตัดด้วยแก๊สนี้ ก่อนอื่นให้ผู้ปฏิบัติงานเริ่มต้นตัดบริเวณพื้นที่ภายในให้เป็นเศษวัสดุเสียก่อน จากนั้นจึงเคลื่อนตัดในลักษณะโค้งเพื่อเดินเข้าหาแนวตัดวงกลมที่ต้องการ การตัดให้อียงหัวทิฟเล็กน้อย โดยให้เปลวไฟพุ่งไปยังเศษวัสดุ จะทำให้สแลกไปเกาะติดอยู่ที่เศษวัสดุ เมื่อสิ้นสุดการแผ่นวงกลมภายในจะหลุดตกลงมาได้รอยเจาะรูขนาดใหญ่ที่มีรอยตัดสะอาดและเรียบ



### แสดงเทคนิคในการตัดวงกลมภายในขนาดใหญ่ด้วยหัวทิฟแก๊ส

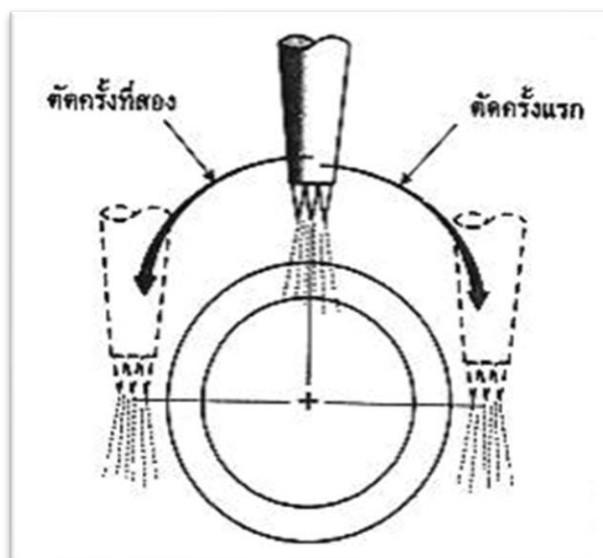
## การตัดท่อ (pipe cutting)

การตัดท่อด้วยมือ (freehand cutting) สำหรับท่อขนาดเล็ก ขนาด ๗๖ มิลลิเมตร (๓ นิ้ว) หรือต่ำกว่า สามารถทำการตัดโดยการถือทอร์ชให้หัวตัดอยู่ในแนวตั้ง และเคลื่อนตัดมายังด้านข้างทั้งสองข้างได้เลย เนื่องจากท่อมีขนาดเล็ก หลังจากนั้นให้หมุนท่อพลิกขึ้นเพื่อทำการตัดด้านล่างต่อไป ดังแสดงในรูป



### แสดงการตัดท่อที่มีขนาดเล็ก

สำหรับท่อขนาดใหญ่หรือโตกว่า ๗๖ มิลลิเมตร (๓ นิ้ว) ผู้ปฏิบัติงานต้องถือทอร์ชโดยให้หัวทิงตั้งฉากกับผิวโค้งเทคนิคตัดแบบนี้ เหมาะสำหรับท่อขนาดใหญ่ที่มีผนังหนา แต่ก็ตัดท่อขนาดเล็กได้ดีเช่นเดียวกัน เนื่องจากท่อมีขนาดใหญ่ ไม่สามารถหมุนท่อได้ ดังนั้น การตัดควรตัดต่อเนื่องจนกระทั่งมาบรรจบกับรอยตัดในระยะเริ่มต้น ดังแสดงในรูป



|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แบบทดสอบก่อนเรียน                                      | หน่วยที่ 2          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              | สอนสัปดาห์ที่ 4     |
| ชื่อเรื่อง เทคนิคการเชื่อมแก๊ส                                                    |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

### คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- การเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนามาก และต้องการให้แนวเชื่อมละลายลึกที่ดี มีขนาดแนวเชื่อมที่กว้าง ต้องใช้เทคนิคใด
  - การเติมลวดเชื่อม
  - การส่ายลวดเชื่อม
  - การส่ายลวดเชื่อม
  - การวางลวดเชื่อม
- การป้องกันไม่ให้ชิ้นงานแยกกันเมื่อเชื่อมรอยต่อชน ต้องปฏิบัติตามข้อใด
  - เชื่อมยึดชิ้นงาน
  - เติมลวดเชื่อมให้สม่ำเสมอ
  - ใช้ความร้อนน้อย ๆ
  - ส่ายหัวเชื่อมลักษณะครึ่งวงกลม
- การเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ควรใช้การเชื่อมวิธีการใด
  - การเชื่อมแบบสลับ
  - การเชื่อมแบบตรง
  - ลวดเชื่อมตามหลังหัวเชื่อม
  - ลวดเขี่ยนำหน้าหัวเชื่อม
- การส่ายหัวเชื่อมกว้างกับการเชื่อมชิ้นงานบางจะมีผลอย่างไร
  - แนวเชื่อมจะนูน
  - แนวเชื่อมจะเรียบสม่ำเสมอ
  - ชิ้นงานทะลุ
  - แนวเชื่อมจะไม่ซึมลึกมาก
- การเชื่อมทำระดับมักพบข้อบกพร่องใดบริเวณขอบรอยเชื่อมด้านล่าง
  - เกิดรูพรุน
  - เกิดฟองอากาศ
  - การกัดแห้ว
  - การล้นแนว
- การเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาเกิน 3 มิลลิเมตร ควรใช้การเชื่อมวิธีการใด
  - หัวเขี่ยนำหน้าลวดเชื่อม
  - การเชื่อมแบบสลับ
  - ลวดเขี่ยนำหน้าหัวเชื่อม
  - การเชื่อมแบบตรง
- การเอียงมุมของหัวทิฟให้เงขึ้นเล็กน้อยในการเชื่อมทำระดับ จะมีผลอย่างไรต่อการเชื่อม
  - เพิ่มปริมาณความร้อน
  - ลดความร้อนขณะเชื่อม
  - ช่วยทำให้เกิดการซึมลึก
  - ช่วยพยุ่งน้ำโลหะไม่ให้ไหลย้อย
- ข้อใดคือสาเหตุทำให้เกิดการหลอมเหลวไม่สมบูรณ์
  - ปรับเปลวไฟสูงเกินไป
  - ใช้ลวดเชื่อมได้เหมาะสม
  - ใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท
  - ช่องว่างรอยต่อน้อยไป

9. ข้อใดคือสาเหตุทำให้ขารอยเชื่อมไม่เท่ากัน

ก. มุมหัวทิ่มผิด

ค. ใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท

10. ข้อใดคือสาเหตุทำให้แนวเชื่อมนูนเกินไป

ก. ปรับเปลวไฟสูงเกินไป

ค. ใช้ลวดเชื่อมเล็กเกินไป

ข. ความเร็วเดินลวดไม่ถูกต้อง

ง. เกิดความเค้นตกค้าง

ข. เคลื่อนที่ลวดเชื่อมช้า

ง. เคลื่อนที่ลวดเชื่อมเร็ว

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แบบทดสอบหลังเรียน                                      | หน่วยที่ 2          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              | สอนสัปดาห์ที่ 4     |
| ชื่อเรื่อง เทคนิคการเชื่อมแก๊ส                                                    |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

### คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- การเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนามาก และต้องการให้แนวเชื่อมละลายลึกที่ดี มีขนาดแนวเชื่อมที่กว้าง ต้องใช้เทคนิคใด
  - การส่ายหัวทิฟเชื่อม
  - การเติมลวดเชื่อม
  - การส่ายลวดเชื่อม
  - การวางลวดเชื่อม
- การป้องกันไม่ให้ชิ้นงานแยกกันเมื่อเชื่อมรอยต่อชน ต้องปฏิบัติตามข้อใด
  - เติมลวดเชื่อมให้สม่ำเสมอ
  - เชื่อมยึดชิ้นงาน
  - ใช้ความร้อนน้อย ๆ
  - ส่ายหัวเชื่อมลักษณะครึ่งวงกลม
- การเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ควรใช้การเชื่อมวิธีการใด
  - การเชื่อมแบบสลับ
  - การเชื่อมแบบตรง
  - ลวดเชื่อมตามหลังหัวเชื่อม
  - ลวดเชื่อมนำหน้าหัวเชื่อม
- การส่ายหัวเชื่อมกว้างกับการเชื่อมชิ้นงานบางจะมีผลอย่างไร
  - แนวเชื่อมจะนูน
  - แนวเชื่อมจะเรียบสม่ำเสมอ
  - ชิ้นงานทะลุ
  - แนวเชื่อมจะไม่ซึมลึกมาก
- การเชื่อมทำระดับมักพบข้อบกพร่องใดบริเวณขอบรอยเชื่อมด้านล่าง
  - เกิดรูพรุน
  - เกิดฟองอากาศ
  - การกัดแห้ว
  - การล้นแนว
- การเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนาเกิน 3 มิลลิเมตร ควรใช้การเชื่อมวิธีการใด
  - การเชื่อมแบบสลับ
  - หัวเชื่อมนำหน้าลวดเชื่อม
  - ลวดเชื่อมนำหน้าหัวเชื่อม
  - การเชื่อมแบบตรง
- การเอียงมุมของหัวทิฟให้เงาขึ้นเล็กน้อยในการเชื่อมทำระดับ จะมีผลอย่างไรต่อการเชื่อม
  - ช่วยพยุ้งน้ำโลหะไม่ให้ไหลย้อย
  - ลดความร้อนขณะเชื่อม
  - ช่วยทำให้เกิดการซึมลึก
  - เพิ่มปริมาณความร้อน
- ข้อใดคือสาเหตุทำให้เกิดการหลอมเหลวไม่สมบูรณ์
  - ปรับเปลวไฟสูงเกินไป
  - ใช้ลวดเชื่อมได้เหมาะสม
  - ช่องเว้ารอยต่อน้อยไป
  - ใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท

9. ข้อใดคือสาเหตุทำให้ขารอยเชื่อมไม่เท่ากัน

ก. มุมหัวทึบผิด

ค. ใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท

ข. ความเร็วเดินลวดไม่ถูกต้อง

ง. เกิดความเค้นตกค้าง

10. ข้อใดคือสาเหตุทำให้แนวเชื่อมนูนเกินไป

ก. ปรับเปลวไฟสูงเกินไป

ค. ใช้ลวดเชื่อมเล็กเกินไป

ข. เคลื่อนที่ลวดเชื่อมเร็ว

ง. เคลื่อนที่ลวดเชื่อมช้า

|                                                                                   |                                                        |  |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--|---------------------|
|  | เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน                      |  | หน่วยที่ 2          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 |  | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน              |  | สอนสัปดาห์ที่ 4     |
| ชื่อเรื่อง เทคนิคการเชื่อมแก๊ส                                                    |                                                        |  | จำนวน 4 คาบ         |

#### เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

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

#### เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

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



## ใบงานที่ 2.4

หน่วยที่ 2

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004

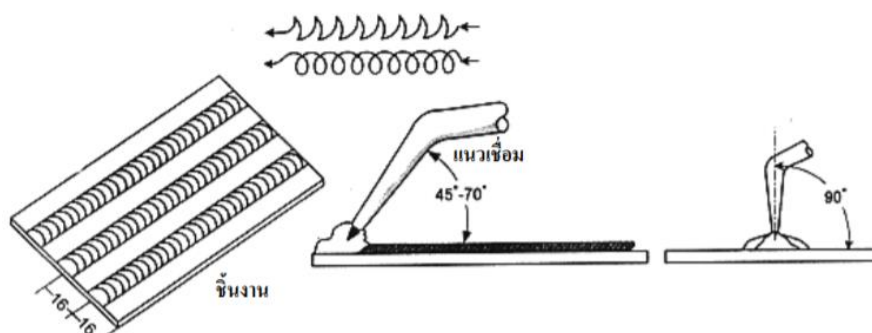
เวลาเรียนรวม 72 คาบ

ชื่อหน่วย การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิอะเซทิลีน

สอนสัปดาห์ที่ 5

ชื่อเรื่อง การเชื่อมเดินแนวทำราบ

จำนวน 4 คาบ



|                 |          |                  |        |
|-----------------|----------|------------------|--------|
| ลวดเชื่อม E6013 | วัสดุ    | ขนาดชิ้นงาน      | จำนวน  |
| ขนาด 2.6 มม.    | เหล็กแบน | 50 x 120 x 2 มม. | 1 ชิ้น |

| เครื่องมือและอุปกรณ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ขั้นตอนการทำงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | เทคนิค                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>ชุดป้องกันอันตราย <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 เสื้อหนัง</li> <li>1.2 ปกอกแขน</li> <li>1.3 ถุงมือหนัง</li> <li>1.4 รองเท้าหุ้มเหล็ก</li> </ol> </li> <li>ชุดเชื่อมแก๊ส <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 ท่อแก๊สออกซิเจนและท่อแก๊สอะเซทิลีน</li> <li>2.2 มาตรฐานวัดความดัน</li> <li>2.3 หัวเชื่อม สายเชื่อม หัวทิฟ</li> </ol> </li> <li>อุปกรณ์จุดเปลวไฟ</li> <li>เครื่องมือทำความสะอาดหัวทิฟ</li> <li>เหล็กขีด บรรทัดเหล็ก</li> <li>คีมจับงานร้อน แปรงลวด</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อม</li> <li>2. เตรียมชิ้นงานให้ได้ตามขนาดกำหนด</li> <li>3. ทำความสะอาดชิ้นงาน</li> <li>4. ร่างแบบโดยใช้เหล็กขีด</li> <li>5. เปิดแก๊สจุดเปลวไฟ</li> <li>6. ทำการเชื่อมจากมุมทางขวามือ ไปสิ้นสุดทางซ้ายมือ</li> <li>7. ปิดเปลวไฟ ปิดแก๊สและไล่ความดันแก๊สออกจากสาย</li> <li>8. ทำความสะอาดชิ้นงานส่ง ตรวจ</li> <li>9. เก็บเครื่องมืออุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ การฝึกปฏิบัติงาน</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกนำเป็นแนว</li> <li>2. ปรับเปลวนิวทรีลเพื่อใช้ในการเชื่อม</li> <li>3. สายหัวทิฟทำได้2วิธี <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 การสายหัวทิฟแบบครึ่งวงกลม</li> <li>3.2 การสายหัวทิฟแบบวงกลม</li> </ol> </li> </ol> |

**แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน**  
**ใบงานที่ 2.4**

ชื่อ.....รหัสนักศึกษา.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....  
ระดับชั้น.....กลุ่ม.....แผนกวิชา.....

| ชื่อ | รายการ                                            | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ |
|------|---------------------------------------------------|-----------|-------------|
| 1    | การเตรียมชิ้นงานและการเชื่อมยึดชิ้นงาน            | 1         |             |
| 2    | การเตรียมชิ้นงานตามขนาดที่กำหนด                   | 1         |             |
| 3    | การแต่งกาย                                        | 1         |             |
| 4    | ความสม่ำเสมอของบ่อหลอมละลาย                       | 1         |             |
| 5    | ความสวยงามของเกล็ดแนวเชื่อม                       | 1         |             |
| 6    | ความตรงของแนวเชื่อม                               | 1         |             |
| 7    | จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแนวเชื่อม              | 1         |             |
| 8    | การใช้เครื่องมืออุปกรณ์                           | 1         |             |
| 9    | ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน                         | 1         |             |
| 10   | การให้ความร่วมมือในการทำสะอาดพื้นที่การปฏิบัติงาน | 1         |             |
| รวม  |                                                   | 10        |             |

เกณฑ์การประเมิน ผู้เรียนต้องได้คะแนนจากการประเมินผลการปฏิบัติงานไม่น้อยกว่า 70% ผลการประเมิน

☐

ผ่านการประเมิน

☐

ไม่ผ่านการประเมิน

บันทึกเพิ่มเติม

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

## บันทึกหลังการสอน

### 1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

### 3. แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....  
(.....)

ครูผู้สอน

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3                                 | หน่วยที่ 3          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเล่นประสาน                                | สอนสัปดาห์ที่ 6     |
| ชื่อเรื่อง การเล่นประสาน                                                          |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

## 1. สาระสำคัญ

งานเล่นประสานเป็นการประสานโลหะสองชิ้นให้ติดกัน โดยที่งานนั้นไม่หลอมเหลว ซึ่งต่างจากการเชื่อมที่ต้องมีการหลอมเหลวของชิ้นงาน และลวดเชื่อม งานเล่นประสานจะหลอมเหลวเฉพาะลวดประสานนิยมประสานงานบาง ๆ และความแข็งแรงของรอยประสานจะไม่แข็งแรงเท่ากับ การเชื่อม

## 2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความหมาย หลักการ แหล่งความร้อน ลวดประสานและตัวช่วยประสาน
2. แสดงความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบการเล่นประสาน ข้อดีของการเล่นประสาน

## 3. สาระการเรียนรู้

1. หลักการเล่นประสาน
2. องค์ประกอบการเล่นประสาน

## 4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายความหมายการเล่นประสานได้
2. เลือกลวดเชื่อม และฟลักซ์ประสานไปใช้ให้เหมาะสมกับโลหะได้ถูกต้อง
3. ปฏิบัติงานการเล่นประสานได้
4. จัดเก็บเครื่องมือ และอุปกรณ์ พร้อมทำความสะอาด ให้เรียบร้อย และมีความปลอดภัย

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
2. ทำใบงานที่ 3.1
3. ครูสาธิตการเล่นประสาน

## 6. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

### 6. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้ผู้เรียนเห็นเป้าหมายในการเรียน
2. ชี้แจงแนวทางในการปฏิบัติตนเกี่ยวกับการเรียนการสอนการประเมินผลการเรียนและได้อบรมคุณลักษณะที่พึงประสงค์ประจำหน่วยคือ เรื่อง ความมีวินัยโดยเฉพาะการแต่งกายและการตรงต่อเวลา
3. นักเรียนอ่านรับข้อฟังคำบรรยายคำอธิบายรายวิชา จดบันทึก ชักถามข้อสงสัย รับฟังการอบรมคุณธรรมลักษณะที่พึงประสงค์เรื่องความมีวินัย

## 7. ขั้นตอน (ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย และถาม-ตอบ)

1. อาจารย์ดำเนินการสอนเกี่ยวกับ เรื่องหลักการเล่นประสานและ โโลหะประสานหรือลวดที่ใช้ในการเล่นประสาน
2. นักศึกษาร่วมแสดงความคิดเห็น โดยที่อาจารย์ใช้คำถามกระตุ้น

## 8. ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. อาจารย์สรุปเนื้อหาในบทเรียน
2. อาจารย์สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
3. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน

## 9. สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาการเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (20100-1004) ของบริษัทสำนักพิมพ์เอ็มพันธ์
2. PowerPoint วีดีโอสาธิต กมส์
3. สื่อการสอนของจริง

## 10. การวัดผลและการประเมินผล

1. ใบงานที่ 3.1
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

### เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 50 % ขึ้นไป
2. แบบประเมินผลการทำงานเชื่อมงานเล่นประสานหลักกล้าต่อชน เกณฑ์ผ่าน 60 % ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม ค่านิยม และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมิน ตามสภาพจริง

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                              | หน่วยที่ 3          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเชื่อมประสาน                              | สอนสัปดาห์ที่ 6     |
| ชื่อเรื่อง การเชื่อมประสาน                                                        |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

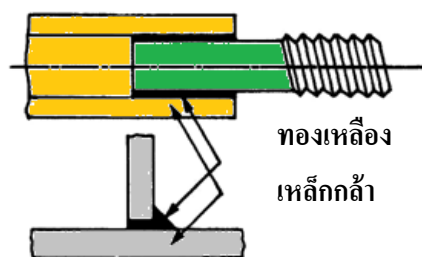
## 5. การเชื่อมประสาน

### 5.1 หลักการเชื่อมประสาน

การเชื่อมประสาน (Brazing) หมายถึง การต่อวัสดุที่เป็นโลหะบางด้วยเปลวแก๊สโดยให้ความร้อนแก่ชิ้นงานเกิน 840°F (450°C) แต่ต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของชิ้นงาน และใช้โลหะประสานหลอมเหลวเป็นตัวประสาน ชิ้นงานเฉพาะผิวให้ติดกันในลักษณะการดึงดูดของโลหะ (Capillary Attraction) ซึ่งแตกต่างจากงานเชื่อม โดยใช้ฟลักซ์เป็นตัวช่วยให้การไหลของลวดเชื่อมละลายแทรกซึมเข้าไปประสานรอยต่อ และเป็นตัวช่วยแยกสารมลทินและออกไซด์ออกจากกรวยประสานจุดหลอมเหลวของโลหะบัดกรี

แบ่งตามลักษณะของโลหะ

1. โลหะบัดกรีอ่อน หลอมเหลวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 450°C
2. โลหะประสาน หลอมเหลวที่อุณหภูมิสูงกว่า 450°C (เชื่อมประสาน)
3. ทองเหลือง มีจุดหลอมเหลวประมาณ 780°C
4. เหล็กกล้า มีจุดหลอมเหลวประมาณ 1500°C



| วัสดุ     | จุดหลอมเหลว |
|-----------|-------------|
| ทองเหลือง | 780°C       |
| เหล็กกล้า | 1500°C      |

### ลักษณะการเชื่อมประสาน

#### การนำไปใช้งานและข้อดีของการเชื่อมประสาน

1. ใช้ประสานรอยต่อของงานเครื่องประดับ และชิ้นงานที่รับแรงไม่มาก
2. การประสานชิ้นงานไม่หลอมเหลวเสียหาย โครงสร้างไม่เปลี่ยน
3. ตกแต่งผิวงานได้ง่ายเนื้อประสานอ่อนแต่ยึดติดแน่น
4. ชิ้นงานได้รับความร้อนน้อยไม่เกิดการบิดตัวเสียหาย
5. ต้นทุนต่ำ ประสานได้รวดเร็ว ลดเวลาปฏิบัติงานได้มากกว่าวิธีอื่น

## 1. ลวดเชื่อมที่ใช้ในการเล่นประสาน

ลวดเชื่อมในการเล่นประสาน มีหน้าที่เป็นตัวยึดหรือตัวประสานให้โลหะชิ้นงาน 2 ชิ้นติดกัน การเลือกใช้ลวดเชื่อมมีหลักสำคัญ คือ เลือกลวดเชื่อมที่มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าโลหะชิ้นงาน โดยทั่วไปลวดเชื่อมที่นิยมใช้มี 2 ประเภท คือ

**1.1 ลวดเชื่อมทองเหลือง** ส่วนผสมที่สำคัญ คือ ทองแดง (57%) สังกะสี (42%) และดีบุก (1%) ขนาดความยาวและความโตเท่ากับลวดเชื่อมแก๊ส ลวดเชื่อมทองเหลืองจะให้รอยเชื่อมที่มีความแข็งแรงมั่นคง มีความทนทานกำลังได้สูง นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับการเล่นประสานโลหะบางชนิดที่มีจุดหลอมละลายต่างกันมาก ๆ หรือใช้เชื่อมโลหะบางให้หลอมละลายเพื่อลดการบิดตัว เช่น ใช้เล่นประสานเหล็กเข้ากับท่อทองแดงเข้ากับเหล็ก เหล็กเครื่องมือเข้ากับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำหรือเหล็กหล่อ เป็นต้น สำหรับ เพลวไฟที่ใช้ในการเล่นประสาน คือ เพลว Slightly Oxidizing Flame หรือเพลวเพิ่มอย่างอ่อน รอยเชื่อมจะมีความแข็งแรงมากกว่าเพลวอื่น ๆ

**1.2 ลวดเชื่อม** ส่วนใหญ่เป็นลวดเชื่อมเงินเจือ คือ ส่วนผสมของเงิน ทองแดง สังกะสี และแคลเซียม ลวดเชื่อมเงินสามารถใช้เชื่อมเครื่องประดับและโลหะรูปพรรณทองแดง ในระบบทำความสะอาด เช่น ตู้เย็น เครื่องความเย็น และเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น สำหรับเพลวไฟที่ใช้ในการเล่นประสานคือ เพลวคาร์บูไรซิงเฟรม

## 2. ฟลักซ์ (Flux)

ฟลักซ์หรือตัวช่วยประสานที่ใช้ในการเล่นประสานมีทั้งชนิดเหลวและชนิดผง ทำหน้าที่รักษาโลหะชิ้นงาน ทำความสะอาดเล่นประสานขจัดออกไซด์ขณะเล่นประสาน เป็นตัวช่วยประสานทำให้ลวดเชื่อมสามารถละลายแทรกประสานรอยต่อได้ง่ายขึ้น ฟลักซ์ที่ควรเป็นเคมีภัณฑ์บริสุทธิ์ ฟลักซ์ที่นิยมใช้มาก คือ

**2.1 ผงบอแรกซ์** เป็นฟลักซ์ที่นิยมใช้กันมาก นิยมใช้กับการเล่นประสานด้วยลวดทองแดง

**2.2 ผงบอแรกซ์หรือกรดบอริก** เป็นฟลักซ์เล่นประสานชนิดพื้นฐาน ส่วนมากผสมบอแรกซ์ 75% กับกรดบอริก 25% ทำเป็นฟลักซ์เหลว อัตราส่วนของผงบอแรกซ์กับกรดบอริกอาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อยเพื่อให้ฟลักซ์เหลวเหมาะสำหรับการใช้งานแต่ละอย่าง ผงบอแรกซ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดอาจมีฟอสฟอรัสหรือฮาโลเจน (Halogen) เดิมอยู่ด้วยเล็กน้อย

**2.3 แอลคาไลน์ไบฟลูออไรด์ (Alkaline Bifluoride)** เป็นฟลักซ์ชนิดหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับงานเล่นประสานเหล็กไร้สนิม เช่น ซิลิคอน บรอนซ์ ทองเหลืองเจืออะลูมิเนียม หรือเบอร์เลียม เป็นต้น กลิ่นระเหยของฟลักซ์ชนิดนี้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ฉะนั้น ขณะปฏิบัติงานการเล่นประสาน จะต้องทำในที่ที่มีระบบถ่ายเทอากาศได้ดี

2.4 ฟลักซ์ชนิดพิเศษ ซึ่งทำมาจากเกลือโซเดียมไซยาไนด์ เป็นฟลักซ์ที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดสำหรับการเล่นประสานด้วยลวดเงิน เพื่อเล่นประสานโลหะทั้งสแตนกับทองแดง



### ลักษณะฟลักซ์ที่ใช้ในงานเล่นประสาน

ตารางแสดงการเลือกใช้ฟลักซ์ให้เหมาะสมกับโลหะงาน

| โลหะงาน                      | โลหะประสาน               | ชนิดฟลักซ์                              |
|------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
| เหล็กกล้าคาร์บอน , เหล็กหล่อ | ทองเหลือง , บรอนส์       | บอแรกซ์                                 |
| ทองแดง , เงิน                | เงิน , เงินผสม , ทังสเทน | โซเดียมไซยาไนด์ , กรดบอริก , กรดบอแรกซ์ |

## 5.2 องค์ประกอบการเล่นประสาน

5.2.1 การทำความสะอาดก่อนการเล่นประสาน มีความสำคัญอย่างมากในเรื่องของการเล่นประสาน ถ้าผิวโลหะชิ้นงานไม่สะอาด รอยต่อจะไม่แข็งแรงและเกิดแทรกซึม

1) คราบน้ำมันหรือจาระบี ถ้ามีน้ำมันหรือคราบจาระบีเกาะตามผิวโลหะชิ้นงาน ฟลักซ์จะเข้าไปทำความสะอาดไม่ทั่วถึง และเมื่อได้รับความร้อน น้ำมันหรือจาระบีนั้นจะเผาไหม้กลายเป็นคาร์บอน ขัดขวางการยึดเกาะของโลหะชิ้นงานกับลวดเชื่อม หรือจุดที่มีน้ำมันหรือจาระบีอยู่จะเล่นประสานไม่ติด

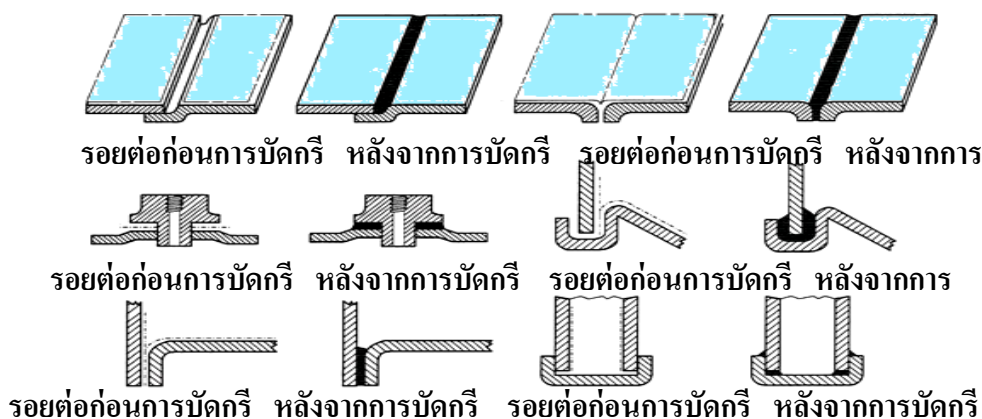
2) คราบสนิม ถ้าผิวโลหะชิ้นงานมีสนิมจะเล่นประสานไม่ติด จึงต้องทำความสะอาดก่อนเสมอ

3) การเว้นช่องรอยต่อให้พอดี การเว้นช่องรอยต่อระหว่างชิ้นงานต้องทำความสะอาดด้วยความระมัดระวัง ต้องเว้นช่องให้เล็กพอที่จะเกิดการแทรกซึม ไม่เว้นช่องใหญ่เกินไป เพราะนอกจากจะได้รอยเล่นประสานที่ไม่แข็งแรงแล้วยังสิ้นเปลืองลวดเชื่อม และฟลักซ์มากเกินไป โดยทั่วไปแล้วนิยมเว้นไว้ประมาณ 0.001-0.05 นิ้ว

4) การให้ความร้อน การเล่นประสานต้องให้ความร้อนเป็นบริเวณกว้าง ถ้าเป็นไปได้ควรเผาให้ความร้อนพร้อมๆ กันทั้งชิ้นโดยไม่ให้ความร้อนจัดเกินไป ถ้าให้ความร้อนด้วยเปลวไฟควรเลือกใช้หัวทอร์ชเชื่อมที่มีเปลวไฟแผ่เป็นบริเวณกว้าง หรือใช้ 2 หัวพร้อมกันทั้ง 2 ด้าน

5) การเตรียมรอยต่อสำหรับการเล่นประสาน โดยทั่วไปนิยมใช้อยู่ 2 รอยต่อ คือ

- (1) รอยต่อชน (Butt Joint) ในการเล่นประสานจะเหมือนกับรอยต่อชนของงานเชื่อมแก๊สหรือไฟฟ้า
- (2) รอยต่อเกย (Lap Joint) สำหรับงานแผ่นและงานท่อซึ่งสามารถเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสได้ตามต้องการ จึงได้รอยเล่นประสานที่แข็งแรงกว่าแบบต่อชน



#### ลักษณะการออกแบบรอยต่อแบบต่าง ๆ ในงานเล่นประสาน

##### ข้อดีของการเล่นประสาน

1. ใช้ความร้อนในการเล่นประสานไม่สูงมาก
2. สามารถต่อโลหะชิ้นงานต่างชนิดกันได้
3. รอยต่อมีความแข็งแรง
4. โลหะชิ้นงานไม่มีการบิดตัวหรือบิดตัวน้อย
5. ใช้เวลาในการเล่นประสานน้อย โลหะติดกันได้รวดเร็ว

##### ข้อเสียของการเล่นประสาน

1. ไม่เหมาะกับการซ่อมแซมชิ้นงานที่ใช้ในอุณหภูมิที่สูงกว่า  $200^{\circ}\text{C}$
2. เนื้อเชื่อมและเนื้องานมีสีแตกต่างกัน
3. ที่อุณหภูมิประมาณ  $500^{\circ}\text{C}$  เนื้อเชื่อมจะไม่แข็งแรงขณะที่ชิ้นงานยังมีความแข็งแรงสูง

##### สรุป

การเล่นประสาน หรือการบัดกรีแข็ง เป็นกระบวนการต่อโลหะชิ้นงาน 2 ชิ้นให้ติดกันโดยใช้ลวดเชื่อมที่มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า  $450^{\circ}\text{C}$  แต่ต่ำกว่าโลหะชิ้นงาน และลวดเชื่อมที่หลอมเหลวนั้น ซึ่งถูกดูดเข้าไปในบริเวณรอยต่อด้วยแรงดูดโดยใช้ฟลักซ์เป็นตัวช่วยในการไหลของลวดเชื่อม โดยที่โลหะชิ้นงานจะเป็นประเภทเดียวกันหรือต่างประเภทก็ได้

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แบบทดสอบก่อนเรียน                                      | หน่วยที่ 3          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเล่นประสาน                                | สอนสัปดาห์ที่ 6     |
| ชื่อเรื่อง การเล่นประสาน                                                          |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

### คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- ข้อใดเป็นหลักการของการเล่นประสาน
  - โลหะงานหลอมละลาย
  - ลวดเติมไหลแทรกซึมเข้าไปในร่องรอยต่อ
  - อุณหภูมิการเล่นประสานต่ำกว่า  $425^{\circ}\text{C}$
  - ลวดเติมมีจุดหลอมสูงกว่าโลหะงาน
- ข้อใดคือข้อดีของการเล่นประสาน
  - ต่อโลหะชิ้นงานต่างชนิดกันไม่ได้
  - ใช้ความร้อนในการเล่นประสานสูงมาก
  - รอยต่อไม่แข็งแรง
  - รอยต่อมีความแข็งแรง
- ฟลักซ์ชนิดใดนำมาใช้สำหรับงานเล่นประสานเหล็กไร้สนิม
  - ฟลักซ์พิเศษ
  - ผงบอแรกซ์
  - แอลคาไลน์โบฟลูออไรด์
  - กรดบอริก
- ฟลักซ์การเล่นประสานมีลักษณะตามข้อใด
  - แข็ง
  - ผงแห้ง
  - ก๊าซ
  - ถูกทั้ง ก และ ข
- การเล่นประสานแผ่นเหล็กถ้าใช้เปลวไฟชนิดใด
  - เปลวคาร์บูไรซิง
  - เปลวกลาง
  - เปลวออกซิไดซิงอ่อน
  - เปลวออกซิไดซิง
- หน้าที่หลักของฟลักซ์สำหรับการเล่นประสานคือข้อใด
  - ป้องกันการกัดกร่อน
  - ทำให้ประหยัดลวดเล่นประสาน
  - กำจัดออกไซด์บาง ๆ บนผิวงาน
  - ป้องกันไม่ให้ความร้อนมาก
- ชิ้นงานใดต่อไปนี้ที่นิยมใช้การเล่นประสานรอยต่อ
  - ท่อแรงดัน
  - เครื่องประดับ
  - ชิ้นงานโครงสร้าง
  - ชิ้นงานเฟอร์นิเจอร์
- รอยต่อการเล่นประสานต้องเตรียมงานรอยต่อต่างจากการเชื่อมอื่น ๆ คือ
  - ต้องแข็งแรง
  - ต้องซ้อนกัน
  - ต้องบากมุม
  - ต้องสะอาด
- โลหะประสานต้องมีอุณหภูมิหลอมเหลวเป็นอย่างไร
  - สูงกว่าชิ้นงาน
  - เท่าชิ้นงาน
  - ต่ำกว่าชิ้นงาน
  - อยู่ที่การเลือกใช้
- รอยต่อที่นิยมใช้ในการเล่นประสานคือข้อใด
  - รอยต่อชนและรอยต่อขอบ
  - รอยต่อมุมและรอยต่อขอบ
  - รอยต่อชนและรอยต่อเกย
  - รอยต่อเกยและรอยต่อมุม

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แบบทดสอบหลังเรียน                                      | หน่วยที่ 3          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเล่นประสาน                                | สอนสัปดาห์ที่ 6     |
| ชื่อเรื่อง การเล่นประสาน                                                          |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

**คำชี้แจง** จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- ข้อใดเป็นหลักการของการเล่นประสาน
  - โลหะงานหลอมละลาย
  - ลวดเติมไหลแทรกซึมเข้าไปในร่องรอยต่อ
  - อุณหภูมิการเล่นประสานต่ำกว่า  $425^{\circ}\text{C}$
  - ลวดเติมมีจุดหลอมสูงกว่าโลหะงาน
- ข้อใดคือข้อดีของการเล่นประสาน
  - ต่อโลหะชิ้นงานต่างชนิดกันไม่ได้
  - ใช้ความร้อนในการเล่นประสานสูงมาก
  - รอยต่อไม่แข็งแรง
  - รอยต่อมีความแข็งแรง
- ฟลักซ์ชนิดใดนำมาใช้สำหรับงานเล่นประสานเหล็กไร้สนิม
  - ฟลักซ์พิเศษ
  - ผงบอแรกซ์
  - แอลคาไลน์โบฟลูออไรด์
  - กรดบอริก
- ฟลักซ์การเล่นประสานมีลักษณะตามข้อใด
  - แข็ง
  - ผงแห้ง
  - ก๊าซ
  - ถูกทั้ง ก และ ข
- การเล่นประสานแผ่นเหล็กกล้าใช้เปลวไฟชนิดใด
  - เปลวคาร์บูไรซิง
  - เปลวกลาง
  - เปลวออกซิไดซิงอ่อน
  - เปลวออกซิไดซิง
- หน้าที่หลักของฟลักซ์สำหรับการเล่นประสานคือข้อใด
  - ป้องกันการกัดกร่อน
  - ทำให้ประหยัดลวดเล่นประสาน
  - กำจัดออกไซด์บาง ๆ บนผิวงาน
  - ป้องกันไม่ให้ความร้อนมาก
- ชิ้นงานใดต่อไปนี้ที่นิยมใช้การเล่นประสานรอยต่อ
  - ท่อแรงดัน
  - เครื่องประดับ
  - ชิ้นงานโครงสร้าง
  - ชิ้นงานเฟอร์นิเจอร์
- รอยต่อการเล่นประสานต้องเตรียมงานรอยต่อต่างจากการเชื่อมอื่น ๆ คือ
  - ต้องแข็งแรง
  - ต้องซ้อนกัน
  - ต้องบากมุม
  - ต้องสะอาด
- โลหะประสานต้องมีอุณหภูมิหลอมเหลวเป็นอย่างไร
  - สูงกว่าชิ้นงาน
  - เท่าชิ้นงาน
  - ต่ำกว่าชิ้นงาน
  - อยู่ที่การเลือกใช้
- รอยต่อที่นิยมใช้ในการเล่นประสานคือข้อใด
  - รอยต่อชนและรอยต่อขอบ
  - รอยต่อมุมและรอยต่อขอบ
  - รอยต่อชนและรอยต่อเกย
  - รอยต่อเกยและรอยต่อมุม

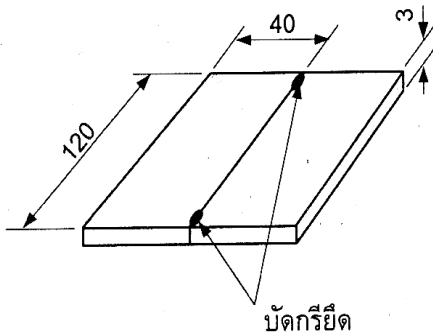
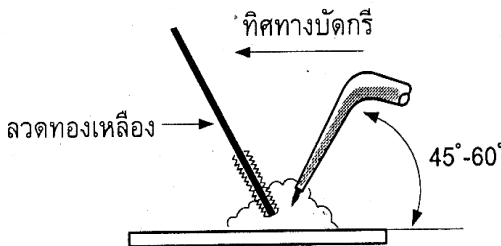
|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน                      | หน่วยที่ 3          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย การเล่นประสาน                                | สอนสัปดาห์ที่ 6     |
| ชื่อเรื่อง การเล่นประสาน                                                          |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

#### เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

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

#### เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                               | ใบงานที่ 3.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                            | หน่วยที่ 3          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                            | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ชื่อหน่วย การแผ่นประสาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                            | สอนสัปดาห์ที่ 6     |
| ชื่อเรื่อง การแผ่นประสาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                            | จำนวน 4 คาบ         |
| <div><div></div><div></div></div>                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
| ลวดประสาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | วัสดุ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ขนาดชิ้นงาน                                                                                                                                                                                                                                | จำนวน               |
| ทองเหลือง                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | แผ่นเหล็ก                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 40 x 120 x 3 มม.                                                                                                                                                                                                                           | 2 ชิ้น              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
| เครื่องมือและอุปกรณ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ขั้นตอนการทำงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | เทคนิค                                                                                                                                                                                                                                     |                     |
| 1.ชุดป้องกันอันตราย<br>1.1 เสื้อหนัง<br>1.2 ปลอกแขน<br>1.3 ถุงมือหนัง<br>1.4 แว่นตาเชื่อมแก๊ส<br>2.ชุดเชื่อมแก๊ส<br>2.1 ท่อแก๊สออกซิเจนและท่อแก๊สอะเซทิลีน<br>2.2 มาตรวัดความดัน<br>2.3 หัวเชื่อม สายเชื่อม หัวทิฟ<br>3.อุปกรณ์จุดเปลวไฟ<br>4.เครื่องมือทำความสะอาดหัวทิฟ<br>5.เหล็กขีด บรรทัดเหล็ก<br>6.คีมจับงานร้อน แปรงลวด | 1.จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อม<br>2.เตรียมชิ้นงานให้ได้ตามขนาดกำหนด<br>3.ทำความสะอาดชิ้นงาน<br>4.ร่างแบบโดยใช้เหล็กขีด<br>5.เปิดแก๊สจุดเปลวไฟเป็นเปลวนิวทรัล<br>6.ประสานยึดด้านละ 3 จุด<br>7.เผาชิ้นงานบริเวณรอยต่อให้ร้อน<br>8.เผาปลายลวดเชื่อมให้ร้อนแล้วนำไปจุ่มกับผงบอแรกซ์<br>9.ทำการแผ่นประสานโดยใช้เปลวไฟเผาที่ร่อนต่อนำปลายลวดประสานที่จุ่มฟลักซ์ไว้เข้าหลอมละลายตลอดแนว ปิดเปลวไฟ<br>9.เก็บเครื่องมืออุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ การฝึกปฏิบัติงาน | 1. เว้นช่องห่างระหว่างชิ้นงานประมาณ 0.2 มม. เพื่อให้ลวดเชื่อมประสานแผ่นเข้าไปได้ง่าย<br>2. วางชิ้นงานให้เกยทับกันประมาณ 9 มม. เพื่อให้แนวประสานมีความแข็งแรง<br>3. ให้ความร้อนกับชิ้นงานชิ้นล่างมากกว่าชิ้นบน เพราะจะเกิดการถ่ายเทความร้อน |                     |

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน  
ใบงานที่ 3.1

ชื่อ.....รหัสนักศึกษา.....วันที่ปฏิบัติงาน...../...../.....  
ระดับชั้น.....กลุ่ม.....แผนกวิชา.....

| ชื่อ | รายการ                                                | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ |
|------|-------------------------------------------------------|-----------|-------------|
| 1    | การเตรียมชิ้นงานและการเชื่อมยึดชิ้นงาน                | 2         |             |
| 2    | ความเรียบร้อยสม่ำเสมอของแนวประสาน                     | 1         |             |
| 3    | การซึมแน่นของลวดประสาน                                | 1         |             |
| 4    | ความแข็งแรงของแนวประสาน                               | 1         |             |
| 5    | ความสะอาดและสวยงาม                                    | 2         |             |
| 6    | การแต่งกายและการใช้เครื่องมือ                         | 1         |             |
| 7    | ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน                             | 1         |             |
| 8    | การให้ความร่วมมือในการทำความสะอาดพื้นที่การปฏิบัติงาน | 1         |             |
| รวม  |                                                       | 10        |             |

เกณฑ์การประเมิน ผู้เรียนต้องได้คะแนนจากการประเมินผลการปฏิบัติงานไม่น้อยกว่า 70% ผลการประเมิน

☐

ผ่านการประเมิน

☐

ไม่ผ่านการประเมิน

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

## บันทึกหลังการสอน

### 1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

### 3. แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....  
(.....)

ครูผู้สอน

|                                                                                   |                                                               |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | <b>แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4</b>                                 | <b>หน่วยที่ 4</b>   |
|                                                                                   | <b>ชื่อวิชา</b> งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | <b>ชื่อหน่วย</b> พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้า                        | สอนสัปดาห์ที่ 7     |
| <b>ชื่อเรื่อง</b> อุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า และ กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า                |                                                               | จำนวน 4 คาบ         |

### 1. สาระสำคัญ

การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การเชื่อมโลหะโดยวิธีการเชื่อม "อาร์ก" ความร้อนที่ใช้ในการเชื่อมเกิดจากประกายอาร์กระหว่างผิวหน้าชิ้นงานกับปลายลวดเชื่อม ลวดเชื่อมจะทำหน้าที่ ป้อนเนื้อโลหะให้แก่แนวเชื่อม พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้ามีเนื้อหาที่จะต้องศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับความปลอดภัย กรรมวิธีการเชื่อม หลักการเชื่อม เครื่องมืออุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

### 2. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย กรรมวิธีการเชื่อม หลักการเชื่อม เครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า
2. แสดงความรู้เกี่ยวกับลวดเชื่อม อุปกรณ์ป้องกันอันตราย เครื่องมือทำความสะอาด เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

### 3. สาระการเรียนรู้

1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า
2. เครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้า
3. หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

### 4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สามารถเรียนรู้หลักความปลอดภัยในการเชื่อมไฟฟ้าได้
2. สามารถอธิบายกรรมวิธีการเชื่อมไฟฟ้าได้
3. สามารถเรียนรู้หลักการเชื่อมไฟฟ้าได้
4. สามารถอธิบายเกี่ยวกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้
5. สามารถบอกอุปกรณ์ประกอบเครื่อง เชื่อมไฟฟ้าได้
6. สามารถเลือกลวดเชื่อมไฟฟ้าได้
7. สามารถใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายได้
8. สามารถเลือกใช้เครื่องมือทำความสะอาด
9. สามารถอธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆได้
10. สามารถติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
2. ทำใบงานที่ 4.1
3. สาธิตการถอดประกอบเครื่องเชื่อม

## ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยชักจูงโน้มน้าวจิตใจให้ผู้เรียนเห็นเป้าหมายในการเรียน
2. ชี้แจงแนวทางในการปฏิบัติตนเกี่ยวกับการเรียนการสอนการประเมินผลการเรียน และได้บรมคุณลักษณะที่พึงประสงค์ประจำหน่วย คือ เรื่อง ความมีวินัยโดยเฉพาะการแต่งกายและการตรงต่อเวลา
3. นักเรียนอ่านรับข้อฟังคำบรรยายคำอธิบายรายวิชา จัดบันทึก ชักถามข้อสงสัย รับฟังการอบรมคุณธรรมลักษณะที่พึงประสงค์เรื่องความมีวินัย

## 7. ขั้นสอน (ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย และถาม-ตอบ)

1. อาจารย์ดำเนินการสอนเกี่ยวกับ เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้า อธิบายลักษณะแบบของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า หน้าที่เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมไฟฟ้า และ ประกอบ ติดตั้ง ปรับ เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมไฟฟ้า
2. นักศึกษาร่วมแสดงความคิดเห็น โดยที่อาจารย์ใช้คำถามกระตุ้น

## 8. ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. อาจารย์สรุปเนื้อหาในบทเรียน
2. อาจารย์สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
3. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน

## 9. สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือเรียนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (20100-1004)
2. PowerPoint วีดีโอสาธิต เกมส์
3. สื่อการสอนของจริง

## 10. การวัดผลและการประเมินผล

1. ใบงานที่ 4.1
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

### เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 50 % ขึ้นไป
2. แบบประเมินผลการปฏิบัติงานเชื่อมงานเล่นประสานเหล็กกล้าต่อชน เกณฑ์ผ่าน 60 % ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม ค่านิยม และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมิน ตามสภาพจริง

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                              | หน่วยที่ 4          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้า                        | สอนสัปดาห์ที่ 8     |
| ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า และ กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า                       |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

## 1.กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า

### 1.1 ความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า

ความปลอดภัยในงานเชื่อมเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษาและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตราย ซึ่งจะนำความสูญเสียมาแก่ชีวิตและทรัพย์สินทั้งตนเองและผู้อื่น อันตรายที่เกิดขึ้นในงานเชื่อมไฟฟ้าได้แก่

#### 1.1.1 อันตรายที่เกิดอาการช็อกจากกระแสไฟฟ้า

อันตรายจากไฟฟ้าที่พบบ่อยคือไฟฟ้าดูดซึ่งมักเกิดขณะที่ช่างเชื่อมเปลี่ยนลวดเชื่อมใหม่จับวางชิ้นงานบนโต๊ะเชื่อม หรือเปลี่ยนท่าเชื่อม พื้นที่เชื่อมเปียกชื้น มือเท้าเปียกน้ำหรือมีเหงื่อมือ นอกจากนี้ยังเกิดจากร่างกายบางส่วนของช่างเชื่อมไปโดนสายไฟที่ฉนวนหุ้มชำรุด ทำให้ไฟฟ้าไหลเข้าสู่ร่างกายเกิดอันตรายต่อชีวิตได้

#### 1.1.2 อันตรายจากรังสีที่เกิดจากการอาร์ก

ในการทำงานเชื่อมจะเกิดรังสีพร้อมกับแสงที่มีความสว่างจ้ามากทำให้เกิดผลกระทบต่อผู้ที่ปฏิบัติงานเชื่อมหากไม่มีการป้องกันรังสีที่เกิดจากการเชื่อมจะเกิดพลังงานรังสีขึ้น 4 ระดับ รังสีที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่ามีความถี่อยู่ในช่วง 400-750 nm เมื่อถูกรังสีจะทำให้ตามัวและมีตไปพักหนึ่ง หากช่างเชื่อมปิดหน้ากากไม่ทัน หากใส่หน้ากากที่ไม่มีเลนส์ป้องกันที่เหมาะสมอาจทำให้ประสาทตากระคายเคืองและทำให้ตาบอดได้ หากเชื่อมด้วยรังสีเลเซอร์ก็จะทำให้ตาบอดได้ถ้าแสงเลเซอร์ไปกระทบตาเข้าไม่ว่าจะในช่วงระยะเวลาเล็กน้อยก็ตาม

1) รังสีอินฟราเรด (Infrared Rays) เป็นรังสีที่มีลักษณะเป็นแสงสีแดงเข้ม ถ้าเข้าสู่เนื้อมนุษย์จะทำให้เยื่อตาเกิดการอักเสบ และถ้าสะสมนาน ๆ เข้าจะมีผลทำให้เกิดเป็นต้อกระจก รังสีอินฟราเรดจะมีอันตรายร้ายแรงที่สุดเมื่อเทียบกับรังสีอื่น ๆ

2) รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet Rays) ถ้ามีความเข้มสูงจะมีผลทำให้เนื้อเยื่อเนื้อมนุษย์ตาและผิวหนังไหม้อย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลให้เป็นมะเร็งผิวหนัง ดังนั้น ช่างเชื่อมจึงต้องป้องกันใบหน้า แขน คอ และส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

3) รังสีเอ็กซ์ (X-Ray) จะเกิดจากการเชื่อมด้วยระบบอิเล็กตรอนบีม เพื่อป้องกันรังสีเอ็กซ์เรย์รั่วซึม จะต้องทำแผ่นป้องกันรังสีในห้องเชื่อม ผู้ปฏิบัติการจะต้องได้รับรังสีเอ็กซ์เรย์ไม่เกิน 5,000 milli-rem ต่อปีหรือ 100 milli-rem ต่อสัปดาห์ และในการรับรังสีเอ็กซ์เรย์ในอุตสาหกรรมจะต้องอยู่ในเกณฑ์ไม่เกิน 1/10 ครั้งของระดับปฏิบัติการอาชีพ

### 1.1.3 อันตรายจากการเผาไหม้

อันตรายจากการเผาไหม้ จะมีสาเหตุจากความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงานโดยตรงอาจมาจากเสื้อผ้าที่สวมใส่ หรืออุปกรณ์ป้องกันตัวอื่น เช่น หน้ากาก ถุงมือ เสื้อคลุมหนัง ส่วนใหญ่แล้ว การถูกเผาไหม้ จะมาจากความร้อนของรังสีที่เกิดจากเปลวอาร์ก ขณะทำการเชื่อมหรือสัมผัสกับชิ้นงานเชื่อมซึ่งมีความร้อนสูง มีวัสดุที่ติดไฟได้ง่ายอยู่ในรัศมีของการกระเด็นของประกายไฟ ทั้งนี้วัสดุที่สามารถติดไฟได้ง่าย แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

- 1) สารที่เป็นของเหลว เช่น น้ำมันก๊าด น้ำมันเครื่อง น้ำมันสน ทินเนอร์ และสีเป็นต้น
- 2) วัสดุที่เป็นของแข็ง เช่น กระดาษ ยาง ไม้แห้ง ผ้า เป็นต้น
- 3) วัสดุที่เป็นแก๊ส เช่น แก๊สหุงต้ม แก๊สอะเซทิลีน แก๊สไฮโดรเจน และแอมโมเนีย เป็นต้น

1.1.4 อันตรายที่แฝงอยู่ในระบบการเชื่อม อันตรายที่แฝงอยู่ในระบบนี้ก็คือ คิว้น ผุ่นและแก๊สพิษที่เกิดจากปฏิกิริยาการเชื่อมพื้นฐานของกลุ่มคิว้นและแก๊สเหล่านี้ ซึ่งจะเกิดผลกระทบจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนี้

1) คิว้นและผุ่นเชื่อม เป็นส่วนที่มีขนาดเล็ก ในระดับจุลภาคที่ติดเข้าไปกับลมหายใจและสะสมอยู่ในช่องว่างของปอดจนกระทั่งปอดอักเสบ จนถึงขั้นเป็นมะเร็งในปอด อาการไข้ที่เกิดจากคิว้นของโลหะเป็นอันตรายสูงสุดอันหนึ่งในงานเชื่อม ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบไอซ์ของโลหะประเภทต่าง ๆ เช่น สังกะสี ออกไซด์สำหรับเคลือบผิวโลหะ สารแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF<sub>2</sub>) ซึ่งเกิดจากสารพอกหุ้มแกนลวดเชื่อมที่เป็นต่าง (Basic Coated Lime-Fluoride or Low-Hydrogen) ไม่สลายตัวในสภาวะปกติ มีความละเอียดอ่อน แต่มีปฏิกิริยาสูงเมื่อผสมกับบรรยากาศที่มีความชื้น จะทำให้เกิดกรดไฮโดรฟลูออริก (HF) สูงมากหากเข้าสู่ระบบการหายใจและละลายในร่างกายมีปริมาณที่พอเหมาะจะเกิดอาการเจ็บป่วยได้เร็วมาก

2) แก๊ส อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการปฏิบัติงานเชื่อม โดยทั่วไปจะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน และ ออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่งจะก่อให้เกิดอันตราย ดังนี้

- (1) ก่อให้เกิดการอักเสบที่ปอด (Inflammation of the Lung)
- (2) น้ำท่วมปอด (Pulmonary Edema) ปอดบวมและมีน้ำสะสม
- (3) สูญเสียการยืดหยุ่นของปอด (Emphysema)
- (4) หลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic Bronchitis)

### ข้อควรปฏิบัติในการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า

1. ก่อนเชื่อมต้องเตรียมเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในงานเชื่อมก่อน เช่น คีมจับงานร้อน ค้อนเคาะ-สแลก แปรงลวด และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อม เช่น ถุงมือ เสื้อหนัง ปลอกแขน หน้ากากพร้อมเลนส์ป้องกันแสง และภายในห้องต้องมีม่านป้องกันแสงมีท่อดูดควันที่ใช้งานได้

2. เมื่อมีการลดหรือเพิ่มกระแสไฟฟ้าควรหยุดเชื่อมก่อน

3. ไม่ควรนำทางเดินไฟไว้ในรองเท้า หรือสวมนาฬิกาขณะเชื่อม เพราะสะเก็ดเชื่อมอาจจะกระเด็นเข้าไปในรองเท้า หรือติดอยู่ที่นาฬิกาทำให้เกิดอันตรายได้

4. ต้องสวมแว่นนิรภัยทุกครั้งที่เคยสแลกหรือสกัดเศษโลหะ

5. เก็บวัสดุที่ติดไฟง่ายให้ห่างจากบริเวณเชื่อม อย่าเชื่อมชิ้นงานใกล้ถังน้ำมันเชื้อเพลิงเพราะสะเก็ดไฟอาจจะกระเด็นไปถูกถังและลุกไหม้ได้

6. อย่าจับชิ้นงานด้วยมือเปล่า ควรใช้คีมจับงานร้อน
7. หากเชื่อมงานเหนือศีรษะควรสวมหมวกป้องกันความร้อนจากชิ้นงานอาจถูกไหม้ติดศีรษะได้
8. ควรมีถังดับเพลิงให้พร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา
9. ต้องปิดสวิทช์หรือถอดปลั๊กก่อนซ่อมหรือปรับเครื่องเชื่อมทุกครั้ง เพื่อป้องกันไฟดูด
10. ห้ามเชื่อมชิ้นงานใกล้ถังน้ำมันหรือวัตถุไวไฟ เพราะอาจเกิดการระเบิดได้
11. อย่าจับลวดเชื่อมที่ไม่มีฉนวนหุ้มสัมผัสกับสายดินหรือชิ้นงานเชื่อมในขณะที่เครื่องเชื่อมยังเปิดใช้งานอยู่
12. หากจำเป็นต้องเชื่อมงานในสถานที่สูง ๆ ควรใช้เข็มขัดนิรภัยทุกครั้ง
13. การทำงานเชื่อมในห้องทำงานเล็ก ๆ ต้องมีอากาศถ่ายเทเข้าออกได้ตลอดเวลา ห้ามใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์เต็มเข้าไปในห้องเพราะหากออกซิเจนมากเกินไปอาจทำให้ถูกติดไฟทำให้เกิดไฟไหม้หรือระเบิดได้
14. ช่างเชื่อมต้องสวมหน้ากากเชื่อมทุกครั้งก่อนปฏิบัติการเชื่อมงาน และควรมีหน้ากากป้องกันควันพิษและอุปกรณ์ช่วยหายใจสำหรับการเชื่อมในสถานที่หรือโลหะน่าจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากเป็นพิเศษ เช่น โลหะพวกสังกะสี ทองเหลือง ตะกั่ว แผ่นเหล็กอาบสังกะสี ล้วนแต่เป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย
15. เมื่อลวดเชื่อมเก่าหมดหากต้องการเปลี่ยนใหม่ไม่ควรใช้มือเปล่าจับลวดใส่หัวจับเพราะอาจถูกไฟฟ้าช็อตได้ ควรวางลวดเชื่อมในที่ใกล้เคียง และสะดวกในการใช้หัวเชื่อมจับลวดเชื่อมหรือใช้ถุงมือช่วยในการจับ
16. เครื่องเชื่อมที่ต่อสายไฟเมนเข้าเครื่องต้องต่อสายดินจากตัวโครงเครื่องลงดินเพื่อป้องกันกระแสไฟรั่ว ซึ่งอาจจะช็อตผู้ที่สัมผัสได้
17. ขณะเชื่อมห้ามหยอกล้อกัน และระมัดระวังไม่ให้ปลายของลวดเชื่อมไปถูกเพื่อน
18. บริเวณงานที่เชื่อมควรมีฉากป้องกันแสงอาร์ค เพื่อมิให้รบกวนบุคคลอื่น
19. ตรวจสอบอุปกรณ์เชื่อมไฟฟ้า ว่าได้ต่อสายดินหรือไม่ หากชำรุดต้องแจ้งให้ครูทราบ เพื่อทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ ไม่ควรซ่อมเองโดยไม่ได้รับอนุญาตและคำแนะนำจากครู
20. ไม่ควรสวมถุงมือหรือเสื้อผ้าที่เปื้อนน้ำมันหรือวัสดุที่ติดไฟง่าย
21. การป้องกันดวงตาจะใช้หน้ากากเพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอ ควรจะสวมแว่นตาป้องกันอีกชั้นหนึ่ง
22. ห้ามทำการเชื่อมวัสดุที่ปิดผนึกโดยไม่ทราบว่าข้างในเป็นวัตถุชนิดใด



อุปกรณ์ดูดควันในงานเชื่อม



ลักษณะของพื้นที่ฝึกปฏิบัติงานเชื่อมที่เหมาะสม

## การปฐมพยาบาลเบื้องต้น

เมื่อผู้เรียนได้ทราบเกี่ยวกับความปลอดภัย และวิธีการป้องกันอันตรายเบื้องต้นแล้ว สิ่งที่ต้องรู้และนำไปปฏิบัติหากเกิดเหตุที่คาดไม่ถึงในการปฏิบัติงาน ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้จักการปฐมพยาบาล เบื้องต้น เพื่อให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ปฏิบัติงานที่บาดเจ็บ โดยใช้อุปกรณ์เท่าที่จะหาได้ในขณะนั้น ก่อนที่ผู้บาดเจ็บจะได้รับการดูแลรักษาจากบุคลากรทางการแพทย์ หรือส่งต่อไปยังโรงพยาบาลต่อไป

## การปฐมพยาบาลมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ

1. เพื่อช่วยชีวิตผู้บาดเจ็บ
2. เพื่อเป็นการลดความรุนแรงของการบาดเจ็บหรือการเจ็บป่วย
3. เพื่อทำให้บรรเทาความเจ็บปวดทรมาน และช่วยให้กลับสู่สภาพเดิมโดยเร็ว
4. เพื่อป้องกันความพิการที่จะเกิดขึ้นตามมาภายหลังการปฐมพยาบาลแบบต่าง ๆ

## การปฐมพยาบาลมีหลักการเบื้องต้นดังนี้

1. เมื่อถูกไฟฟ้าช็อตหรือดูด อันดับแรก ตัดการทำงานของกระแสไฟตั้งแต่ว่าเสียออกใช้ไม้แห้ง เชือก แยกตัวผู้ถูกไฟฟ้าดูดออกจากเครื่องใช้ไฟฟ้า จากนั้นเชยตัวผู้ป่วยดูว่ายังมีสติอยู่หรือไม่ และจับตัวให้นอนหงายราบบนพื้นแข็ง ถ้าหากหยุดหายใจต้องเป่าปาก สลับกับการนวดหัวใจ จับชีพจรจะต้องทำการปฐมพยาบาลตามขั้นตอนดังกล่าวตลอดเวลาจนกระทั่งถึงมือแพทย์
2. เมื่อได้รับอันตรายจากไฟไหม้ผิวหนัง ให้ล้างด้วยน้ำสะอาดที่อุณหภูมิปกติ ซึ่งเชื่อว่าจะมีผลช่วยลดการหลังสารที่ทำให้เกิดอาการปวดบริเวณบาดแผลได้ หลังจากนั้นซับด้วยผ้าแห้งสะอาดแล้วสังเกตว่าถ้าผิวหนังมีรอยถลอก มีตุ่มพองใส หรือมีสีของผิวหนังเปลี่ยนไป ควรรีบไปพบแพทย์
3. เมื่อได้รับอันตรายจากสารเคมีที่ผิวหนัง ให้ล้างผิวหนังในบริเวณที่ถูกสารเคมี โดยใช้น้ำสะอาดล้างให้มากที่สุด เพื่อให้เจือจางและ ชั้บออก ถ้าสารเคมีกรดเสื่อผ้าให้รีบถอดเสื่อผ้าออกก่อน ห้ามใช้สารแก้พิษใด ๆ เทลงไปในผิวหนัง เพราะอาจเกิดความร้อนจากปฏิกิริยาเคมีทำให้แผลกว้างและเจ็บมากขึ้น
4. เมื่อน้ำกรดโดนผิวหนัง ให้ใช้กระดาษหรือผ้าซับบริเวณที่ถูกน้ำกรด ห้ามเช็ดหรือถู เพราะจะทำให้บาดแผลติดเชื้อได้ ล้างด้วยน้ำสะอาดหรือของเหลว (น้ำอัดลมหรือน้ำหวานก็ได้) ประมาณ 15 นาที อย่างต่อเนื่อง นำผ้าสะอาดปิดบริเวณแผล เพื่อป้องกันการติดเชื้อ แล้วจึงพบแพทย์ทันที
5. เมื่อเศษวัตถุเข้าตาห้ามขยี้ตา รีบลืมตาในน้ำสะอาด และกลอกตาไปมาหรือเทน้ำให้ไหลผ่านตาที่ถ่างหนึ่งตาไว้ ถ้ายังไม่ออก ให้คนช่วยใช้มุมผ้าเช็ดหน้าที่สะอาดเช็ดผองออกถ้าไม่ออก ควรรีบไปพบแพทย์
6. เมื่อถูกของมีคมบาดเกิดบาดแผล (เลือดออกไม่มาก) ให้บีบให้เลือดชะเอาสิ่งสกปรกออกมาบ้าง ถ้ามีฝุ่นผงหรือสกปรก ต้องล้างออกด้วยน้ำสุกกับสบู่ ใส่ทิชเชอร์ใส่แผลสด พันรัดให้ขอบแผลติดกันควรทำความสะอาดแผล และเปลี่ยนผ้าก๊อชวันละ 1 ครั้ง จนกว่าแผลจะหาย
7. เมื่อปฏิบัติงานเชื่อมในที่มืดอากาศถ่ายเทไม่สะดวก เกิดอาการหมดสติ ปฐมพยาบาลโดยให้นอนหงายลงกับพื้น (ศีรษะไม่หนุนหมอน) แขนขาเหยียด ใช้หมอนหรือสิ่งอื่นรองขา และเท้าให้สูงกว่าลำตัว คลายเสื่อผ้าให้หลวมออก เอาฟันทอมและของในปากออก พัดโบกลมให้ถูกหน้าและลำตัว ห้ามคนมุงดู ให้ดมยาตาม ใช้ผ้าชุบน้ำเย็นหรือน้ำอุ่นเช็ดหน้า และบีบนิ้วแขนขาถ้าไม่ดีขึ้นให้นำส่งแพทย์
8. เมื่อได้รับอันตรายจากสารเคมีในการสูดดม ให้ย้ายผู้ได้รับสารเคมีนั้นออกจากบรรยากาศของสารเคมี ไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ช่วยผายปอด หรือกระตุ้นการหายใจด้วยยาตามฉุน ๆ

9.กรณีที่แขนหัก หรือกระดูกปลายแขนหัก เนื่องจากถูกวัตถุมีน้ำหนักหล่นทับขณะปฏิบัติงานให้ใช้ผ้าสามเหลี่ยม (Triangular bandages) หากมีบาดแผลต้องใช้ผ้าพันแผล โดยพันเก็บมุมให้เรียบร้อย และก่อนพันแผลต้องพันผ้าสามเหลี่ยมให้มีขนาดเหมาะสมกับบาดแผลและอวัยวะ

## 1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อมไฟฟ้า

### 1.2.1 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า พิจารณาตามลักษณะต้นกำลังการผลิตแบ่งได้

1) เครื่องเชื่อมไฟฟ้าชนิดกระแสตรง แบ่งออกเป็นแบบเจนเนอเรเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จะใช้กับโรงงาน และขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ เหมาะสำหรับงานสนามใช้งานนอกสถานที่



เครื่องเชื่อมขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์



เครื่องเชื่อมแบบขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์

2) เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นที่นิยม ใช้กันทั่วไป ราคาถูก น้ำหนักเบา และมีขนาดเล็ก ซึ่งเครื่องเชื่อมชนิดนี้จะผลิตเฉพาะกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) เท่านั้น หลักการทำงานคือการนำกระแสไฟที่มีแรงเคลื่อนสูงป้อนเข้าขดลวดปฐมภูมิ และจ่ายออกทางขดลวดทุติยภูมิ เป็นแรงเคลื่อนต่ำกระแสสูง เพื่อให้เหมาะสมกับการเชื่อมโลหะ สำหรับการปรับกระแสเชื่อมของเครื่องเชื่อมชนิดนี้ทำได้หลายวิธีด้วยกัน



เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับ

3) เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง-เรียงกระแส จะผลิตเฉพาะกระแสสลับเท่านั้น ซึ่งให้ผลดีกับการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมบางชนิดเท่านั้นแต่ลวดเชื่อมอีกหลายชนิดจำเป็นต้องเชื่อมด้วยกระแสไฟตรงเท่านั้น เมื่อต้องการใช้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ ก็สามารถทำได้ โดยมีสวิตช์เลือก และยังสามารถเปลี่ยนเป็นกระแสไฟตรงลวดเชื่อมต่อขั้วลบหรือกระแสไฟตรงลวดเชื่อมต่อขั้วบวกได้อีกด้วย



### เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง-เรียงกระแส

4) เครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์ เครื่องเชื่อมชนิดนี้มีน้ำหนักเบาเหมาะสำหรับพกพาเคลื่อนย้ายบ่อย ๆ ให้ประสิทธิภาพของพลังงานสูง เนื่องจากการสูญเสียพลังงานในการเชื่อมน้อยเมื่เทียบกับเครื่องเชื่อมชนิดอื่น ๆ และให้การอาร์กสม่ำเสมอ หลักการทำงานของเครื่องนี้คือแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟกระแสดตรง แล้วเปลี่ยนความถี่จาก 50 เฮิร์ตซ์ ให้อยู่ระหว่าง 2-20 กิโลเฮิร์ตซ์ เป็นกระแสสลับ เมื่อกระแสสลับที่มีความถี่สูงผ่านหม้อแปลงแล้ว ต่อไปเรียงกระแสให้เป็นกระแสดตรงและทำให้เรียบ เครื่องเชื่อมอินเวอร์เตอร์มีทั้งชนิดไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ



### ลักษณะเครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์

#### ข้อดีของเครื่องเชื่อมชนิดนี้มีดังนี้

1. สามารถใช้เชื่อมได้ทั้งงานที่เป็นเหล็กและโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก
2. สามารถใช้ได้กับไฟ 3 เฟส เพื่อเป็นการลดปัญหาของความไม่สมดุลในสายไฟ
3. ไม่มีเสียงดังขณะเชื่อม
4. สมรรถนะสูงกว่าเครื่องเชื่อมแบบเจนเนอเรเตอร์
5. สามารถผลิตกระแสเชื่อมได้ทั้งชนิดกระแสดตรงและกระแสสลับ

#### การเลือกเครื่องเชื่อม

การเลือกเครื่องเชื่อมมีหลักการและข้อมูลที่จะใช้พิจารณา ดังนี้

1. ขนาดของกระแสเชื่อมที่ต้องการในการเชื่อม
2. ชนิดของกระแสไฟฟ้าที่สามารถจัดหาได้ในสถานที่ตั้ง
3. ความสะดวกสบาย และประหยัด
4. รอบทำงานของเครื่องเชื่อม
5. ขนาดกระแสเชื่อม
6. แรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องเชื่อม
7. จำนวนเฟสไฟฟ้าป้อนเข้าเครื่องเชื่อม

**1.2.2 หัวจับลวดเชื่อม** หรือที่เรียกว่า “หัวเชื่อม” เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับจับยึดลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ โดยที่ปากหนีบลวดเชื่อมจะบากและมีร่องเพื่อสะดวกในการใช้งานมีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกันแล้วแต่ผู้ผลิต แต่สิ่งที่สำคัญต้องไม่หนักจนเกินไป ไม่ร้อนเร็ว และเป็นอุปกรณ์ที่มีฉนวนกันไฟฟ้า สามารถจับและปล่อยลวดเชื่อมได้สะดวกโดยใช้สปริงเป็นตัวช่วยกดลวดเชื่อม



**แสดงลักษณะหัวจับลวดเชื่อม**

**1.2.3 หัวจับสายดิน** ทำหน้าที่จับชิ้นงานเพื่อให้กระแสไฟครบวงจร โดยที่จับสายดินนี้จะทำด้วยวัสดุตัวนำไฟฟ้าเพื่อเป็นทางให้กระแสไฟเชื่อมไหลผ่านจากสายดินสู่ชิ้นงานเชื่อม ถ้าหัวจับสายดินชำรุดหรือการจับไม่แน่นนอน จะทำให้การอาร์กไม่สะดวก อาร์กยากและสายเชื่อมจะร้อนเร็วอาจเสียหายได้ มีข้อควรระวังคือต้องไม่อาร์กที่หัวจับสายดิน จะทำให้สปริงที่หัวจับสายดินขาดได้



**หัวจับสายดิน**

**1.2.4 สายเชื่อม** จะมีลักษณะเหมือนสายไฟ ด้านนอกมีฉนวนหุ้มโดยรอบ ภายในประกอบด้วยลวดทองแดงเล็ก ๆ จำนวนมากพันกันเป็นเกลียวมีลักษณะอ่อนตัวได้ดี ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของกระแสไฟที่ผลิตจากเครื่องเชื่อมไปยังบริเวณการอาร์ก สายเชื่อมจะต่อกับหัวจับลวดเชื่อมและหัวจับสายดิน สายเชื่อมไฟฟ้ามีหลายขนาด ต้องเลือกให้เหมาะสมกับกระแสไฟเชื่อมและความยาวของสายเชื่อม ถ้าสายเล็กเกินไปจะทำให้เกิดแรงดันตก และยังทำให้เกิดความร้อนและสูญเสียพลังงานทำให้อายุการใช้งานของสายเชื่อมสั้นลง

**1.2.5 หน้ากากเชื่อม** เป็นอุปกรณ์ป้องกันดวงตาและใบหน้าจากรังสีอัลตราไวโอเลต และรังสีอินฟราเรด ที่เกิดจากการอาร์กของลวดเชื่อมกับชิ้นงาน สามารถทำให้ผู้ปฏิบัติงานมองเห็นชิ้นงานได้อย่างชัดเจน ช่วยให้ควบคุมบ่อหลอมละลายได้ดีเมื่อมองผ่านกระจกกรองแสงที่มีความเข้มในการกรองแสงเบอร์ 10-14 โดยหน้ากากเชื่อมมีรูปร่างและแบบที่แตกต่างกันออกไป แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1) หน้ากากแบบมือถือ (Hand Shield) จะช่วยป้องกันหน้าและมือ โดยมีข้างหนึ่งต้องใช้จับ  
หน้ากาก เหมาะสำหรับการงานเชื่อมบนพื้นราบ

2) หน้ากากแบบสวมหัว (Head Helmet) จะช่วยป้องกันบริเวณหัวและตา ช่วยให้มือเป็น  
อิสระเหมาะสำหรับเชื่อมในที่สูง เช่น โครงหลังคา  
โครงสร้างหน้ากากทั้ง 2 แบบต้องทำจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบา และทนความร้อนสูงได้ดี



ลักษณะหน้ากากเชื่อมแบบมือถือ (Hand Shield)



ลักษณะหน้ากากเชื่อมแบบสวม (Head Helmet)

1.2.6 แปรงลวด เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทำความสะอาดแนวเชื่อม แปรงลวดเป็นแปรงด้ามไม้ ขน  
แปรงทำด้วยเหล็กแข็งที่เป็นสปริงพอคว เมื่อใช้แปรงแล้วจะได้ไม่หักงอหรือเสียรูป



ลักษณะแปรงลวด

**1.2.7 ค้อนเคาะสแลก** มีลักษณะเป็นเหล็กคาร์บอนชุบแข็งเพื่อทนต่อการกระแทกเหมาะสำหรับเคาะสแลกเปิดออกจากแนวเชื่อมหรือเมตโลหะทั่ว ๆ ไป และยังสามารเคาะสแลกที่ฝังตัวอยู่ในแนวเชื่อมหรือสแลกฝังในได้ดี



**ลักษณะค้อนเคาะสแลก**

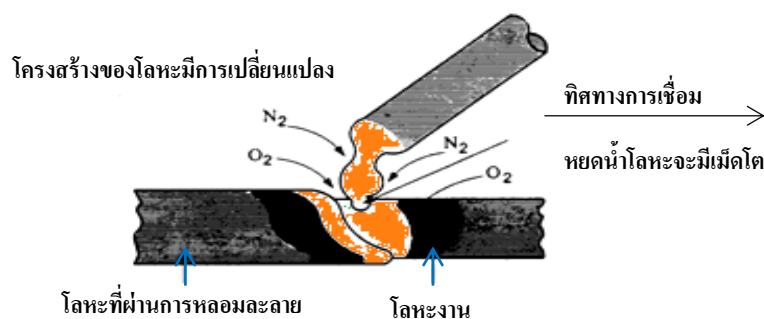
**1.2.8 คีมจับงานร้อน** เป็นอุปกรณ์ที่มีความแข็งแรงสำหรับจับชิ้นงานร้อน ๆ ที่เชื่อมเสร็จใหม่ ๆ เพื่อตรวจสอบและนำไปเคาะสแลกเพื่อทำความสะอาดต่อไป



**ลักษณะคีมจับงานร้อน**

**1.2.9 ลวดเชื่อมไฟฟ้า** ทำหน้าที่เป็นตัวอาร์กกับโลหะ ทำให้เกิดความร้อนสูงจนกระทั่งโลหะงานหลอมละลาย ขณะเดียวกันมันก็จะหลอมละลายด้วย และจะเติมลงบนเนื้อโลหะงานเมื่อเย็นตัวลงจะแข็งตัวกลายเป็นแนวเชื่อม ลวดเชื่อมโลหะแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1) ลวดเชื่อมเปลือย (Bare Electrode) เป็นลวดเชื่อมแบบเก่าลักษณะเป็นแกนเหล็กไม่มีฟลักซ์หุ้มแนวเชื่อมที่ได้จะมีความแข็งแรงน้อย คุณภาพต่ำ เนื่องจากไนโตรเจนและออกซิเจนในอากาศมีโอกาสเข้าไปรวมตัวกับแนวเชื่อมได้ และน้ำโลหะที่หยดลงจะมีรูปร่างเป็นเม็ดขนาดใหญ่

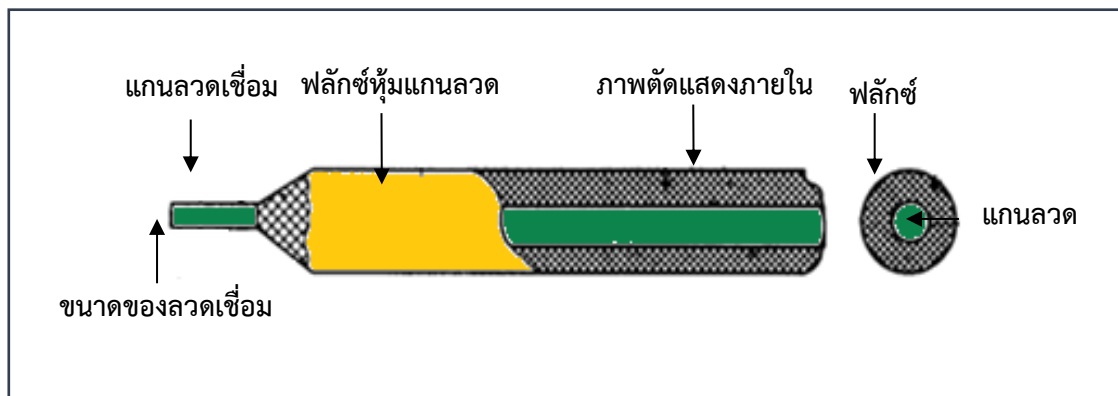


**แสดงการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมเปลือย**

ที่มา : นริศ ศรีเมฆและคณะ. 2556. : 153

**หมายเหตุ** ไนโตรเจนที่เข้ารวมตัวกับแนวเชื่อม เมื่อแนวเชื่อมเย็นตัวลงจะเป็นผลทำให้มีความเปราะ ความเหนียวของแนวเชื่อมจะน้อยกว่าโลหะงาน ทนต่อการกัดกร่อนได้เล็กน้อย

2) ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ( Flux Covered Electrode ) มี 2 แบบคือหุ้มฟลักซ์แบบบาง และหุ้มฟลักซ์แบบหนา จะมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ 1.แกนลวด มีหน้าที่สำคัญสองอย่าง คือ เป็นขั้วไฟฟ้า และเป็นโลหะเติมลงในบ่อหลอมละลายกลายเป็นแนวเชื่อม 2.ฟลักซ์ (Flux)ประกอบด้วยแร่ธาตุหลายชนิด เช่น โยแร่เฟลด์สปาร์ (Feldspar) ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide) ไมกา (Mica) แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) แมกนีเซียมคาร์บอเนต (Magnesium Carbonate) และอะลูมินา ส่วนวัสดุที่ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไฮเดรต (Carbon Hydrates) มีกระดาษ ฝ้าย ขี้เลื่อย เซลลูโลส (Cellulose)



แสดงโครงสร้างของลวดเชื่อม

### หน้าที่ของฟลักซ์

ฟลักซ์ที่หุ้มแกนลวด เมื่อหลอมละลายจากการอาร์กจะทำหน้าที่ ดังนี้

1. ช่วยให้เกิดระบบการอาร์กที่ดี
2. กลายเป็นสแลกปกคลุมแนวเชื่อม มีประโยชน์ คือ
  - 2.1 ป้องกันออกซิเจนในอากาศเข้าไปรวมตัวกับแนวเชื่อม
  - 2.2 ให้แนวเชื่อมเย็นตัวลงอย่างช้า ๆ
  - 2.3 ดึงสิ่งสกปรกในบ่อหลอมละลายขึ้นมารวมตัวกันเป็นสแลก
3. สร้างแก๊สป้องกันบ่อหลอมละลาย
4. เติมธาตุที่ต้องการลงในแนวเชื่อมทำให้แนวเชื่อมมีคุณสมบัติตามต้องการ

### คุณสมบัติของฟลักซ์ที่ดี

1. มีความถ่วงจำเพาะต่ำ เพื่อให้สามารถลอยตัวขึ้นมาจากน้ำโลหะเหลวได้
2. มีอุณหภูมิในการหลอมละลายต่ำเมื่อเกิดการอาร์ก
3. เมื่อหลอมละลายจะเกิดกลุ่มควันเป็นแก๊สชนิดหนึ่งเพื่อป้องกันและขับไล่แก๊สจากภายนอกไม่ให้เข้าไปทำให้เกิดผลเสียต่อแนวเชื่อม
4. ไม่แตกหรือหลุดจากแกนลวดได้ง่าย

## มาตรฐานของลวดเชื่อม (Standard of Electrode)

การผลิตลวดเชื่อมใช้ในงานการอุตสาหกรรม จำเป็นต้องควบคุมคุณภาพให้ได้ตามบริษัท หรือประเทศผู้ผลิต แต่ละประเทศก็มีการผลิตลวดเชื่อมต่างก็มีมาตรฐานของตนเอง ดังเช่น

ISO เป็นมาตรฐานสากล ย่อมาจาก International Standard Organization

AWS เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับการเชื่อมของอเมริกา ซึ่งนิยมใช้กันมานาน มาจากคำว่า American Welding Society

ASTM เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับการทดสอบวัสดุต่าง ๆ ของอเมริกา AWS และ ASTM จะใช้มาตรฐานเดียวกัน

DIN เป็นมาตรฐานของเยอรมัน ย่อมาจากคำว่า Deutsch Industrial Norms

JIS เป็นมาตรฐานของญี่ปุ่น ย่อมาจากคำว่า Japanese Industrial Standard

มอก. หรือ TIS เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ของไทย ย่อมาจากคำว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือ Thai Industrial Standard

## การเก็บรักษาลวดเชื่อม

### การอบไล่ความชื้น (Drying)

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์หากเก็บไว้นานเมื่อนำมาใช้อาจมีความชื้น ซึ่งมีวิธีในการเก็บรักษาลวดเชื่อม คือ การอบไล่ความชื้น ซึ่งจะต้องระมัดระวังในเรื่องอุณหภูมิ เวลา และจำนวนครั้งที่อบแห้ง หากใช้อุณหภูมิสูงเกินไปธาตุที่ผสมอยู่ในฟลักซ์สลายตัวออกไปได้เป็นผลให้เกิดโพรงอากาศในแนวเชื่อม หรือความแข็งแรงด้านแรงดึงและความเหนียวลดลง ลวดเชื่อมที่เก็บมาเป็นเวลานานควรนำมาใช้ก่อน

**1.2.10 ชุดอุปกรณ์ป้องกันร่างกาย** การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าจะมีเมตโลหะกระเด็นอยู่ตลอดเวลา เสื้อผ้าธรรมดาไม่สามารถป้องกันเมตโลหะเหล่านี้ได้ จำเป็นต้องมีชุดอุปกรณ์ป้องกันร่างกาย ซึ่งประกอบด้วยถุงมือหนัง เสื้อหนัง ปกอกแขน ปกอกขา รองเท้าหุ้มเหล็ก แว่นตานิรภัย ฯลฯ



ชุดอุปกรณ์ป้องกันร่างกายในการเชื่อมไฟฟ้า

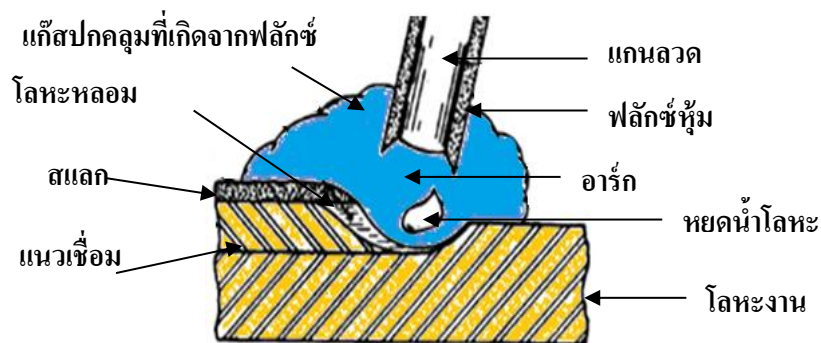
### 1.3 หลักการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

การเชื่อมไฟฟ้า เป็นการเชื่อมโลหะใช้สำหรับเชื่อมซ่อมแซมชิ้นส่วนโลหะที่ชำรุดหรือประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน ปัจจุบันเทคโนโลยีการเชื่อมได้พัฒนาไปมากมีการปรับปรุงทั้งด้านกลวิธีการเชื่อมและคุณภาพของรอยเชื่อม มีการคิดค้นขบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่แปลกใหม่มากมาย อาทิเช่น การเชื่อมแบบมิก การเชื่อมแบบทิก การเชื่อมแบบใต้ฟลักซ์ การเชื่อมแบบพลาสมา และอื่น ๆ

#### ความหมายของการเชื่อมโลหะ

การเชื่อมโลหะ (Welding) หมายถึง ขบวนการที่ใช้ในการต่อโลหะให้ติดกันโดยการให้ความร้อนบริเวณเชื่อมจนโลหะหลอมละลายประสานเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เนื้อของโลหะที่นำมาเชื่อมต่อประสานกันโดยตรงหรืออาจจะใช้ลวดเชื่อม (Filler Rod) เติมก็ได้

การเชื่อมไฟฟ้าที่จะกล่าวต่อไปคือ การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์หรือเรียกว่า การเชื่อมด้วยลวดเชื่อม ซึ่งเป็นขบวนการเชื่อมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากต้นทุนต่ำ งานที่เชื่อมด้วยวิธีนี้ได้แก่ ท่อส่งน้ำมัน ท่อส่งแก๊ส งานโครงสร้าง เป็นต้น การเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ คือกรรมวิธีการต่อโลหะให้ติดกันซึ่งได้รับความร้อนจากการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode) กับชิ้นงาน ความร้อนที่เกิดจากการอาร์กสูงประมาณ  $5,000^{\circ}\text{C}$  เพื่อหลอมละลายโลหะให้ติดกันโดยโลหะแกนลวดเชื่อมทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้า และละลายเป็นเนื้อโลหะเชื่อม ส่วนฟลักซ์ที่หุ้มลวดเชื่อมจะได้รับความร้อนและหลอมละลายปกคลุมรอยเชื่อมเอาไว้ เพื่อป้องกันอากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยากับรอยเชื่อม พร้อมทั้งช่วยลดอัตราการเย็นตัวของรอยเชื่อมอีกด้วย เมื่อเย็นตัวแล้วฟลักซ์จะแข็งและเปราะเหมือนแก้วเรียกว่า สแลก (Slag)



การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

#### วงจรพื้นฐานของการเชื่อมอาร์กลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

วงจรพื้นฐานของการเชื่อมอาร์กลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ได้แก่ เครื่องเชื่อมซึ่งเป็นต้นกำลังในการผลิตกระแสเชื่อมในวงจร โดยเครื่องเชื่อมจะจ่ายกระแสไฟฟ้าไปตามสายเชื่อมจนถึงชิ้นงานและลวดเชื่อม เพื่อให้เกิดการอาร์กระหว่างปลายลวดเชื่อมกับชิ้นงาน

การเชื่อมอาร์กลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เป็นกระบวนการเชื่อมที่ได้รับความนิยมสูงใช้ในงานอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย สามารถเชื่อมโลหะได้เกือบทุกชนิด กรรมวิธีเชื่อมทำได้ง่ายไม่ยุ่งยาก และลวดเชื่อมมีให้เลือกหลายชนิดตามคุณสมบัติหรือชนิดของโลหะที่นำมาเชื่อมโดยจะแบ่งตามประเภทของสารพอกหุ้ม และแบ่งตามชนิดของโลหะชิ้นงาน

## สรุป

การเชื่อมไฟฟ้าจำเป็นต้องรู้หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน อันตรายที่จะเกิดขึ้นกับ ช่างเชื่อม หากปฏิบัติงานด้วยความประมาท และควรมีความรู้ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่ถูกต้อง เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานเชื่อมได้อย่างสมบูรณ์ มีประสิทธิภาพ

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แบบทดสอบก่อนเรียน                                      | หน่วยที่ 4          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้า                        | สอนสัปดาห์ที่ 8     |
| ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า และ กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า                       |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

### คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- ข้อใดคือรังสีที่เป็นอันตรายร้ายแรงที่สุดในการเชื่อม
  - รังสีอัลตราไวโอเลต
  - รังสีแกมมา
  - รังสีอินฟราเรด
  - รังสีเอกซ์
- ในการปฏิบัติงานเชื่อมสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอันดับแรกคือข้อใด
  - เครื่องมืออุปกรณ์ในการเชื่อม
  - ความปลอดภัยจากการเชื่อม
  - การเตรียมชิ้นงานเชื่อม
  - วัสดุที่ใช้ในงานเชื่อม
- ข้อใดคือสาเหตุของการเกิดไฟฟ้าดูดในขณะที่ปฏิบัติงานเชื่อม
  - การปฏิบัติงานในบริเวณชื้นแฉะ
  - การปฏิบัติงานโดยไม่สวมชุดป้องกันอันตราย
  - การปฏิบัติงานโดยใช้เครื่องมือที่ชำรุด
  - การปฏิบัติงานด้วยความประมาท
- เครื่องเชื่อมชนิดนี้มีน้ำหนักเบาเหมาะสำหรับการเคลื่อนย้ายบ่อย ๆ
  - เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรง
  - เครื่องเชื่อมอินเวอร์เตอร์
  - เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง
  - เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง-เรียงกระแส
- เครื่องเชื่อมชนิดใดเหมาะสำหรับใช้งานนอกสถานที่
  - เครื่องเชื่อมชนิดใดก็ได้
  - เครื่องเชื่อมต้านทาน
  - เครื่องเชื่อมหม้อแปลงไฟฟ้า
  - เครื่องเชื่อมขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์
- ถุงมือที่ใช้ในงานเชื่อมควรทำจากวัสดุชนิดใด
  - ยางพารา
  - พลาสติก
  - หนังแท้
  - หนังเทียม
- หากต้องการเชื่อมงานในระยะเวลาสั้น ๆ ควรใช้หน้ากากแบบใด
  - ไม่สวมก็ได้
  - แบบสวมศีรษะ
  - ใช้แว่นตากันแดดธรรมดา
  - แบบมีมือถือ
- สายเชื่อมไฟฟ้าส่วนมากทำจากโลหะชนิดใด
  - ทองแดง
  - เหล็ก
  - ทองเหลือง
  - อะลูมิเนียม
- หากเชื่อมงานในที่สูง เช่น โครงหลังคาโรงงานควรใช้หน้ากากเชื่อมชนิดใด
  - แบบสวมศีรษะ
  - แบบมีมือถือ
  - เป็นแบบแว่นตา
  - ไม่ต้องใช้ก็ได้เพราะต้องใช้มือในการเกาะยึด
- การปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าในบริเวณที่เปียกชื้นจะเกิดอันตรายในด้านใด
  - ด้านความร้อน
  - ด้านเสียง
  - ด้านแสง
  - ด้านกระแสไฟฟ้า

|                                                                                   |                                                        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
|  | แบบทดสอบหลังเรียน                                      | หน่วยที่ 4          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้า                        | สอนสัปดาห์ที่ 8     |
| ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า และ กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า                       |                                                        | จำนวน 4 คาบ         |

### คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- ข้อใดคือรังสีที่เป็นอันตรายร้ายแรงที่สุดในการเชื่อม
  - รังสีอัลตราไวโอเลต
  - รังสีแกมมา
  - รังสีอินฟราเรด
  - รังสีเอกซ์
- ในการปฏิบัติงานเชื่อมสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอันดับแรกคือข้อใด
  - เครื่องมืออุปกรณ์ในการเชื่อม
  - ความปลอดภัยจากการเชื่อม
  - การเตรียมชิ้นงานเชื่อม
  - วัสดุที่ใช้ในงานเชื่อม
- ข้อใดคือสาเหตุของการเกิดไฟฟ้าดูดในขณะที่ปฏิบัติงานเชื่อม
  - การปฏิบัติงานในบริเวณชื้นแฉะ
  - การปฏิบัติงานโดยไม่สวมชุดป้องกันอันตราย
  - การปฏิบัติงานโดยใช้เครื่องมือที่ชำรุด
  - การปฏิบัติงานด้วยความประมาท
- เครื่องเชื่อมชนิดนี้มีน้ำหนักเบาเหมาะสำหรับการเคลื่อนย้ายบ่อย ๆ
  - เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรง
  - เครื่องเชื่อมอินเวอร์เตอร์
  - เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง
  - เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง-เรียงกระแส
- เครื่องเชื่อมชนิดใดเหมาะสำหรับใช้งานนอกสถานที่
  - เครื่องเชื่อมชนิดใดก็ได้
  - เครื่องเชื่อมต้านทาน
  - เครื่องเชื่อมหม้อแปลงไฟฟ้า
  - เครื่องเชื่อมขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์
- ถุ่มือที่ใช้ในงานเชื่อมควรทำจากวัสดุชนิดใด
  - ยางพารา
  - พลาสติก
  - หนังแท้
  - หนังเทียม
- หากต้องการเชื่อมงานในระยะเวลาสั้น ๆ ควรใช้หน้ากากแบบใด
  - ไม่สวมก็ได้
  - แบบสวมศีรษะ
  - ใช้แว่นตากันแดดธรรมดา
  - แบบมีถือ
- สายเชื่อมไฟฟ้าส่วนมากทำจากโลหะชนิดใด
  - ทองแดง
  - เหล็ก
  - ทองเหลือง
  - อะลูมิเนียม
- หากเชื่อมงานในที่สูง เช่น โครงหลังคาโรงงานควรใช้หน้ากากเชื่อมชนิดใด
  - แบบสวมศีรษะ
  - แบบมีถือ
  - เป็นแบบแว่นตา
  - ไม่ต้องใช้ก็ได้เพราะต้องใช้มือในการเกาะยึด
- การปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าในบริเวณที่เปียกชื้นจะเกิดอันตรายในด้านใด
  - ด้านความร้อน
  - ด้านเสียง
  - ด้านแสง
  - ด้านกระแสไฟฟ้า

|                                                                                   |                                                             |  |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--|---------------------|
|  | เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน                           |  | หน่วยที่ 4          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004      |  | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้า                             |  | สอนสัปดาห์ที่ 8     |
|                                                                                   | ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า และ กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า |  | จำนวน 4 คาบ         |

**เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน**

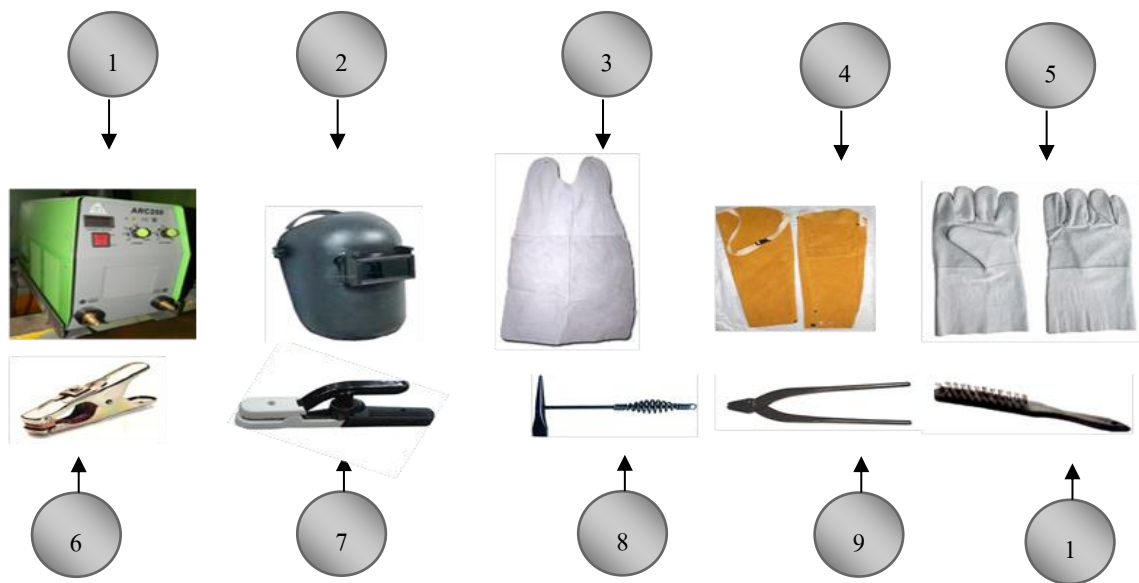
1. ค
2. ข
3. ก
4. ข
5. ง
6. ค
7. ง
8. ก
9. ก
10. ง

**เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน**

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

|                                                                                   |                                                         |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|
|  | ใบงานที่ 4.1                                            | หน่วยที่ 4          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและ โลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004 | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้า                         | สอนสัปดาห์ที่ 8     |
| ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า และ กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า                       |                                                         | จำนวน 4 คาบ         |

คำสั่งให้นักเรียนนำหมายเลขที่ปรากฏอยู่เดิมลงในตารางให้ถูกต้อง



| ชื่อเครื่องมือ อุปกรณ์     | หมายเลข |
|----------------------------|---------|
| เครื่องเชื่อมอินเวอร์เตอร์ |         |
| หัวจับสายดิน               |         |
| แปรงลวด                    |         |
| หน้ากากเชื่อม              |         |
| คีมจับงานร้อน              |         |
| หัวจับลวดเชื่อม            |         |
| ปลอกแขนหนัง                |         |
| เสื้อหนัง                  |         |
| ค้อนเคาะสแลก               |         |
| ถุงมือหนัง                 |         |

|                                                                                   |                                                             |  |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--|---------------------|
|  | เลขไปงานที่ 4.1                                             |  | หน่วยที่ 4          |
|                                                                                   | ชื่อวิชา งานเชื่อมและ โลหะแผ่นเบื้องต้น รหัส 20100-1004     |  | เวลาเรียนรวม 72 คาบ |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย พื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้า                             |  | สอนสัปดาห์ที่ 6     |
|                                                                                   | ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ในงานเชื่อมไฟฟ้า และ กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า |  | จำนวน 4 คาบ         |

| ชื่อเครื่องมือ อุปกรณ์     | หมายเลข |
|----------------------------|---------|
| เครื่องเชื่อมอินเวอร์เตอร์ | 1       |
| หัวจับสายดิน               | 6       |
| แปรงลวด                    | 10      |
| หน้ากากเชื่อม              | 2       |
| คีมจับงานร้อน              | 9       |
| หัวจับลวดเชื่อม            | 7       |
| ปลอกแขนหนัง                | 4       |
| เสื้อหนัง                  | 3       |
| ค้อนเคาะสแลก               | 8       |
| ถุงมือหนัง                 | 5       |

## บันทึกหลังการสอน

### 1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

### 3. แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....  
(.....)

ครูผู้สอน